

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 900 256**

51 Int. Cl.:

H04L 5/00 (2006.01)

H04W 72/12 (2009.01)

H04W 74/08 (2009.01)

H04W 72/04 (2009.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **06.10.2015 PCT/US2015/054322**

87 Fecha y número de publicación internacional: **21.04.2016 WO16060895**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **06.10.2015 E 15782210 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **17.11.2021 EP 3207656**

54 Título: **Comunicación inalámbrica que utiliza una interfaz aérea unificada**

30 Prioridad:

16.10.2014 US 201462064928 P
29.04.2015 US 201514699986

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
16.03.2022

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

BHUSHAN, NAGA;
SMEE, JOHN EDWARD;
SORIAGA, JOSEPH BINAMIRA;
MUKKAVILLI, KRISHNA KIRAN y
JI, TINGFANG

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 900 256 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

Comunicación inalámbrica que utiliza una interfaz aérea unificada

5 Campo técnico

Los aspectos de la presente divulgación se refieren en general a los sistemas de comunicación inalámbrica y, más particularmente, a los sistemas y procedimientos que permiten multiplexar los protocolos de comunicación con diversas formas de onda, los modos de acceso a los canales y los esquemas de adaptación de enlaces bajo un
10 único mecanismo de control unificado.

Introducción

Las redes de comunicación inalámbricas se implementan ampliamente para proporcionar varios servicios de
15 comunicación tales como telefonía, vídeo, datos, mensajería y difusiones, etc. Estas redes, que son usualmente redes de acceso múltiple, soportan comunicaciones para múltiples usuarios al compartir los recursos de redes disponibles. En muchos casos, un conjunto de servicios o aplicaciones proporcionados por estas redes tienen requisitos que difieren de otro conjunto de servicios o aplicaciones. Por ejemplo, el servicio de correo electrónico puede tolerar una gran latencia, pero requiere un gran ancho de banda en ciertos momentos; mientras que el
20 servicio de videoconferencia puede tener requisitos de latencia estrictos con requisitos de ancho de banda fijos. Además, algunos procedimientos de acceso a canales operan de manera muy diferente a otros, tal como la diferencia entre las redes que usan acceso múltiple por división de código de frecuencia ultra alta (UHF) (CDMA) y las redes que usan canales ortogonales síncronos.

25 En los sistemas de comunicación inalámbrica que usan diferentes frecuencias, operan en diferentes entornos o tienen diferentes requisitos de servicio, existen diferencias sustanciales en el diseño de la interfaz aérea, así como en los circuitos físicos usados para acceder a la interfaz aérea. En consecuencia, existen diferentes mecanismos de control y se implementan diseños de sistemas para la variedad de redes.

30 A medida que la demanda de acceso de banda ancha móvil continúa aumentando, la investigación y el desarrollo continúan avanzando en las tecnologías de comunicación inalámbrica no solo para satisfacer la creciente demanda de acceso de banda ancha móvil, sino también para avanzar y mejorar la experiencia del usuario.

El documento US 2012/0213196 A1 divulga un sistema de comunicación inalámbrica y más particularmente un
35 procedimiento y aparato para una transmisión eficiente basada en la contención en un sistema de comunicación inalámbrica. El procedimiento para realizar una transmisión basada en la contención en un sistema de comunicaciones inalámbricas de acuerdo con una realización de la presente invención comprende: configurar una conexión de control de recursos de radio (RRC) con un extremo receptor donde se recibe la transmisión basada en contención; configurar un área de recursos para la transmisión basada en contención para permitir una colisión con
40 otra transmisión; y transmitir al menos uno de los datos y la información de control sobre el área de recursos, en la que el área de recursos para la transmisión basada en contención puede saltarse sobre un recurso físico.

El documento US 2010/0002675 A1 divulga un procedimiento de transmisión de datos sobre subportadoras de
45 guardia en un sistema OFDM de múltiples portadoras. Las portadoras de radiofrecuencia (RF) adyacentes se usan para transportar señales de radio transmitidas a través de canales de frecuencia adyacentes.

Breve resumen de algunos ejemplos

La invención se define en las reivindicaciones adjuntas. A continuación, se presenta un resumen simplificado de uno
50 o más aspectos de la presente divulgación, con el fin de proporcionar una comprensión básica de dichos aspectos. Este resumen no es una descripción general extensa de todas las características contempladas de la divulgación y no pretende identificar elementos clave o críticos de todos los aspectos de la divulgación ni delinear el ámbito de cualquiera o todos los aspectos de la divulgación. Su único propósito es presentar algunos conceptos de uno o más aspectos de la divulgación de manera simplificada como un preámbulo de la descripción más detallada que se
55 presenta más adelante.

Varios aspectos de la presente divulgación proporcionan procedimientos, aparatos y programas informáticos para
60 permitir que una sola capa de control de acceso a medios (MAC) o entidad MAC controle una variedad de capas físicas (PHY) o entidades de comunicación física para multiplexar esquemas de acceso a canales inalámbricos que tienen requisitos ampliamente diferentes. La entidad MAC puede incluir un administrador de recursos configurado para permitir el control dinámico sobre la asignación de recursos de frecuencia de tiempo, que puede usar intervalos de tiempo de transmisión (TTI) que tienen múltiples escalas de tiempo.

65 En un aspecto, la divulgación proporciona una entidad de programación configurada para la comunicación inalámbrica. Aquí, la entidad de programación incluye al menos un procesador, un medio legible por ordenador acoplado comunicativamente al menos a un procesador, y una pluralidad de entidades de comunicación física

acopladas comunicativamente al menos a un procesador. Las entidades de comunicación física se configuran para comunicación inalámbrica al usar formas de onda respectivas, modos de acceso al canal y/o esquemas de adaptación de enlaces. Además, al menos un procesador se configura para controlar una entidad de control de acceso a medios (MAC), la entidad MAC se configura para controlar cada una de la pluralidad de entidades de comunicación física a señales multiplex correspondientes a cada una de la pluralidad de entidades de comunicación física a través de una interfaz aérea, la entidad MAC que comprende un administrador de recursos configurado para determinar una asignación de recursos de frecuencia de tiempo dentro de la interfaz aérea para la comunicación con una o más entidades subordinadas que usan cada una de las entidades de comunicación física.

En otro aspecto, la divulgación proporciona un procedimiento, operable en una entidad de programación, para la comunicación inalámbrica a través de una interfaz aérea. Aquí, el procedimiento incluye segmentar un grupo de recursos en una pluralidad de regiones, que incluye una primera región que comprende recursos de frecuencia de tiempo para el acceso al canal asincrónico y una segunda región que comprende recursos de frecuencia de tiempo para el acceso al canal sincrónico, el grupo de recursos que comprende un conjunto de recursos de frecuencia de tiempo disponibles para la comunicación inalámbrica a través de la interfaz aérea, al determinar una asignación de recursos de frecuencia de tiempo dentro de la interfaz aérea para la comunicación con una o más entidades subordinadas al usar cada una de una pluralidad de entidades de comunicación física en la entidad de programación; y transmitir un mensaje de señalización a una o más entidades subordinadas, el mensaje de señalización configurado para indicar la asignación de recursos de frecuencia de tiempo dentro de la interfaz aérea.

En otro aspecto, la divulgación proporciona un medio legible por ordenador que almacena código ejecutable en una entidad de programación, para la comunicación inalámbrica a través de una interfaz aérea. Aquí, el código ejecutable por ordenador incluye instrucciones para hacer que la entidad de programación segmente un grupo de recursos en una pluralidad de regiones, que incluye una primera región que comprende recursos de frecuencia de tiempo para el acceso al canal asincrónico y una segunda región que comprende recursos de frecuencia de tiempo para el acceso al canal sincrónico, el grupo de recursos que comprende un conjunto de recursos de frecuencia de tiempo disponibles para la comunicación inalámbrica a través de la interfaz aérea; instrucciones para hacer que la entidad de programación determine una asignación de recursos de frecuencia de tiempo dentro de la interfaz aérea para la comunicación con una o más entidades subordinadas que usan cada una de una pluralidad de entidades de comunicación física en la entidad de programación; e instrucciones para hacer que la entidad de programación transmita un mensaje de señalización a una o más entidades subordinadas, el mensaje de señalización configurado para indicar la asignación de recursos de frecuencia de tiempo dentro de la interfaz aérea.

En otro aspecto, la divulgación proporciona una entidad de programación configurada para la comunicación inalámbrica a través de una interfaz aérea. Aquí, la entidad de programación incluye medios para segmentar un grupo de recursos en una pluralidad de regiones, que incluye una primera región que comprende recursos de frecuencia de tiempo para el acceso al canal asincrónico y una segunda región que comprende recursos de frecuencia de tiempo para el acceso al canal sincrónico, el grupo de recursos que comprende un conjunto de recursos de frecuencia de tiempo disponibles para la comunicación inalámbrica a través de la interfaz aérea; medios para determinar una asignación de recursos de frecuencia de tiempo dentro de la interfaz aérea para la comunicación con una o más entidades subordinadas al usar cada una de una pluralidad de entidades de comunicación física en la entidad de programación; y medios para transmitir un mensaje de señalización a una o más entidades subordinadas, el mensaje de señalización configurado para indicar la asignación de recursos de frecuencia de tiempo dentro de la interfaz aérea.

Estos y otros aspectos de la invención se entenderán mejor tras una revisión de la descripción detallada, que sigue. Otros aspectos, características y realizaciones de la presente invención resultarán evidentes para los expertos en la técnica, tras revisar la siguiente descripción de realizaciones ilustrativas específicas, de la presente invención junto con las Figuras acompañantes. Mientras que las características de la presente invención pueden discutirse con relación a ciertas realizaciones y Figuras más abajo, todas las realizaciones de la presente invención pueden incluir una o más de las características ventajosas discutidas en la presente memoria. En otras palabras, mientras que una o más realizaciones pueden discutirse por tener ciertas características ventajosas, una o más de tales características también pueden usarse de acuerdo con las diversas realizaciones de la invención discutida en la presente memoria. De manera similar, aunque las realizaciones ilustrativas pueden discutirse más abajo como realizaciones de dispositivo, sistema, o procedimiento debe entenderse que tales realizaciones ilustrativas pueden implementarse en diversos dispositivos, sistemas y procedimientos.

Breve descripción de los dibujos

- La Figura 1 es un diagrama esquemático de una red de comunicación inalámbrica de acuerdo con algunas realizaciones.
- La Figura 2 es un diagrama de bloques esquemático que ilustra una entidad de programación en comunicación con una pluralidad de entidades subordinadas de acuerdo con algunas realizaciones.
- La Figura 3 es un diagrama de bloques que muestra capas funcionales para la comunicación inalámbrica en una entidad de programación de acuerdo con algunas realizaciones.

La Figura 4 es una ilustración esquemática de una interfaz aérea que se separa entre regiones asincrónicas y sincrónicas de acuerdo con algunas realizaciones.

La Figura 5 es una ilustración esquemática de una interfaz aérea que tiene una región sincrónica que se separa además en regiones programadas superpuestas, ortogonales programadas y autónomas, de acuerdo con algunas realizaciones.

La Figura 6 es una ilustración esquemática de una interfaz aérea que tiene transmisiones de misión crítica perforadas y superpuestas sobre enlaces nominales dentro de una región sincrónica, de acuerdo con algunas realizaciones.

La Figura 7 es una ilustración esquemática de una interfaz aérea que tiene una región asincrónica que se separa además en acceso múltiple por división de código (CDMA) y regiones de acceso aleatorio, de acuerdo con algunas realizaciones.

La Figura 8 es una ilustración esquemática de una interfaz aérea que tiene la región asincrónica separada en una región CDMA, una región de acceso aleatorio y una región de acceso múltiple / escucha de canal múltiple antes de hablar (CSMA/LBT), de acuerdo con algunas realizaciones.

La Figura 9 es una ilustración esquemática de una interfaz aérea con control dinámico sobre una pluralidad de formas de onda PHY y modos de acceso de acuerdo con algunas realizaciones.

La Figura 10 es una ilustración esquemática de una interfaz aérea que muestra ejemplos de modos de uso de acuerdo con algunas realizaciones.

La Figura 11 es un diagrama de bloques que ilustra las entidades de administración y asignación de recursos dentro de una entidad MAC de acuerdo con algunas realizaciones.

La Figura 12 es un diagrama de bloques que ilustra un ejemplo de una entidad de programación configurada para comunicación inalámbrica de acuerdo con algunas realizaciones.

La Figura 13 es un diagrama de flujo que ilustra un procedimiento ilustrativo de comunicación al usar una interfaz aérea unificada de acuerdo con algunas realizaciones.

Descripción detallada

La descripción detallada que se expone más abajo en relación con los dibujos adjuntos se pretende como una descripción de diversas configuraciones y no pretende representar las únicas configuraciones en las que pueden ponerse en práctica los conceptos descritos en la presente memoria. La descripción detallada incluye detalles específicos para el propósito de proporcionar una comprensión profunda de diversos conceptos. Sin embargo, será evidente para los expertos en la técnica que estos conceptos se pueden poner en práctica sin estos detalles específicos. En algunos casos, las estructuras y componentes bien conocidos se muestran en forma de diagrama de bloques con el fin de evitar ocultar tales conceptos.

La Figura 1 es una ilustración esquemática de una red de comunicación inalámbrica que incluye múltiples entidades de comunicación tal como puede aparecer en algunos aspectos de la presente divulgación. Como se describe en la presente memoria, una entidad de programación (descrita con más detalle a continuación) puede residir en, o ser parte de, una estación base 102, un teléfono inteligente, una celda pequeña, un dispositivo de comunicación inalámbrica u otra entidad. Las entidades subordinadas o los nodos de malla (descritos con más detalle a continuación) pueden residir en, o ser parte de, una alarma inteligente 104a, un sensor remoto 104b, un teléfono inteligente 104c, un teléfono 104d, un medidor inteligente 104e, un PDA 104f, un ordenador personal 104g, un nodo de malla 104h y/o una tableta 104i. Por supuesto, los dispositivos o componentes ilustrados son meramente de naturaleza ilustrativa, y cualquier nodo o dispositivo adecuado puede aparecer dentro de una red de comunicación inalámbrica dentro del ámbito de la presente divulgación. Además, como se discute más adelante, algunos dispositivos de comunicación inalámbrica pueden ser tanto una entidad de programación como una entidad subordinada de acuerdo con algunos escenarios o escenarios de diseño de sistemas de comunicación. Por supuesto, tal implementación dual puede no ocurrir en todos los escenarios.

De acuerdo con varios aspectos de la presente divulgación, una red de comunicación inalámbrica tal como la ilustrada en la Figura 1 puede usar numerosos esquemas de comunicación diferentes, procedimientos de acceso a canales, canales, bandas o protocolos. Por lo general, pueden implementarse diseños de interfaz de aire diferentes e incompatibles sobre los mismos recursos inalámbricos, lo que puede resultar en interferencias impredecibles, problemas de acceso e incluso un mayor consumo de energía en toda la red. Para reunir estos diversos esquemas de comunicación en un esquema o modelo unificado que pueda abordar muchos de estos problemas, la presente divulgación describe un número de aspectos del diseño del sistema y las implementaciones ilustrativas para una interfaz aérea unificada (UAI). En términos generales, una UAI puede proporcionar multiplexación temporal/espectral/espacial flexible y/o control unificado de diferentes tecnologías de capa física (PHY) y diferentes modos de acceso para un medio de comunicación inalámbrica.

Para ilustrar algunas entidades o dispositivos descritos a lo largo de la presente divulgación, la Figura 2 es un diagrama de bloques que ilustra una entidad de programación ilustrativa 202 en comunicación inalámbrica con una pluralidad de entidades subordinadas 204. Si bien esta ilustración muestra un dispositivo o aparato identificado como una entidad de programación y otros dispositivos o aparatos identificados como entidades subordinadas, en algunos escenarios, un solo dispositivo o aparato puede actuar como entidad de programación y subordinadas con otros dispositivos. En otras palabras, debe entenderse que cada dispositivo de comunicación inalámbrica puede ser tanto

una entidad de programación como una entidad subordinada, al mismo tiempo o en momentos diferentes. Estos términos se usan de una manera que ayude al lector a comprender estos aspectos de la presente divulgación y no pretenden ser limitantes de ninguna manera.

5 En algunos escenarios, una entidad de programación 202 puede transmitir canales de datos de enlace descendente 206 y canales de control de enlace descendente 208, y las entidades subordinadas 204 pueden transmitir canales de datos de enlace ascendente 210 y canales de control de enlace ascendente 212. Por supuesto, los canales ilustrados en la Figura 2 no son necesariamente todos los canales que pueden usarse entre una entidad de programación 202 y las entidades subordinadas 204, y los expertos en la técnica reconocerán que pueden usarse otros canales además de los ilustrados, tales como otros canales de datos, de control y de retroalimentación.

10 Como se ilustra en la Figura 2, la entidad de programación 202 puede difundir datos de enlace descendente 206 a una o más entidades subordinadas 204. De acuerdo con aspectos de la presente divulgación, el término enlace descendente puede referirse a una transmisión punto a multipunto que se origina en la entidad de programación 202. En términos generales, la entidad de programación 202 puede ser un nodo o dispositivo responsable de programar el tráfico en una red de comunicación inalámbrica. El tráfico puede incluir transmisiones de enlace descendente y, en algunos ejemplos, datos de enlace ascendente 210 desde una o más entidades subordinadas 204 a la entidad de programación 202. Otra forma de describir el esquema puede ser usar el término multiplexación del canal de difusión. Una entidad de programación puede ser, o puede residir dentro de, una estación base, un nodo de red, un equipo de usuario (UE), un terminal de acceso o cualquier nodo adecuado en una red de comunicación inalámbrica.

15 De acuerdo con aspectos de la presente divulgación, el término enlace ascendente puede referirse a una transmisión punto a punto que se origina en una entidad subordinada 204. La entidad subordinada 204 es un nodo o dispositivo que recibe información de control de programación, que incluye, entre otras, las concesiones de programación, la información de sincronización o temporización, u otra información de control de otra entidad de la red de comunicación inalámbrica, tal como la entidad de programación 202. Una entidad subordinada puede ser, o puede residir dentro de, una estación base, un nodo de red, un UE, un terminal de acceso o cualquier nodo adecuado en una red de comunicación inalámbrica.

20 En una red tal como la red que se ilustra en la Figura 1, varios dispositivos pueden actuar como entidades de programación y/o entidades subordinadas, y pueden usar diferentes frecuencias/bandas, operar en diferentes entornos o tener diferentes requisitos de servicio. En estas circunstancias, pueden existir diferencias sustanciales en el diseño de la interfaz aérea, así como en los circuitos físicos y los sistemas de control usados para acceder a la interfaz aérea. A medida que se reconocen los beneficios de la interconexión en áreas amplias y diversas de la tecnología y el comercio, se crean más y más sistemas y redes para proporcionar comunicación inalámbrica en muchas situaciones diferentes. Un diseño de sistema unificado y global que permite el control y la comunicación al usar cada uno de estos conjuntos de requisitos puede permitir una mejor integración y una experiencia de usuario ampliamente mejorada.

25 Con este fin, se proporciona una estructura de señalización común y escalable en ciertos aspectos de la presente divulgación. Esta estructura de señalización puede soportar la multiplexación de diferentes formas de onda PHY, diferentes esquemas de adaptación de enlaces y diferentes formas de acceder al medio (es decir, modos de acceso al canal) mediante cualquier dispositivo adecuado, por ejemplo, uno o más de los dispositivos de comunicación inalámbrica ilustrados en la Figura 1. En términos generales, los modos de acceso al canal se refieren al procedimiento de acceso al canal o al procedimiento de acceso múltiple usado por los dispositivos de comunicación inalámbrica para acceder a los recursos de interfaz aérea correspondientes. Algunos ejemplos de modos de acceso al canal (también denominados en la presente memoria como modos de acceso) incluyen acceso múltiple por división de frecuencia (FDMA), acceso múltiple por división de tiempo (TDMA), acceso múltiple por división de código (CDMA), acceso múltiple por división de frecuencia ortogonal (OFDMA), acceso múltiple con detección de portadora (CSMA), la escucha antes de la conversación (LBT) y varios otros procedimientos de acceso múltiple aleatorio basados en la contención, el acceso al canal basado en reservas (programado), y modos de acceso a canales sincrónicos y asincrónicos. Los expertos en la técnica reconocerán que esta es una lista incompleta y no limitante de modos de acceso al canal, y cualquier modo de acceso al canal adecuado puede usarse dentro del espíritu y el ámbito de la presente divulgación.

30 Aquí, la multiplexación de una variedad de modos de acceso al canal en una sola interfaz aérea y bajo un solo MAC podría proporcionar formas de onda, esquemas y modos de acceso ampliamente diferentes dentro del mismo espectro o canal, según sea necesario. Sin embargo, en algunos ejemplos, el aspecto de multiplexación puede no ser necesario, en el sentido de que las formas de onda PHY pueden residir en diferentes bandas. Aun así, sería deseable tener una entidad de control común (por ejemplo, un control de acceso a los medios o una capa MAC) que controle múltiples PHY o múltiples modos PHY.

35 Como ejemplo simple, la Figura 3 es un diagrama esquemático simplificado de una entidad de programación 202 que tiene una sola capa MAC 304 que controla una pluralidad de capas PHY 306. Aquí, cada una de las capas PHY 306 puede corresponder a una entidad de comunicación física dada, configurada para incluir circuitos, sistemas o

mecanismos adecuados (por ejemplo, radios o transceptores) para permitir la comunicación inalámbrica al usar diferentes frecuencias, diferentes características de comunicación, al usar diferentes formas de onda PHY y/o con diferentes modos de acceso al canal. Es decir, una capa PHY 306 puede ser un módulo, circuito u otra entidad de comunicación física configurada para implementar varias funciones de procesamiento de señales de capa física y acceder a la interfaz aérea, tal como determinar e implementar un esquema de modulación, una frecuencia de transmisión y un modo de acceso al canal.

Además, la capa MAC común 304 puede incluir una o más entidades de MAC, que pueden configurarse para permitir la adaptación de enlace dinámico entre las diversas capas PHY 306 de acuerdo con cualquier número de parámetros, reglas o mecanismos. Es decir, la capa MAC 304 o una entidad MAC en la capa MAC 304 pueden proporcionar funciones de control de acceso a medios para el dispositivo de comunicación inalámbrica, que incluyen, entre otros, el control de acceso al canal y un protocolo de acceso múltiple para cada una de una pluralidad de capas PHY 306 y/o entidades físicas, como se describió anteriormente. De esta manera, la capa MAC 304 puede proporcionar la multiplexación de estos diferentes PHY en recursos de una interfaz aérea común. De esta manera, la capa MAC 304 en la entidad de programación 202 puede controlar varios aspectos de las características de comunicación con cualquier número de entidades subordinadas 204, cada uno de los que puede tener cualquiera de una variedad de modos de comunicación, como se discutió anteriormente y se ilustra en Figura 1. Una o más capas superiores pueden residir por encima de la capa MAC 304, representada aquí como capas superiores 308.

La disponibilidad de diferentes formas de onda PHY y mecanismos de adaptación de enlaces se desea en parte para acomodar las diferencias en el ancho de banda de la señal, las características de propagación de la señal, los presupuestos del enlace, las restricciones/requisitos de procesamiento, las condiciones del canal, los requisitos/umbrales de confiabilidad, las combinaciones de propagación de múltiples rutas y Doppler, etc., los que se desean para ser compatibles con los sistemas de comunicación inalámbrica de próxima generación. Estos sistemas pueden soportar grandes variedades de dispositivos y modos de comunicación, como se describe anteriormente y se ilustra en la Figura 1, cada uno de los que puede usar diferentes servicios. Por ejemplo, algunos servicios pueden usar un ancho de banda muy pequeño, mientras que otros servicios pueden usar un ancho de banda extremadamente grande, y los mecanismos de adaptación de enlaces para estos servicios tienen requisitos sustancialmente diferentes. Aun así, para estos servicios, se desea tener un diseño general del sistema común, tanto para simplificar la implementación y el despliegue, así como para permitir su control con una sola entidad en una capa superior. Es decir, se desea que el sistema esté habilitado para lograr una comunicación confiable a través de condiciones de canal y demandas de interfaz aérea muy dispares y dinámicamente cambiantes.

De acuerdo con los aspectos de la presente divulgación, un solo sistema con una interfaz aérea unificada puede acomodar algunas implementaciones con una división de trayectos múltiples muy alta, así como otras implementaciones con multitrayecto bajo. Con un diseño unificado, los diferentes modos PHY o configuraciones de parámetros pueden verse como una sola red, al caer dentro de un solo diseño general. Por lo tanto, algunas implementaciones pueden estar en una banda baja de menos de 6 GHz, mientras que otras implementaciones pueden estar en una banda de onda milimétrica (mmW), donde las características del canal son muy diferentes, lo que requiere diferentes formas de onda PHY, modos de acceso al canal y/o mecanismos de adaptación de enlace. En particular, en la banda mmW, puede confiarse en gran medida en la formación de haces, mientras que en la banda de menos de 6 GHz puede usarse la formación de haces para optimizar la capacidad u otras mejoras, pero no es necesariamente un mecanismo fundamentalmente habilitador. Por lo tanto, aunque los diseños serían bastante diferentes para dichas redes, todavía es deseable unificar dichas redes bajo una interfaz aérea común y una capa MAC común 304.

También pueden obtenerse diferentes entornos de comunicación de acuerdo con varios aspectos de la presente divulgación. Como ejemplo, las implementaciones en interiores de redes de comunicaciones inalámbricas generalmente pueden exhibir una propagación de pequeño retardo, en la que un pequeño prefijo cíclico puede ser suficiente, mientras que para las implementaciones en exteriores puede ser deseable implementar un prefijo cíclico más largo para tener en cuenta una mayor propagación de retardo. Nuevamente, aunque la forma de onda puede ser diferente, no se desea que se requiera diseñar sistemas completamente diferentes para tener en cuenta estas diferencias. Aún más, las características de selectividad espacial y angular exclusivas de los sistemas mmW, y las exclusivas de los sistemas MIMO masivos (múltiples entradas y múltiples salidas) son diferentes a las de las redes sub-6-GHz que usan macroceldas o picoceldas convencionales, donde puede usarse un pequeño número de antenas y la formación de haces puede no usarse o puede usarse meramente como una mejora.

El deseo de soportar diferentes modos de acceso al canal surge en parte del deseo de operar en implementaciones con licencia, implementaciones sin licencia y/o implementaciones de espectro compartido, que pueden tener diferentes requisitos. Además, la comunicación basada en infraestructura, tal como las redes en las que un terminal de acceso o un equipo de usuario (UE) está en comunicación con una estación base, así como redes de par a par/múltiples saltos/malla, en las que los nodos del mismo tipo pueden comunicarse entre sí (ya sea porque los puntos finales de datos están próximos entre sí, o porque se desea depender de múltiples saltos para conectar un terminal de usuario remoto a una infraestructura a la que no tiene acceso directo) pueden ser compatibles. Otra razón es que algunos servicios requieren una latencia muy baja (por ejemplo, escenarios de misión crítica), mientras que otros servicios pueden requerir una operación de energía extremadamente baja. Sin embargo, otros servicios

pueden ser más indulgentes en esos aspectos, pero pueden desear un alto rendimiento. El diseño PHY para estos diferentes requisitos sería naturalmente muy diferente, pero sigue habiendo un deseo de mantenerlos en un solo diseño general y general del sistema. Es decir, estos diversos protocolos de interfaz aérea pueden multiplexarse en un espectro común, o al menos controlarse por una capa MAC común 304.

5 La disponibilidad de una capa MAC común 304 para controlar las diferentes capas PHY puede proporcionar un número de beneficios o ventajas. Por ejemplo, el control unificado sobre una pluralidad de capas PHY puede permitir una asignación dinámica de recursos a las capas PHY en base a la demanda de tráfico (o cualquier otro parámetro adecuado), al mejorar la eficiencia del enlace. Es decir, en algunos ejemplos, pueden multiplexarse diferentes modos PHY en el dominio del tiempo. En particular, la conmutación dinámica entre el enlace ascendente y el enlace descendente en base a la dirección del tráfico predominante puede habilitarse en un momento dado. Un sistema puede desear, además, para el tráfico en una sola dirección (por ejemplo, enlace ascendente o descendente), cambiar entre multiplexación en el dominio del tiempo o la frecuencia, para soportar diferentes intervalos de tiempo de transmisión (TTI) que se satisfagan diferentes requisitos de latencia, o multiplexar diferentes numerologías de símbolos con diferentes tolerancias de propagación de retardo, etc. Con este fin, el sistema puede cambiar la asignación de recursos a estos diferentes modos de manera dinámica, en base a las necesidades actuales. La capacidad de multiplexar formas de onda PHY heterogéneas permite a un sistema desplazar dinámicamente el límite entre estas diferentes formas de onda.

20 Otra aplicación de un MAC 304 común que soporta múltiples PHY 306 es usar la banda mmW para la descarga de tráfico. Un problema con la tecnología mmW es que la cobertura puede ser muy irregular. Por lo tanto, en algunos ejemplos, la banda mmW podría desplegarse junto con un sistema de menos de 6 GHz (u otro adecuado). De esta manera, la banda mmW puede usarse de forma oportunista. Por ejemplo, si un usuario se encuentra dentro del área de cobertura de la banda mmW, el usuario puede enviar sus datos (o la mayor parte o parte de sus datos) a través de la banda mmW, pero cuando el usuario abandona esa área de cobertura, el usuario puede volver a usar exclusivamente la banda de menos de 6 GHz para mantener la conectividad entre el origen y el destino.

30 Otra aplicación más de un MAC común 304 que soporta la multiplexación de múltiples modos PHY en la misma interfaz aérea es que puede habilitar la transmisión de información de control relacionada con un modo PHY, al usar un modo PHY diferente. Es decir, con referencia a la Figura 2, la información de control de enlace descendente 208 y la información de control de enlace ascendente 212 pueden transmitirse entre entidades o nodos en la red de comunicación inalámbrica. Normalmente, esta información de control se asocia con un canal de datos de enlace descendente 206 y/o un canal de datos de enlace ascendente 210. Por ejemplo, en asociación con una transmisión de datos de enlace descendente 206, una transmisión de control de enlace descendente 208 puede incluir información de programación de enlace descendente, información de modulación y codificación, etc. Además, en asociación con la transmisión de datos de enlace descendente 206, una transmisión de control de enlace ascendente 212 puede incluir información de calidad de canal (CQI), un acuse de recibo y/o acuse de recibo negativo (ACK/NACK), etc. De manera similar, en asociación con una transmisión de datos de enlace ascendente 210, una transmisión de control de enlace descendente 208 puede incluir información de programación de enlace ascendente, información de modulación y codificación, información ACK/NACK, etc. Además, en asociación con la transmisión de datos de enlace ascendente 210, una transmisión de control de enlace ascendente 212 puede incluir solicitudes de programación u otra información de control asociada con la transmisión de datos de enlace ascendente 210.

45 De acuerdo con algunos aspectos de la presente divulgación, estas transmisiones de control de enlace descendente 208 y/o de control de enlace ascendente 212 no tienen por qué transmitirse al usar el mismo modo PHY que el modo PHY usado para la transmisión de datos de enlace descendente 206. Como ejemplo, PHY 1, 306a puede configurarse para un canal de menos de 6 GHz (u otro adecuado), mientras que PHY 2, 306b puede configurarse para un canal mmW. Aquí, PHY 1, 306a puede usarse para transmisiones de control de enlace descendente 208 y/o transmisiones de control de enlace ascendente 212, en asociación con las transmisiones de datos de enlace descendente 206 realizadas al usar PHY 2, 306b.

55 La PHY 1, 306a se configura para un modo de acceso de canal sincrónico, mientras que PHY 2, 306 b se configura para un modo de acceso de canal asincrónico. Aquí, PHY 1, 306a puede usarse para transmisiones de control de enlace descendente 208 y/o transmisiones de control de enlace ascendente 212, en asociación con datos de enlace ascendente 210 realizadas al usar PHY 2, 306b.

60 Además, una capa MAC común 304 puede permitir el soporte para aplicaciones ultra sensibles al retardo que son ultraconfiables, potencialmente junto con otras aplicaciones sin requisitos tan estrictos. Estas aplicaciones de bajo retardo pueden describirse como servicios de misión crítica, donde es extremadamente importante que un paquete llegue a su destino, y que lo haga con un retardo muy pequeño. En consecuencia, algunos aspectos de la presente divulgación proporcionan un PHY heterogéneo que usa múltiples trayectorias entre el origen y el destino. Estas múltiples rutas pueden en algunos ejemplos atravesar diferentes bandas y, en consecuencia, pueden usar diferentes capas PHY 306. Sin embargo, se desea un MAC común 304 para administrar todas o múltiples PHY para acomodar retransmisiones o repeticiones rápidas de paquetes para que puedan llegar a su destino de manera oportuna sin consumir cantidades extremadamente grandes de recursos. Por lo tanto, se desea asegurar un bajo retardo y una

alta confiabilidad mediante el despliegue de múltiples PHY de manera eficiente y al unificar esos PHY bajo un MAC común. Por lo tanto, el MAC 304 puede tener una visibilidad completa de lo que está sucediendo en cada PHY 306 y puede administrar repeticiones o retransmisiones rápidas según sea necesario sin provocar una sobrecarga extremadamente grande para soportar estos servicios.

5 En un aspecto de la divulgación, para la comunicación sincrónica, la capa MAC 304 puede soportar tanto la operación de sincronización programada, así como la operación de sincronización autónoma. Por ejemplo, un MAC de sincronización programada puede soportar mecanismos de activación ágiles. Es decir, la forma de onda puede encenderse y apagarse de forma ágil. Esto puede ser útil tanto en la operación de espectro compartido y sin licencia, donde la forma de onda puede encenderse y apagarse en base a los requisitos de coexistencia con otras tecnologías o implementaciones en el mismo espectro, así como para ahorrar energía o lograr una mejor eficiencia espectral cuando el tráfico es muy intenso.

15 Además, un MAC de sincronización autónoma, en contraste con el MAC de sincronización programada, puede ser útil para llenar las brechas de tiempo y frecuencia dejados por la operación programada de sincronización. Es decir, los datos pueden enviarse de forma oportunista, especialmente si los datos son tolerantes a retardos. Aquí, si hay una gran cantidad de datos para enviar, pero los retardos en que los datos no son críticos, el sistema puede esperar brechas en la transmisión de sincronización programada (que puede usarse para tráfico de mayor prioridad) y explotar oportunistamente esas brechas para enviar sus propias transmisiones. Las regiones de sincronización autónoma pueden usar diferentes tipos de control de MAC, tal como el acceso múltiple con detección de portadora (CSMA) ranurado, a diferencia de las regiones programadas para sincronización, las que se basan en la programación de la estación base.

25 Con referencia ahora a la Figura 4, se proporciona un ejemplo que ilustra generalmente la multiplexación de diferentes modos PHY. En la Figura 4, la dimensión horizontal ilustra el tiempo, mientras que la dimensión vertical ilustra la frecuencia. La ilustración muestra esquemáticamente los recursos correspondientes a una interfaz aérea ya que podría usarse de acuerdo con algunos aspectos de la presente divulgación. En algunos aspectos de la divulgación, la caja ilustrada esquemáticamente en la Figura 4 puede representar un grupo de recursos 402, o un conjunto dado de recursos de frecuencia de tiempo que pueden usarse para la comunicación inalámbrica al usar un canal de interfaz aérea, que incluye cualquier número adecuado de modos PHY. Este grupo de recursos 402 puede subdividirse en tiempo y/o frecuencia en subconjuntos de recursos, donde cada subconjunto puede usarse por varias entidades de comunicación (por ejemplo, una o más de las entidades ilustradas en la Figura 1) para sus respectivos esquemas de comunicación.

35 En el nivel más alto, los recursos en la interfaz aérea pueden dividirse en una porción sincrónica 404 y una porción asincrónica 406. Aquí, la región sincrónica puede incluir recursos de canal para uno o más procedimientos de acceso de canal sincrónico, donde el uso de los recursos por diferentes nodos o entidades se coordina generalmente para reducir la interferencia entre sí. Además, la región asincrónica puede incluir recursos de canal para uno o más procedimientos de acceso de canal asincrónico, donde el uso de los recursos por diferentes nodos o entidades generalmente no está coordinado entre los nodos o entidades, para que las señales pueden tender a interferir en cierta medida entre sí (o, en el sentido de portador o comunicación de escucha antes de hablar, los nodos primero comprueban los recursos disponibles antes de usarlos).

45 En el ejemplo ilustrado, esta división entre las regiones sincrónica y asincrónica se logra en el dominio de la frecuencia, con las respectivas regiones asincrónicas 406 y sincrónicas 404 ocupando diferentes canales de frecuencia, pero compartiendo el tiempo de transmisión. Como se ilustra, la región asincrónica 406 ocupa una región de frecuencia más alta que la región sincrónica 404. Sin embargo, esta disposición es meramente un ejemplo. En otros ejemplos, puede usarse otra segmentación o separación entre la región sincrónica 404 y la región asincrónica 406, por ejemplo, al invertir la ubicación de la región asincrónica y la región sincrónica; al usar dos o más regiones asincrónicas o regiones sincrónicas; al segmentar o separar las regiones respectivas en el dominio del tiempo en lugar de (o además de) el dominio de la frecuencia; etc.

55 Como se ilustra, puede colocarse una banda de protección 408 entre (en el dominio de frecuencia) la región asincrónica 406 y la región sincrónica 404, para reducir y/o evitar interferencias entre las regiones asincrónicas y sincrónicas. En particular, la banda de protección 408 puede reducir o eliminar la fuga de la región asincrónica 406 en la región sincrónica 404. Es decir, por ejemplo, en el dominio de la frecuencia, puede colocarse una banda de protección 408 entre una primera porción de espectro, usada para un modo de acceso al canal sincrónico 404, y otra porción de espectro, usada para un modo de acceso al canal asincrónico 406. El ancho de la banda de protección 408 en el dominio de la frecuencia puede ser pequeño o grande, en función de las características de emisión u otros detalles de las formas de onda usadas en una implementación particular. En un ejemplo (no ilustrado) en el que la región asincrónica está separada de la región sincrónica en el dominio del tiempo, puede colocarse un tiempo de protección entre las regiones sincrónica y asincrónica para tener en cuenta cualquier incertidumbre de tiempo que pueda experimentarse.

65 Como se describe con más detalle a continuación, las formas de onda PHY pueden diseñarse o configurarse de modo que la banda de protección 408, o el límite entre la región asincrónica 406 y la región sincrónica 404, pueda

5 moverse o alterarse de otra manera de manera flexible en una escala de tiempo razonable. Por ejemplo, la frecuencia inicial, la frecuencia final, la frecuencia central, el ancho de banda o cualquier característica de la banda de protección 408 pueden modificarse según sea necesario de acuerdo con cualquier conjunto adecuado de parámetros. En algunos aspectos, descritos con más detalle a continuación, la capa MAC 304 en la entidad de programación 202 (ver en las Figuras 3 y 10) puede reasignar o volver a particionar de forma semiestática, semidinámica o dinámica los recursos de la interfaz aérea entre los la región asincrónica 406, la región sincrónica 404 y la banda de protección 408.

10 Como se ilustra en la Figura 5, dentro de la región sincrónica 404, puede realizarse una mayor segmentación o separación de los recursos de frecuencia de tiempo en el grupo de recursos 402. En otros aspectos de la divulgación, las formas de onda de la capa física dentro de la región sincrónica 404 pueden diseñarse o configurarse para que los diferentes modos de operación puedan multiplexarse juntos de una manera flexible, con particiones o límites entre las partes respectivas de la región sincrónica 404 configurables o cambiables de manera semiestática, semidinámica o dinámica, como se describe más adelante.

15 En la descripción que sigue, se describe una segmentación o separación ilustrativa de la región sincrónica 404 en subregiones asignadas para diferentes esquemas de comunicación. Sin embargo, los expertos en la técnica comprenderán que la segmentación o separación particular descrita a continuación e ilustrada en las Figuras 5-6 es meramente ilustrativa en su naturaleza y no tiene la intención de limitar el ámbito de la divulgación a esta segmentación particular. Es decir, este esquema de segmentación o separación se incluye para ilustrar algunos de los aspectos de la segmentación o separación de la región sincrónica 404 en subregiones correspondientes a varios esquemas de comunicación, y dentro del ámbito de la divulgación, puede usarse cualquier esquema de segmentación o separación adecuada.

20 En algunos ejemplos, dentro de la región sincrónica 404, los recursos de frecuencia de tiempo pueden organizarse de acuerdo con bloques de recursos. Cada bloque de recursos incluye un conjunto de elementos de recursos de frecuencia de tiempo. En el dominio del tiempo, como se ilustra mediante las líneas discontinuas verticales, la región sincrónica 404 puede dividirse en subtramas. Cada subtrama generalmente puede incluir un conjunto de uno o más símbolos. Un conjunto de subtramas puede denominarse trama. Un conjunto de subtramas puede incluir cualquier número adecuado de subtramas. Por ejemplo, el número de subtramas en una trama puede ser fijo o puede variar en función de los detalles de una implementación en particular.

25 En algunos escenarios, una parte de los recursos de frecuencia de tiempo correspondiente a la región sincrónica 404 puede usarse de una manera de sincronización programada. La región de sincronización programada puede proporcionar una gran capacidad para la transferencia masiva de información o para el tráfico moderadamente interactivo. Esta región de sincronización programada puede ser adecuada para el tráfico de baja latencia, tal como para casos altamente interactivos (por ejemplo, táctiles) y de misión crítica, como se describe más adelante en conexión con la Figura 6. Algunos casos de misión crítica pueden incluir cirugías virtuales, operaciones de vehículos autónomos, servicios de protección pública y socorro en casos de desastre (PPDR) tal como la policía, los departamentos de bomberos y los servicios médicos de emergencia, la protección y el control de infraestructura, etc.

35 La subregión de sincronización programada de la región sincrónica 404 puede separarse en subregiones. Estos pueden incluir una región ortogonal 444 y una región superpuesta 446. Dentro de la región ortogonal de sincronización programada 444, diferentes formas de onda pueden multiplexarse en el mismo medio inalámbrico de manera ortogonal, por ejemplo, para que las formas de onda no colisionen entre sí porque se separan en tiempo y/o frecuencia.

40 En otra parte de los recursos de frecuencia de tiempo correspondientes a la región superpuesta de sincronización programada 446 de la región sincrónica 404, las diferentes formas de onda pueden programarse y superponerse entre sí. Por ejemplo, pueden programarse múltiples transmisiones que ocupen los mismos recursos de frecuencia de tiempo dentro de esta región. Este tipo de superposición de formas de onda es conocido por los expertos en la técnica, por ejemplo, dentro de aquellas tecnologías que usan acceso múltiple por división de espacio (SDMA) (por ejemplo, MIMO multiusuario o MU-MIMO), donde múltiples antenas pueden permitir la superposición de diferentes transmisiones en los mismos recursos de frecuencia de tiempo. Es decir, la región sincrónica 404 puede incluir recursos que pueden usarse de manera ortogonal, en la que pueden superponerse múltiples transmisiones sobre las dimensiones de espacio, tiempo y/o frecuencia disponibles para los enlaces. Tal programación superpuesta puede ayudar a mejorar el rendimiento cuando la red está experimentando un SNR extremadamente alta, que puede no usarse de manera óptima por los grados lineales de libertad en el sistema. Es decir, con la programación superpuesta, una entidad de programación 202 puede explotar ciertos grados de libertad no lineales, por ejemplo, a través de la cancelación sucesiva de interferencias u otras técnicas avanzadas, donde pueden enviarse más transmisiones que dimensiones de tiempo/frecuencia para separar. En consecuencia, esas transmisiones múltiples pueden separarse o multiplexarse al usar procesos no lineales que van más allá de las dimensiones del tiempo, la frecuencia o el espacio.

65 Aquí, en algunos aspectos de la presente divulgación, para la señalización superpuesta, pueden usarse múltiples antenas, pero en algunos aspectos de la presente divulgación, bajo ciertas condiciones de SNR, puede tener sentido

que incluso una sola antena se use para la transmisión/recepción, en la que más de una forma de onda puede superponerse en los mismos recursos de frecuencia de tiempo. De manera más general, el número de formas de onda superpuestas en los mismos recursos de frecuencia de tiempo puede exceder el número de antenas de transmisión/recepción en los orígenes y destinos. Esto se conoce generalmente como codificación de superposición o acceso múltiple no ortogonal (NOMA).

En el dominio del tiempo, puede implementarse una segmentación o separación adicional de la región sincrónica 404. La Figura 5 ilustra una segmentación o separación ilustrativa entre la región de sincronización programada (que incluye la región superpuesta de sincronización programada 446 y la región ortogonal de sincronización programada 444 en el ejemplo ilustrado) y una región de sincronización autónoma 442. Por ejemplo, la segmentación o separación entre la región de sincronización programada (444, 446) y la región de sincronización autónoma 442 puede establecerse entre tramas. Sin embargo, la partición entre la región de sincronización programada (444, 446) y la región de sincronización autónoma 442 en el dominio del tiempo es meramente un ejemplo, y dicha partición puede realizarse en el dominio de la frecuencia, o en una combinación de los dominios de tiempo y frecuencia en otros ejemplos. Durante algunas ranuras de tiempo o tramas, un dispositivo puede operar en un modo programado síncrono, donde una estación base, eNodoB u otra entidad de programación 102 puede programar transmisiones de paquetes. Como ejemplo, puede ser el caso de que la entidad de programación 102 se quede sin datos para enviar, y puede haber una brecha correspondiente a los recursos de frecuencia de tiempo no usados. Además, otros nodos, especialmente los nodos de malla, pueden comunicarse con sus propias orígenes y destinos, de manera ad-hoc o autónoma. Es decir, un nodo puede determinar que tiene derecho a usar el canal, y luego puede enviar su transmisión en base a reglas adecuadas para compartir el medio dentro de la región de sincronización autónoma 442. En algunos ejemplos, estas reglas pueden ser en base a un protocolo CSMA, un protocolo CDMA, ALOHA o cualquier otro protocolo adecuado.

Dentro de la región sincrónica 404, siempre y cuando se divida diferentes regiones de frecuencia de tiempo en el dominio de frecuencia, puede eliminarse una banda de protección. Por ejemplo, como se ilustra en la Figura 5, los recursos de frecuencia de tiempo pueden dividirse entre dos regiones, tales como la región superpuesta de sincronización programada 446 y la región ortogonal de sincronización programada 444, sin banda de protección entre estas regiones respectivas. Por supuesto, esta es meramente una opción, y en algunos ejemplos dentro del ámbito de la presente divulgación puede usarse una banda de protección entre las respectivas regiones dentro de la región sincrónica 404 de acuerdo con los detalles de la implementación.

Con referencia ahora a la Figura 6, la partición de la región sincrónica 404 descrita anteriormente e ilustrada en la Figura 5 se ilustra para mostrar la acomodación de los datos para enlaces de misión crítica. En algunos aspectos de la divulgación, una entidad de programación 202 y/o una entidad subordinada 204 pueden encontrar esencialmente cualquier momento la necesidad de enviar datos altamente sensibles al retardo o datos de misión crítica. De acuerdo con varios aspectos de la presente divulgación, tal entidad puede transmitir en consecuencia una transmisión de perforación 452 que incluye sus datos sensibles al retardo o de misión crítica, o en otro ejemplo, puede transmitir una transmisión superpuesta 454 que incluye sus datos sensibles al retardo o de misión crítica.

De acuerdo con algunos ejemplos correspondientes a la transmisión de perforación 452, en lugar de esperar a que finalice una transmisión nominal en curso, estos datos de misión crítica pueden perforar la transmisión nominal. Aquí, las transmisiones nominales son transmisiones programadas que usan recursos de frecuencia de tiempo en la región sincrónica. Estas transmisiones nominales pueden generalmente usar una TTI relativamente larga, aunque puede usarse cualquier longitud de TTI adecuada y, en algunos ejemplos, pueden usarse dos o más TTI diferentes para las transmisiones nominales. Aquí, los recursos de frecuencia de tiempo que se programaron para la transmisión superpuesta de sincronización programada y o para la transmisión ortogonal de sincronización programada pueden reasignarse a la función de misión crítica. Una transmisión previamente programada puede cesar o pausarse temporalmente (por ejemplo, puede ser perforada), para despejar el camino para la transmisión de perforación 452. En algunos ejemplos, cualquier información perdida correspondiente a la transmisión previamente programada y perforada puede recuperarse a través de procedimientos de recuperación adecuados. Por ejemplo, si se esperan tales transmisiones de perforación, los dispositivos pueden usar un esquema conservador de modulación y codificación, lo que permite implementar procedimientos de recuperación de errores. En otro ejemplo, puede usarse un mecanismo de retransmisión adecuado para retransmitir cualquier paquete perdido.

En algunos ejemplos, los datos de misión crítica pueden enviarse en una transmisión superpuesta 454. Esto puede incluir, por ejemplo, transmisiones superpuestas o transmitidas junto con transmisiones nominales programadas previamente en la región superpuesta de sincronización programada 446 y/o la región ortogonal de sincronización programada 444. La superposición de las respectivas transmisiones puede realizarse con la comprensión de que los datos de misión crítica o de baja latencia pueden provocar interferencia a las transmisiones nominales, y las transmisiones nominales pueden provocar interferencia a la transmisión superpuesta 454. Esta interferencia puede manejarse por las respectivas entidades receptoras al usar uno o más mecanismos de recuperación adecuados. Por ejemplo, si se esperan tales transmisiones de superpuestas, los dispositivos pueden usar un esquema conservador de modulación y codificación, lo que permite implementar procedimientos de recuperación de errores. En otro ejemplo, puede usarse un mecanismo de retransmisión adecuado para retransmisiones cualquier paquete perdido.

Los datos sensibles al retardo o de misión crítica en las transmisiones de perforación 452 y/o las transmisiones superpuestas 454 pueden, en algunos ejemplos, ser "delgados." Esta transmisión puede ocupar un intervalo de tiempo de transmisión corto (TTI) en relación con el TTI usado para transmisiones nominales tales como las descritas anteriormente con respecto a la Figura 5. La partición entre tráfico síncrono nominal y de misión crítica puede ser en términos de símbolos. Y las transmisiones delgadas son generalmente más pequeñas que las tramas y subtramas, y pueden ocupar un TTI corto o delgado. Un TTI delgado puede abarcar uno o dos símbolos, por ejemplo. Para comparar, pueden incluirse múltiples símbolos en un TTI nominal, que puede corresponder a una subtrama.

En la ilustración de la Figura 6, las transmisiones de perforación 452 y la transmisión superpuesta 454 se ilustran como que abarcan todo el rango de frecuencia de la región sincrónica 404. Este es meramente un ejemplo para ilustrar el concepto de estas respectivas regiones. Aquellos expertos en la técnica reconocerán la naturaleza ilustrativa de estos ejemplos y comprenderán que las transmisiones de perforación 452 y la transmisión superpuesta 454 pueden abarcar cualquier rango adecuado de frecuencia dentro de la región sincrónica 404, en una cantidad menor o igual a todo el tramo de la región sincrónica 404. Además, mientras que las transmisiones de perforación 452 y la transmisión superpuesta 454 se ilustran como que abarcan menos de una subtrama cada una, estas transmisiones en varios ejemplos pueden abarcar cualquier período de tiempo adecuado, hasta o excediendo una subtrama en duración.

Con referencia ahora a la Figura 7, en otro aspecto de la presente divulgación, la región asincrónica 406 del grupo de recursos 402 puede partitionarse para soportar múltiples modos de acceso a canales diferentes. Las formas de onda de la capa física dentro de la región asincrónica 406 pueden diseñarse o configurarse para que los diferentes modos de operación puedan multiplexarse juntos de una manera flexible. Las particiones pueden estar entre porciones respectivas de la región asincrónica 406 y son configurables o cambiables de manera semiestática, semidinámica o dinámica, como se describe más adelante.

En la descripción que sigue, se describe una partición ilustrativa de la región asincrónica 406 entre diferentes esquemas de comunicación. Sin embargo, los expertos en la técnica comprenderán que la partición particular descrita a continuación e ilustrada en las Figuras 7-8 es meramente ilustrativo en su naturaleza y no tienen la intención de limitar el ámbito de la divulgación a esta partición particular. Es decir, este esquema de partición se incluye para ilustrar algunos de los aspectos de la partición de la región asincrónica 406 entre varios esquemas de comunicación, y dentro del ámbito de la divulgación, puede usarse cualquier esquema de partición adecuado.

Como se ilustra en la Figura 7, pueden usarse diferentes modos de acceso al canal asincrónico no ortogonal, tal como el acceso múltiple por división de código (CDMA) y el acceso aleatorio, aunque puede usarse cualquier modo de acceso al canal asincrónico no ortogonal adecuado dentro de la región asincrónica 406 dentro del ámbito de la presente divulgación. Por ejemplo, un esquema de acceso de canal CDMA asincrónico puede ocupar una región asincrónica CDMA 462 de los recursos de frecuencia de tiempo en la región asincrónica 406. En CDMA, bien conocido por los expertos en la técnica, diferentes usuarios ocupan los mismos recursos de frecuencia de tiempo, pero hay una ganancia de codificación y propagación suficiente para combatir la interferencia provocada por otros usuarios.

Además, un esquema de acceso aleatorio asincrónico puede ocupar una región de acceso aleatorio asincrónico 464 de los recursos de frecuencia de tiempo en la región asincrónica 406. En un esquema basado en la contención de acceso aleatorio, también conocido por los expertos en la técnica, cada usuario puede elegir un canal o una porción de los recursos de frecuencia de tiempo esencialmente al azar, con la esperanza de que ningún otro usuario elija el mismo recurso. Si no hay colisiones, el paquete pasaría con éxito, pero si hubiera colisiones, el paquete puede retransmitirse.

Como se ilustra, en algunos ejemplos una banda de protección adecuada 466 puede separar la región asincrónica CDMA 462 de la región de acceso aleatorio asincrónico 464 de la región asincrónica 406, en un ejemplo en el que estas regiones se separan entre sí en el dominio de la frecuencia. Por supuesto, el uso de la banda de protección 466 dentro de la región asincrónica 406 para separar diferentes regiones con diferentes esquemas de acceso al canal puede ser opcional, y puede eliminarse en algunas implementaciones dentro del ámbito de la presente divulgación. El ancho de la banda de protección 466 en el dominio de la frecuencia puede ser pequeño o grande, en función de las características de emisión u otros detalles de las formas de onda usadas en una implementación particular. En un ejemplo (no ilustrado) en el que la región asincrónica CDMA se separa de la región de acceso aleatorio asincrónico en el dominio del tiempo, puede colocarse un tiempo de protección entre las regiones sincrónica y asincrónica para tener en cuenta cualquier incertidumbre de tiempo que pueda experimentarse.

Como se describe con más detalle a continuación, las formas de onda PHY pueden diseñarse o configurarse de modo que la banda de protección 466, o el límite entre la región asincrónica CDMA 462 y la región de acceso aleatorio asincrónico 464, pueda moverse o alterarse de otra manera de forma flexible durante una escala de tiempo razonable. Por ejemplo, la frecuencia inicial, la frecuencia final, la frecuencia central, el ancho de banda o cualquier característica de la banda de protección 466 pueden modificarse según sea necesario de acuerdo con cualquier conjunto adecuado de parámetros. En algunos aspectos, descritos con más detalle a continuación, la capa MAC 304

en la entidad de programación 202 (ver en las Figuras 3 y 10) puede reasignar o volver a particionar de forma semiestática, semidinámica o dinámica los recursos de la interfaz aérea entre los la región asincrónica CDMA 462, la región de acceso aleatorio asincrónico 464 y la banda de protección 466.

5 Con referencia ahora a la Figura 8, en un aspecto adicional de la divulgación, además de los modos de acceso al canal no ortogonal descritos anteriormente (por ejemplo, CDMA y acceso aleatorio), los modos de acceso al canal ortogonal pueden ocupar adicional o alternativamente al menos una porción de la región asincrónica 406 del grupo de recursos 402. Por ejemplo, un esquema de acceso al canal asincrónico CSMA/LBT (detección de canal, acceso múltiple, escuchar antes de hablar), como se ejemplifica en algunas implementaciones de Wi-Fi convencionales, puede ocupar una región asincrónica CSMA/LBT 468 de los recursos de frecuencia de tiempo dentro de la región asincrónica 406. En términos generales, CSMA y LBT se refieren esencialmente a lo mismo, aunque una variedad de protocolos puede usar estos esquemas con referencia a uno u otro, tal como Wi-Fi, LTE-U en bandas sin licencia (LTE-U), HC, etc. Estos esquemas asincrónicos de CSMA/LBT generalmente implican detectar o escuchar el canal, hacer una predicción de que ningún otro usuario usa el canal y, en consecuencia, ocupar el canal si los recursos están disponibles.

Dichos modos ortogonales asincrónicos pueden optimizarse para la coexistencia con implementaciones independientes y pueden soportar la coexistencia con Wi-Fi y LTE-U mediante el uso de protocolos CSMA/LBT. Además, este modo puede soportar acceso aleatorio/ALOHA para ráfagas cortas de UE (ortogonales si no hay colisión) y para transferencias de malla de Internet de todo (IOE).

En el ejemplo ilustrado en la Figura 8, la región asincrónica se divide en tres subregiones. Estos pueden incluir la región CDMA asincrónica 462, la región de acceso aleatorio asincrónica 464 y la región asincrónica CSMA/LBT 468. Como se ilustra, cuando la región de acceso aleatorio asincrónico 464 se separa de cualquier otra subregión en la dimensión de frecuencia, puede usarse una banda de protección 466 entre la región de acceso aleatorio asincrónico 464 y la otra subregión o subregiones. En consecuencia, puede reducirse o prevenirse la fuga de la comunicación de acceso aleatorio a su subregión o subregiones adyacentes. Además, la banda de protección 466 también puede proteger la propia región de acceso aleatorio asincrónico 464, donde el acceso puede fallar si CDMA u otra comunicación asincrónica se filtra en la región de acceso aleatorio asincrónico 464. Mientras que una disposición particular de estos modos se muestra en la Figura 8, este es meramente un ejemplo, y cualquier disposición adecuada de los respectivos modos, regiones o subregiones puede realizarse dentro de la región asincrónica 406, al separar las subregiones respectivas de acuerdo con el tiempo, de acuerdo con la frecuencia o de acuerdo con una combinación de tiempo y frecuencia.

35 Pasando ahora a la Figura 9, se proporciona un diagrama esquemático que ilustra un ejemplo que reúne varios de los modos descritos anteriormente en un espectro para su uso por un sistema de comunicación inalámbrica y dispositivos de comunicación (por ejemplo, dispositivos de programación y subordinados). En esta ilustración, se ilustran dos grupos de recursos secuenciales 402a y 402b. En algunos ejemplos, los recursos de frecuencia de tiempo de la interfaz aérea pueden dividirse en cualquier número de grupos de recursos secuenciales 402, y los dos grupos de recursos 402a y 402b se proporcionan meramente para ilustrar el concepto de grupos de recursos secuenciales. De acuerdo con varios aspectos de la divulgación, el espectro ilustrado en la Figura 9, que incluye el acceso al canal mediante una pluralidad de modos PHY, puede controlarse por una sola capa MAC 304 en una entidad de programación 202 (véanse las Figuras 3 y 10).

45 Como se ilustra, y como se describe anteriormente, cada grupo de recursos 402a y 402b puede incluir una región sincrónica y una región asincrónica. Cada una de estas regiones puede dividirse en una pluralidad de subregiones correspondientes a diferentes modos de acceso al canal y/o formas de onda PHY, como se describió anteriormente. Por ejemplo, el conjunto general de recursos de frecuencia de tiempo de cada grupo de recursos 402 puede dividirse en una pluralidad de subbandas, subporciones o regiones, y en cada segmento o región pueden usarse diferentes formas de onda PHY y modos de acceso PHY.

En algunos aspectos de la divulgación, puede configurarse una entidad de programación 202 para controlar o mover dinámicamente los límites entre diferentes modos, regiones o subregiones, ya sea sobre una base semiestática, una base semidinámica o una base dinámica.

55 Por ejemplo, las particiones o límites en el dominio de tiempo dentro de la región sincrónica pueden moverse sobre una base dinámica (o semidinámica). Dentro de la presente divulgación, los términos adaptación dinámica y semidinámica de un límite pueden referirse a la adaptación del límite con una granularidad mayor o menor, y semidinámico generalmente se refiere a una mayor granularidad (es decir, una adaptación más lenta) que la de una adaptación dinámica. Con referencia a la Figura 9, las flechas horizontales negras sólidas 902 simbolizan los límites adaptativos semidinámicos entre las subregiones programadas y autónomas dentro de la región sincrónica del grupo de recursos 402.

65 Además, los límites de la dimensión de frecuencia entre los modos ortogonales programados y los modos superpuestos programados dentro de la región sincrónica pueden reconfigurarse en la capa MAC 304 de la entidad de programación 202 sobre una base dinámica o semidinámica. Con referencia de nuevo a la Figura 9, las flechas

verticales negras sólidas 904 simbolizan los límites adaptativos entre las subregiones ortogonales y superpuestas dentro de la región sincrónica del grupo de recursos 402.

Dentro de la región sincrónica, los usuarios generalmente están en sincronización activa con la red, por lo que los límites entre subregiones pueden cambiarse sin que los usuarios pierdan su sincronización. Por ejemplo, en el esquema ilustrado, los límites de la dimensión temporal o los límites de subtrama entre los modos autónomos por sincronización y los modos programados por sincronismo, o los límites de dimensión de frecuencia entre los modos ortogonales programados por sincronización y superpuestos programados por sincronización pueden adaptarse o reconfigurarse en la capa MAC 304 sobre una base dinámica o semidinámica, de acuerdo con cualquier factor o parámetro adecuado disponible para la capa MAC. Una entidad subordinada 204 puede ser notificada de cualquier reasignación de recursos o cambio o adaptación en el límite en el dominio de tiempo o frecuencia entre modos PHY al usar una señalización adecuada entre la entidad de programación 202 y la entidad subordinada 204, por ejemplo, al usar un canal de control de enlace descendente adecuado 208 (ver la Figura 2).

Aún más, aunque la Figura 9 no ilustra ningún enlace TTI de misión crítica, delgado o corto (ver la descripción anterior en relación con la Figura 6) que anula a otros recursos asignados dentro de la región sincrónica. Sin embargo, en varios aspectos de la divulgación, la capa MAC 304 puede anular una asignación de recursos existente, y la ubicación de estos enlaces de misión crítica y sus límites con transmisiones nominales (por ejemplo, dentro de los modos PHY ortogonales, superpuestos y/o autónomos) pueden reconfigurarse en la capa MAC 304 sobre una base dinámica (por ejemplo, dentro de una subtrama).

En otro aspecto de la divulgación, la entidad de programación 202 puede mover o adaptar varios límites dentro de la región asincrónica 406 sobre una base semiestática. Es decir, estos límites pueden fijarse durante un período de tiempo predeterminado o extendido, tal como por ejemplo para una pluralidad de tramas. En algunos ejemplos, los límites o el conjunto de recursos programados dentro de la región asincrónica 406 para un grupo de recursos dado 402 pueden cambiarse mediante señalización de difusión desde la entidad de programación 202 a todo el conjunto de entidades en comunicación con la entidad de programación 202, como se describe más adelante. Es decir, los usuarios que operan bajo un modo PHY asincrónico pueden no escuchar o rastrear los cambios en la asignación de recursos con mucha regularidad y, en consecuencia, puede usarse una escala de tiempo relativamente grande (en relación con las adaptaciones semidinámicas y dinámicas descritas anteriormente en la región sincrónica) para los cambios de límites en la región asincrónica 406. De esta manera, todos los usuarios de recursos en la región asincrónica 406 pueden actualizar y reconocer nuevas configuraciones de acuerdo con la información transportada en la señalización de difusión. En otro ejemplo, los cambios de límites semiestáticos en la región asincrónica pueden realizarse de acuerdo con una programación (por ejemplo, una programación predeterminada) conocida por la entidad de programación 202 y las entidades subordinadas 204. Con referencia a la Figura 9, las flechas verticales blancas 906 simbolizan algunos de los límites adaptativos semiestáticos que pueden modificarse al usar señalización de difusión sobre una base semiestática. Por ejemplo, los límites en el dominio de la frecuencia entre el CDMA asincrónico y las regiones de acceso aleatorio asincrónico dentro de la región asincrónica del grupo de recursos 402 pueden modificarse como se describe. Aquí, no solo pueden adaptarse los límites de la región CDMA asincrónica y la región de acceso aleatorio asincrónico en sí, sino que adicionalmente o alternativamente, los límites de la banda de protección entre estas regiones pueden adaptarse sobre una base semiestática como se describió anteriormente.

Además, los límites en el dominio de la frecuencia entre las regiones sincrónicas y asincrónicas, que incluye la ubicación y el ancho de una banda de protección entre estas regiones (si se usa) pueden alterarse al usar la señalización de difusión sobre una base semiestática. Por ejemplo, la señalización de difusión puede transmitirse desde una entidad de planificación a una entidad subordinada para realizar alteraciones o cambios en los límites entre las regiones sincrónica y asincrónica, y cualquier banda de protección intermedia, sobre una base semiestática. En otro ejemplo, el límite en el dominio del tiempo entre conjuntos de subtramas, y la longitud de las tramas, pueden adaptarse o ajustarse adicionalmente sobre una base semiestática, por ejemplo, al usar la señalización de difusión como se describió anteriormente.

En otro ejemplo, los límites en el dominio del tiempo entre los grupos de recursos 402, y/o incluso la duración o la longitud de dados grupos de recursos 402, pueden controlarse al usar la señalización de difusión sobre una base semiestática. Con referencia a la Figura 9, las flechas horizontales blancas 908 simbolizan un límite adaptativo semiestático entre los grupos de recursos 402a y 402b, lo que representa que este límite puede controlarse semiestáticamente al usar la señalización de difusión como se describe.

Con referencia ahora a la Figura 10, se proporciona un diagrama esquemático para ilustrar otro ejemplo de intercambio de recursos de frecuencia de tiempo dentro de una serie de grupos de recursos. En la Figura 10, se incluyen etiquetas para ilustrar algunos ejemplos de tipos de tráfico que podrían usar las regiones dadas descritas anteriormente. Estos ejemplos son de naturaleza meramente ilustrativa para ayudar a comprender mejor algunos de los conceptos de la presente divulgación, y los expertos en la técnica comprenderán fácilmente que otros tipos o categorías de tráfico pueden usar las regiones o subregiones dadas de un grupo de recursos dados.

En el ejemplo ilustrado, como se ilustra en la Figura 10, la comunicación entre un teléfono inteligente y la infraestructura pueden asignarse recursos nominales dentro de la región de sincronización programada de una serie de grupos de recursos. Un nodo de malla puede usar la región de sincronización autónoma y/o las regiones asincrónicas.

Las porciones asincrónicas pueden usarse por un terminal o nodos hoja en un sistema de malla que incluye dispositivos con limitaciones de energía que están exentos de los requisitos de sincronización y pueden transmitir de manera asincrónica. Los nodos de nivel superior en una red de malla pueden usar el modo de operación sincrónico. Por lo general, pueden usar la parte de sincronización autónoma.

La WAN IOE se refiere al Internet de todo, al usar una red de área amplia. Una red LAN IOE puede definirse, por ejemplo, mediante los estándares IEEE. La IOE WAN puede soportar la IOE en una amplia área geográfica que incluye las implementaciones al aire libre. Este ejemplo de tráfico de comunicaciones puede usarse para soportar usos automotrices, usos domésticos inteligentes, usos de ciudades inteligentes e incluso relojes inteligentes u otra tecnología portátil. Los usos automotrices pueden incluir conectividad en el automóvil, detección e interacción del entorno, mayor eficiencia y seguridad del conductor, etc. Los usos del hogar inteligente pueden incluir tecnología de hogar conectado que puede permitir sensores inteligentes, automatización del hogar, conservación de energía, etc. Los usos de las ciudades inteligentes pueden incluir redes en edificios, redes de energía inteligente, sistemas de monitoreo biométrico, etc.

Para permitir estas adaptaciones semiestáticas, semidinámicas y dinámicas de los límites entre regiones y subregiones en un grupo de recursos, en varios aspectos de la presente divulgación, la capa MAC 304 en la entidad de programación 202 (ver la Figura 3) puede incluir un administrador de recursos. La Figura 11 es un diagrama esquemático que ilustra algunos de los componentes funcionales para un administrador de recursos dentro de una capa MAC 304 para soportar una interfaz aérea unificada (UAI) como se describe anteriormente, de acuerdo con algunos ejemplos dentro del ámbito de la presente divulgación. Aquí, los bloques funcionales en la Figura 11 puede residir dentro de una entidad MAC o capa MAC 304 dentro de una entidad de programación 202. La entidad de programación 202 puede residir dentro, ser un componente de, o ser una estación base, un equipo de usuario, una femtocelda o cualquier otro nodo de red adecuado en una red de comunicación inalámbrica.

En general, el administrador de recursos ilustrado en la Figura 11 puede usarse para proporcionar ciertas transmisiones de control de enlace descendente 208 (ver la Figura 2). Por ejemplo, como se describe con más detalle a continuación, uno o más de los resultados del administrador de recursos pueden ser una asignación de recursos para recursos de frecuencia de tiempo en un grupo de recursos. Aquí, una transmisión de control de enlace descendente 208 puede incluir una concesión u otra información de programación adecuada transmitida a una o más entidades subordinadas, al indicar la asignación de recursos. En varios aspectos de la divulgación, estas transmisiones de control 208 pueden realizarse al usar cualquier capa PHY 306 adecuada (ver la Figura 3), no necesariamente limitada a la capa PHY 306 a la que se aplica la transmisión de control 208. Por ejemplo, el administrador de recursos puede determinar programar recursos de frecuencia de tiempo para que una primera capa PHY 306a para usarse dentro de una región sincrónica 404 de un grupo de recursos 402. Aquí, el administrador de recursos puede transmitir información de control que incluye información de programación para la primera capa PHY 306a a usar, donde la información de control puede transmitirse al usar la primera capa PHY 306a, una segunda capa PHY 306b o cualquier otra capa PHY.

Con referencia a la Figura 11, en el nivel superior se ilustra un administrador de recursos semiestático 1102. Como se ilustra, el administrador de recursos semiestático 1102 puede tomar, como parámetros de entrada, información sobre la coordinación entre celdas, estadísticas de uso de recursos de diferentes modos de acceso PHY y llegada/salida y activación/desactivación de flujos. Esta información puede recopilarse en varios ejemplos por la entidad de programación 202 al usar la señalización adecuada de las entidades subordinadas 204, la señalización de otras entidades de programación (por ejemplo, la señalización de coordinación entre celdas), o de la propia entidad de programación 202 que monitorea el uso de los recursos en la interfaz de aire.

La señalización de coordinación entre celdas puede incluir una variedad de información señalizada entre celdas. Por ejemplo, dicha señalización de coordinación entre celdas puede incluir una solicitud o una concesión de recursos de radio asociados con una región hacia o desde una celda vecina. La señalización de coordinación entre celdas también puede incluir un informe del uso de recursos pasado o previsto para regiones particulares por parte de una celda, a sus celdas vecinas. Por ejemplo, si una región dada está muy concurrida mientras que otras regiones no están muy concurridas, entonces claramente, sería beneficioso asignar más recursos a la región concurrida, de modo que no se quede sin capacidad, sin afectar a las regiones menos concurridas.

Además, las estadísticas de uso de recursos pueden incluir una variedad de estadísticas relacionadas con el uso de cada uno de los modos PHY en uso. Por ejemplo, la proporción de cada grupo de recursos asignado a cada modo PHY, o la proporción de una región dada de un grupo de recursos asignado a varios modos PHY, puede estar entre las estadísticas de uso de recursos recopiladas. Además, las cantidades de recursos usados durante un período de tiempo dado, no necesariamente limitadas a un grupo de recursos en particular, pueden estar entre las estadísticas de uso de recursos recopiladas.

Aún más información en el administrador de recursos semiestático 1102 puede ser en forma de información sobre la llegada o salida de flujos usados por varias entidades subordinadas, así como la activación o desactivación de flujos existentes usados por varias entidades subordinadas. Aquí, los flujos a partir de los que puede generarse esta información pueden ser de diferentes tipos, tal como dispositivos de Internet de todo (IOE) como sensores; teléfonos inteligentes que pueden ser de alto rendimiento y consumir grandes cantidades de datos; flujos de mmW con un rendimiento extremadamente grande; o flujos de misión crítica que pueden exigir una latencia extremadamente baja, como solo algunos ejemplos. Por ejemplo, si se inicia un nuevo flujo dentro de un grupo de recursos 402, el administrador de recursos semiestático 1102 puede adaptar la asignación de recursos para acomodar este nuevo flujo. En consecuencia, el administrador de recursos semiestático 1102 puede alterar o adaptar los límites entre varias regiones o subregiones del grupo de recursos 402 para acomodar el nuevo flujo de misión crítica sin afectar negativamente a otros flujos. Por lo tanto, la partición de recursos puede reajustarse adecuadamente entre síncrono y asíncrono, autónomo y programado, etc., como se ilustra en la Figura 9.

En un ejemplo similar, si un flujo existente dentro de un grupo de recursos 402 se termina o desactiva, el administrador de recursos semiestático 1102 puede, en algunos ejemplos, adaptar la asignación de recursos para llenar el grupo de recursos con otros flujos existentes, o puede alterar o adaptar de otro modo los límites de las regiones o subregiones del grupo de recursos 402 para acomodar los flujos existentes y/o esperados.

Al usar estos parámetros de entrada, el administrador de recursos semiestático 1102 puede colocar los límites entre diferentes regiones o subregiones que no pueden moverse fácilmente (o en absoluto) muy rápidamente. Como ejemplo, el administrador de recursos semiestático 1102 puede ajustar los recursos semiestáticos en el orden de una vez cada varios cientos de ms. Por ejemplo, el límite entre las regiones sincrónicas y asíncronas, y la banda de protección entre ellas (si se usa); y límites entre las diferentes subregiones dentro de la región asíncrona, y la banda de protección entre ellos (si se usa) puede ser de naturaleza semiestática.

El administrador de recursos semiestático 1102 puede proporcionar sus decisiones a una entidad de asignación de recursos semiestática 1104. En algunos aspectos de la divulgación, de acuerdo con la entrada del administrador de recursos semiestático 1102, la entidad de asignación de recursos semiestática 1104 puede anunciar las decisiones del administrador de recursos semiestático 1102 al usar la señalización de información del sistema. Aquí, esta señalización de información del sistema puede corresponder a una transmisión de control de enlace descendente 208, al usar una o más capas PHY 306 adecuadas, como se describió anteriormente. Como ejemplo descriptivo, LTE y otras redes 3GPP difunden mensajes de bloque de información del sistema (SIB), que pueden considerarse iguales o similares a la señalización de información del sistema descrita en la presente memoria. En un aspecto de la presente divulgación, la señalización de estos SIB puede usarse para informar a los usuarios cercanos de la interfaz aérea que partes del espectro están asignadas para regiones sincrónicas y asíncronas, y dentro de la región asíncrona, que porciones se asignan a las diferentes formas de onda PHY o modos de acceso al canal tal como CDMA, CSMA, acceso aleatorio, etc. Estas decisiones pueden seguir siendo válidas en múltiples tramas, que se cambian de forma semiestática. Es decir, en algunos aspectos de la divulgación, las transmisiones de la información del sistema (por ejemplo, señalización SIB) pueden realizarse de acuerdo con un intervalo correspondiente a una pluralidad de tramas de transmisión. Las entidades subordinadas u otros dispositivos que usan la interfaz aérea pueden monitorear estas difusiones SIB programadas para recibir información sobre las regiones o subregiones dentro de un grupo de recursos dado, que incluye las adaptaciones semiestáticas a los límites entre las respectivas regiones o subregiones.

En otro aspecto de la divulgación, la asignación de recursos semiestática realizada de acuerdo con la información del administrador de recursos semiestático 1102 puede tomarse en cuenta por un administrador de recursos semidinámico/dinámico 1106. En algunos aspectos, como una entrada adicional más allá de la de la entidad de asignación de recursos semiestática 1104, el administrador de recursos semidinámico/dinámico 1106 puede tener en cuenta el estado de la memoria intermedia de los flujos activos. Es decir, el administrador de recursos semidinámico/dinámico 1106 puede tener en cuenta el estado actual de la memoria intermedia en la entidad de programación 202, o la cantidad de datos que hay en una memoria intermedia o cola en la memoria en la entidad de programación 202 correspondiente al flujo.

El administrador de recursos semidinámico/dinámico 1106 puede proporcionar sus decisiones a una entidad de asignación de recursos semidinámico/dinámico 1108. En algunos aspectos de la divulgación, de acuerdo con la entrada del administrador de recursos semidinámico/dinámico 1106, la entidad de asignación de recursos semidinámico/dinámico 1108 puede anunciar las decisiones del administrador de recursos semidinámico/dinámico 1106 al usar uno o más mensajes de señalización adecuados. Aquí, estos mensajes de señalización pueden corresponder a una transmisión de control de enlace descendente 208, al usar una o más capas PHY 306 adecuadas, como se describió anteriormente. Es decir, en base al estado de la memoria intermedia del flujo o flujos activos, y los parámetros recibidos de la entidad de asignación de recursos semiestática 1104, el administrador de recursos semidinámico/dinámico 1106 puede proporcionar información a una entidad de asignación de recursos semidinámico/dinámico 1108, que puede realizar una asignación de recursos real para su uso por una o más entidades subordinadas. Esta asignación de recursos puede considerarse una revisión o un refinamiento de la asignación de recursos del administrador de recursos semiestático 1102/1104.

La entidad de asignación de recursos semidinámico/dinámico 1108 puede, en varios ejemplos, transmitir las decisiones tomadas por el administrador de recursos semidinámico/dinámico 1106 por medio de mensajes de señalización adecuados. Por ejemplo, las asignaciones de recursos pueden comunicarse al usar transmisiones de información del sistema; usar transmisiones de información de programación superpuestas; y/o al usar transmisiones de señalización de anulación de misión crítica, como se describe con más detalle a continuación. Aquí, como se describió anteriormente, cada una de estas difusiones de información del sistema, programación superpuesta y/o transmisiones de señalización de anulación de misión crítica pueden corresponder a una transmisión de control de enlace descendente 208, al usar una o más capas PHY 306 adecuadas.

Por ejemplo, en algunos aspectos de la divulgación, los cambios, adaptaciones o alteraciones relativamente lentos a los recursos asignados (por ejemplo, adaptaciones semidinámicas en un intervalo de múltiples subtramas) pueden comunicarse al usar la señalización de difusión de información del sistema, como se describió anteriormente en relación con el administrador de recursos semiestático 1102 (por ejemplo, al usar difusiones SIB). Aquí, la señalización de difusión de información del sistema puede, en algunos ejemplos, transmitirse con no tan poca frecuencia como la base semiestática, pero puede cambiarse a lo largo de una granularidad de tiempo más pequeña, por ejemplo, correspondiente a un conjunto de dos o más subtramas. Es decir, en algunos aspectos, las difusiones de información del sistema pueden tener lugar con menos frecuente, en el caso de la asignación de recursos semiestática o de múltiples tramas, y/o con mayor frecuencia, en el caso de la asignación de recursos semidinámicos o múltiples subtramas. La asignación de recursos indicada en estas transmisiones puede incluir en algunos ejemplos un intervalo autónomo de sincronización. Aquí, el intervalo autónomo de sincronización puede referirse a un tiempo o una frecuencia cuando la región de sincronización programada (es decir, la región superpuesta de sincronización programada 446 y/o la región ortogonal de sincronización programada 444) se inicia o se detiene, de modo que el resto de las ranuras de tiempo o los recursos de frecuencia pueden usarse para un modo de transmisión autónomo de sincronización 442.

En otro aspecto, la entidad de asignación de recursos semidinámico/dinámico 1108 puede asignar recursos dentro de un modo superpuesto programado por sincronización (descrito anteriormente, por ejemplo, en relación con la Figura 5) por subtrama o en una base semidinámica. Es decir, en algunos aspectos de la presente divulgación, el término programación semidinámica puede referirse a dos escalas de tiempo diferentes: por ejemplo, múltiples subtramas (como con la señalización de información del sistema para intervalos autónomos de sincronización) y por subtrama (como con señalización para la programación superpuesta). Por lo tanto, la entidad de programación 202 puede transmitir una señalización adecuada (por ejemplo, información de programación superpuesta) configurada para indicar adaptaciones, cambios o alteraciones en los recursos correspondientes a la región superpuesta de sincronización programada 446 sobre una base semidinámica, por ejemplo, en cada subtrama. Aquí, la señalización por subtrama para la programación semidinámica del modo superpuesto programado por sincronización puede realizarse en forma de transmisiones unidifusión, dirigidas a usuarios particulares de la región superpuesta del grupo de recursos.

En otro aspecto, la entidad de asignación de recursos semidinámico/dinámico 1108 puede asignar recursos para flujos de misión crítica o anulación en una escala de tiempo aún más rápida, por ejemplo, a intervalos inferiores a una subtrama (es decir, señalización dentro de una subtrama). Esta señalización de anulación de misión crítica puede realizarse dentro en una subtrama o en una base muy dinámica. Por lo tanto, la entidad de programación 202 puede transmitir una señalización adecuada configurada para indicar una anulación de misión crítica de recursos de frecuencia de tiempo previamente asignados sobre una base dinámica, por ejemplo, en base a un intervalo de tiempo de transmisión (TTI) delgado o corto. Como ejemplo, la transmisión dinámica de la señalización de anulación de misión crítica puede realizarse tan rápido como una base por símbolo.

En varios aspectos, la señalización de anulación de misión crítica proporcionada por la entidad de asignación de recursos 1108 puede difundirse o unidifundirse, en función de la eficiencia necesaria. Por ejemplo, la entidad de programación 202 puede enviar una señal de difusión para informar a la red que una señal de misión crítica dada puede pisar o interferir con una o más transmisiones nominales. Sin embargo, la entidad de programación 202 puede enviar una señal de unidifusión para informar a un usuario particular de que se le han concedido recursos, por ejemplo, sobre una base de TTI corta o delgada, para la señalización de misión crítica y baja latencia.

Mientras asigna recursos, la entidad de asignación de recursos semidinámico/dinámico 1108 puede, en algunos ejemplos, rastrear el uso de recursos de la interfaz aérea. Aquí, en algunos aspectos de la divulgación, la entidad de asignación de recursos semidinámico/dinámico 1108 puede proporcionar esta información de uso de recursos al administrador de recursos semiestático 1102. De esta manera, como se describió anteriormente, el administrador de recursos semiestático 1102 puede ajustar los límites más rígidos dentro de un grupo de recursos en una escala de tiempo semiestática.

La Figura 12 es un diagrama conceptual que ilustra un ejemplo de una implementación de hardware para un aparato 1200 que emplea un sistema de procesamiento 1214. De acuerdo con varios aspectos de la divulgación, un elemento, o cualquier porción de un elemento, o cualquier combinación de elementos puede implementarse como un sistema de procesamiento 1214 que incluye uno o más procesadores 1204. Por ejemplo, el aparato 1200 puede ser una entidad de programación, una estación base (BS) o cualquier otro nodo de red adecuado, como se ilustra en las

Figuras 1, 2, 3 y/o 11. Los ejemplos de procesadores 1204 incluyen microprocesadores, microcontroladores, procesadores de señal digital (DSP), matrices de puertas programables de campo (FPGA), dispositivos lógicos programables (PLD), máquinas de estado, lógica cerrada, circuitos de hardware discretos y otro hardware adecuado configurado para realizar las diversas funcionalidades que se describen a lo largo de esta divulgación. Es decir, el procesador 1204, tal como se usa en un aparato 1200, puede usarse para implementar cualquiera o más de los procesos descritos anteriormente.

En este ejemplo, el sistema de procesamiento 1214 puede implementarse con una arquitectura de bus, representada generalmente por el bus 1202. El bus 1202 puede incluir cualquier número de buses y puentes interconectados en función de la aplicación específica del sistema de procesamiento 1214 y las restricciones generales de diseño. El bus 1202 enlaza varios circuitos que incluyen uno o más procesadores (representados generalmente por el procesador 1204), una memoria 1205 y medios legibles por ordenador (representados generalmente por el medio legible por ordenador 1206). El bus 1202 puede enlazar varios otros circuitos tales como fuentes de temporización, periféricos, reguladores de voltaje y circuitos de administración de energía, que son bien conocidos en la técnica y, por lo tanto, no se describirán de forma más. Una interfaz de bus 1208 proporciona una interfaz entre el bus 1202 y uno o más transceptores 1210. Los transceptores 1210 proporcionan un medio para la comunicación con varios otros aparatos sobre un medio de transmisión. En varios ejemplos, los transceptores 1210 pueden incluir una o más antenas, y en ejemplos de múltiples antenas, pueden habilitarse para determinar un ángulo desde el que llega una señal recibida, o para la formación de haces de señales transmitidas. El transceptor 1210 puede incluir varios subcomponentes configurados para permitir la comunicación inalámbrica, que incluye, entre otros, uno o más amplificadores de potencia, un transmisor, un receptor, filtros, osciladores, etc. En algunos ejemplos, una pluralidad de transceptores 1210 puede corresponder a la pluralidad de capas PHY o entidades de comunicación física 306 (ver la Figura 3). Es decir, como se describió anteriormente, la capa MAC o el controlador de entidad MAC puede proporcionar un control unificado sobre una pluralidad de entidades de comunicación física 306 o transceptores 1210. En ejemplos adicionales, un transceptor 1210 puede incluir dos o más entidades de comunicación física 306. Además, dependiendo de la naturaleza del aparato, también puede proporcionarse una interfaz de usuario 1212 (por ejemplo, teclado, pantalla, altavoz, micrófono, joystick).

El procesador 1204 es responsable de administrar el bus 1202 y del procesamiento general, que incluye la ejecución del software almacenado en el medio legible por ordenador 1206. El software, cuando se ejecuta por el procesador 1204, provoca que el sistema de procesamiento 1214 realice las diversas funciones que se describen a continuación para cualquier aparato en particular. El medio legible por ordenador 1206 también puede usarse para almacenar datos manipulados por el procesador 1204 al ejecutar el software.

En varios aspectos de la divulgación, el procesador 1204 puede incluir circuitos configurados para controlar una o más entidades MAC en la capa MAC 304 (por ejemplo, de acuerdo con la Figura 11), y circuitos configurados para controlar una o más entidades de comunicación física en las capas PHY 306 (ver la Figura 3). Además, el procesador 1204 puede incluir circuitos configurados para rastrear el uso de recursos de frecuencia de tiempo y la programación de frecuencia de tiempo a lo largo del tiempo, para su uso en una entidad MAC de la capa MAC 304 como entrada al administrador de recursos semiestático 1102, descrito anteriormente en relación con la Figura 11. En algunos ejemplos, cada uno de estos circuitos puede operar en coordinación con el software almacenado en el medio legible por ordenador, que incluye el código para llevar a cabo instrucciones para hacer que el procesador 1204 implemente las funciones descritas en la presente memoria.

En algunos aspectos de la divulgación, la memoria 1205 puede incluir uno o más búferes o colas para almacenar en búfer paquetes de datos para flujos correspondientes a varias regiones o subregiones de un grupo de recursos. Además, la memoria 1205 puede incluir almacenamiento para varias estadísticas de uso de recursos, para su uso por el administrador de recursos semiestático 1102 como se describió anteriormente en relación con la Figura 11.

Uno o más procesadores 1204 en el sistema de procesamiento pueden ejecutar el software. El software se interpretará de manera amplia en el sentido de instrucciones, conjuntos de instrucciones, código, segmentos de código, código de programa, programas, subprogramas, módulos de software, aplicaciones, aplicaciones de software, paquetes de software, rutinas, subrutinas, objetos, ejecutables, subprocesos de ejecución, procedimientos, funciones, etc., ya sea que se denomine como software, microprograma, software intermedio, microcódigo, lenguaje de descripción de hardware o de cualquier otra manera. El software puede residir en un medio legible por ordenador 1206. El medio legible por ordenador 1206 puede ser un medio no transitorio legible por ordenador. Un medio legible por ordenador no transitorio incluye, a manera de ejemplo, un dispositivo de almacenamiento magnético (por ejemplo, disco duro, disquete, banda magnética), un disco óptico (por ejemplo, un disco compacto (CD) o un disco versátil digital (DVD)), una tarjeta inteligente, un dispositivo de memoria flash (por ejemplo, una tarjeta, un lápiz o una unidad de llave), una memoria de acceso aleatorio (RAM), una memoria de sólo lectura (ROM), una ROM programable (PROM), una PROM borrable (EPROM), una PROM borrable eléctricamente (EEPROM), un registro, un disco extraíble y cualquier otro medio adecuado para almacenar software y/o instrucciones que puedan accederse y leerse mediante un ordenador. El medio legible por ordenador también puede incluir, a manera de ejemplo, una onda portadora, una línea de transmisión y cualquier otro medio adecuado para transmitir software y/o instrucciones que puedan accederse y leerse mediante un ordenador. El medio legible por ordenador 1206 puede residir en el sistema de procesamiento 1214, externo al sistema de procesamiento 1214, o distribuido a través de

múltiples entidades que incluye el sistema de procesamiento 1214. El medio legible por ordenador 1206 puede incorporarse en un producto de programa informático. A manera de ejemplo, un producto de programa informático puede incluir un medio legible por ordenador en los materiales de envase. Los expertos en la técnica reconocerán la mejor manera de implementar la funcionalidad descrita presentada a lo largo de esta divulgación en función de la aplicación particular y de las restricciones de diseño generales impuestas al sistema general.

En varios aspectos de la divulgación, el medio legible por ordenador 1206 puede incluir software configurado para controlar la capa MAC 304 (por ejemplo, de acuerdo con la Figura 11), y software configurado para controlar las capas PHY 306 (ver la Figura 3). Además, el medio legible por ordenador 1206 puede incluir software configurado para rastrear el uso de recursos de frecuencia de tiempo y la programación de frecuencia de tiempo a lo largo del tiempo, para su uso en la capa MAC 304 como entrada al administrador de recursos semiestático 1102, descrito anteriormente en relación con a la Figura 11.

La Figura 13 es un diagrama de flujo que ilustra un procedimiento ilustrativo 1300 para la comunicación inalámbrica a través de una interfaz aérea de acuerdo con varios aspectos de la presente divulgación. En algunos ejemplos, el procedimiento 1300 puede implementarse mediante una entidad de programación, que puede ser cualquiera de los dispositivos o nodos ilustrados en la Figura 1. En algunos ejemplos, el procedimiento 1300 puede implementarse mediante una entidad de programación 202, como se ilustra en las Figuras 2, 3, y/o 12. En algunos ejemplos, el procedimiento 1300 puede implementarse mediante un sistema de procesamiento 1214 como se ilustra en la Figura 12. En otros ejemplos, el procedimiento 1300 puede implementarse mediante cualquier aparato o medio adecuado para llevar a cabo las funciones descritas.

En el bloque 1302, una entidad de programación 202 puede recibir (por ejemplo, al usar un transceptor 1210 y/o una entidad de comunicación física 306) un mensaje de señalización de coordinación entre celdas. Como se describió anteriormente, la señalización de coordinación entre celdas puede incluir una variedad de información señalizada entre celdas y puede ser útil para determinar la programación y asignación de recursos de frecuencia de tiempo en un grupo de recursos. En el bloque 1304, la entidad de programación 202 puede determinar ciertas estadísticas de uso de recursos de los recursos de frecuencia de tiempo, basados, por ejemplo, en el mensaje de señalización de coordinación entre celdas, estadísticas de uso de recursos de diferentes modos de acceso PHY, solicitudes de programación de entidades subordinadas, o cualquier otro factor o parámetro adecuado.

En el bloque 1306, la entidad de programación 202 puede rastrear cierta información de llegada o salida, o la activación o desactivación de flujos para cada una de la pluralidad de entidades de comunicación física, al usar recursos de frecuencia de tiempo en bloques de recursos administrados por la entidad de programación 202.

En el bloque 1308, de acuerdo con la señalización de coordinación entre celdas, las estadísticas de uso de recursos y/o la información rastreada en el bloque 1306, la entidad de programación 202 puede segmentar un grupo de recursos en una pluralidad de regiones, que incluye una primera región que tiene recursos de frecuencia de tiempo para el acceso al canal asincrónico, y una segunda región que tiene recursos de frecuencia de tiempo para el acceso al canal sincrónico. Además, la entidad de programación 202 puede determinar la asignación de recursos de frecuencia de tiempo dentro de la interfaz aérea para la comunicación con una o más entidades subordinadas, al usar cada una de las entidades o transceptores de comunicación física.

En el bloque 1310, la entidad de programación 202 puede transmitir un mensaje de señalización a una o más entidades subordinadas para indicar la asignación de recursos de frecuencia de tiempo dentro de la interfaz aérea. Aquí, el mensaje de señalización puede ser un mensaje de difusión de señalización de información del sistema, que se difunde de acuerdo con un intervalo de tiempo correspondiente a una pluralidad de tramas.

En el bloque 1312, la entidad de programación 202 puede segmentar los recursos de frecuencia de tiempo dentro de la región asincrónica en una pluralidad de subregiones, que incluye una primera subregión para un modo de acceso al canal CDMA y una segunda subregión para un modo de acceso de canal de acceso aleatorio. En algunos ejemplos, la entidad de programación 202 puede segmentar la región asincrónica en una tercera subregión para un modo de acceso al canal CSMA/LBT. En el bloque 1314, la entidad de programación 202 puede difundir la señalización de información del sistema, que se configura para indicar la segmentación de la región asincrónica en la primera, segunda y tercera subregiones. Aquí, las difusiones pueden ser de acuerdo con un intervalo de tiempo correspondiente a una pluralidad de subtramas.

En el bloque 1316, la entidad de programación 202 puede determinar el estado de memoria intermedia de uno o más flujos activos al usar el modo de acceso al canal autónomo o el modo de acceso al canal programado. Además, en el bloque 1318, la entidad de programación 202 puede segmentar los recursos de frecuencia de tiempo dentro de la región sincrónica en una primera subregión para un modo de acceso de canal programado, y una segunda subregión que tiene recursos de frecuencia de tiempo para un modo de acceso de canal autónomo. En el bloque 1320, la entidad de programación 202 puede difundir la señalización de información del sistema de información del sistema configurada para indicar la segmentación de la región sincrónica en la primera subregión y la segunda subregión. Aquí, las difusiones pueden realizarse a una o más entidades subordinadas de acuerdo con un intervalo de tiempo correspondiente a una pluralidad de subtramas.

En el bloque 1322, la entidad de programación 202 puede segmentar la primera subregión de la región sincrónica, para el acceso programado al canal, en una primera subregión para la comunicación al usar formas de onda superpuestas, y una segunda subregión para la comunicación al usar formas de onda ortogonales. En el bloque 1324, la entidad de programación 202 puede unidifundir información de programación superpuesta configurada para indicar recursos de frecuencia de tiempo programados para las formas de onda superpuestas, de acuerdo con un intervalo de tiempo correspondiente a una subtrama.

En el bloque 1326, la entidad de programación 202 puede configurarse para anular una asignación de recursos de frecuencia de tiempo dentro de la primera subregión (es decir, la subregión de acceso al canal programado) de la región sincrónica, para proporcionar una transmisión de misión crítica. En el bloque 1328, la entidad de programación 202 puede difundir cierta señalización de anulación de misión crítica, configurada para indicar la anulación de la asignación de recursos de frecuencia de tiempo, a una o más entidades subordinadas de acuerdo con un intervalo de tiempo correspondiente a menos de una subtrama. En el bloque 1330, la entidad de programación 202 puede unidifundir cierta señalización de asignación de recursos de misión crítica, configurada para indicar una programación de recursos para la comunicación de misión crítica.

Uno o más de los componentes, etapas, características y/o funciones ilustrados en las Figuras 1-13 puede disponerse y/o combinarse en un solo componente, etapa, característica o función o incorporarse en varios componentes, etapas o funciones. También pueden añadirse elementos, componentes, etapas y/o funciones adicionales sin apartarse de las características novedosas divulgadas en la presente memoria. Los aparatos, dispositivos y/o componentes ilustrados en las Figuras 1, 2, 3, 11 y/o 12 pueden configurarse para realizar uno o más de los procedimientos, características o etapas descritos en la presente memoria e ilustrados en las Figuras 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, y/o 13. Los algoritmos novedosos descritos en la presente memoria también pueden implementarse eficientemente en software y/o integrarse en hardware.

Se entiende que el orden o jerarquía específica de las etapas en los procedimientos divulgados es una ilustración de procesos ilustrativos. Basado en las preferencias de diseño, se entiende que el orden o jerarquía específica de las etapas en los procedimientos pueden disponerse. El procedimiento acompañante reivindica los elementos presentes de las diversas etapas en un orden de muestra y no pretenden limitarse al orden o jerarquía específicos presentados a menos que se enumeren específicamente en ellos.

Como los expertos en la técnica apreciarán fácilmente, varios aspectos descritos a lo largo de esta divulgación pueden extenderse a cualquier sistema o sistemas de telecomunicaciones adecuados, arquitecturas de red y estándares de comunicación. A modo de ejemplo, pueden aplicarse varios aspectos a sistemas UMTS tales como W-CDMA, TD-SCDMA y TD-CDMA. También pueden aplicarse varios aspectos a los sistemas que emplean Evolución a largo plazo (LTE) (en FDD, TDD o ambos modos), LTE-Avanzada (LTE-A) (en FDD, TDD o ambos modos), LTE-U, CDMA2000, Evolución de Datos Optimizados (EV-DO), Banda Ancha Ultramóvil (UMB), IEEE 802.11 (Wi-Fi), IEEE 802.16 (WiMAX), IEEE 802.20, Ultra Banda Ancha (UWB), Bluetooth y/u otros sistemas adecuados, que incluye los descritos por los estándares de red de área amplia aún por definir. El estándar de telecomunicaciones, la arquitectura de red y/o el estándar de comunicación actuales empleados dependerán de la aplicación específica y de las restricciones generales de diseño impuestas en el sistema.

Dentro de la presente divulgación, la palabra "ilustrativo" se usa para significar "que sirve como un ejemplo, caso, o ilustración." Cualquier implementación o aspecto descritos en la presente memoria como "ilustrativo" no se debe interpretar necesariamente como preferente o ventajoso por encima de otros aspectos de la divulgación. Igualmente, el término "aspectos" no requiere que todos los aspectos de la divulgación incluyan la característica, ventaja o modo de operación discutido. El término "acoplado" se usa en la presente memoria para referirse al acoplamiento directo o indirecto entre dos objetos. Por ejemplo, si el objeto A toca físicamente el objeto B y el objeto B toca el objeto C, entonces los objetos A y C todavía pueden considerarse acoplados entre sí, incluso si no se tocan físicamente de forma directa entre sí. Por ejemplo, un primer molde puede acoplarse a un segundo molde en un envase a pesar de que el primer molde nunca está físicamente en contacto físico con el segundo molde. Los términos "circuito" y "circuitaría" se usan de manera amplia y pretenden incluir tanto las implementaciones de hardware de dispositivos eléctricos como de conductores que, cuando se conectan y configuran, permiten el desempeño de las funciones descritas en la presente divulgación, sin limitación en cuanto al tipo de circuitos electrónicos, así como también las implementaciones de software de información e instrucciones que, cuando se ejecutan por un procesador, permiten el desempeño de las funciones descritas en la presente divulgación.

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento realizado en una entidad de programación, para la comunicación inalámbrica a través de una interfaz aérea, comprendiendo el procedimiento:
 - 5 segmentar (1308) un grupo de recursos en una pluralidad de regiones, que incluye una primera región que comprende recursos de frecuencia de tiempo para el acceso al canal asincrónico y una segunda región que comprende recursos de frecuencia de tiempo para el acceso al canal sincrónico, comprendiendo el grupo de recursos un conjunto de recursos de frecuencias de tiempo disponibles para la comunicación inalámbrica a través de la interfaz aérea;
 - 10 determinar una asignación de recursos de frecuencia de tiempo dentro de la interfaz aérea para la comunicación con una o más entidades subordinadas al usar cada una de una pluralidad de entidades de comunicación física en la entidad de programación;
 - 15 controlar cada una de la pluralidad de entidades de comunicación física para multiplexar señales correspondientes a cada una de la pluralidad de entidades de comunicación física, respectivamente, que incluye una primera entidad de comunicación física configurada para la comunicación inalámbrica en la primera región para acceso al canal sincrónico y una segunda entidad de comunicación física configurada para la comunicación inalámbrica en la segunda región para el acceso al canal asincrónico, en el que la primera entidad de comunicación física es diferente de la segunda entidad de comunicación física; y
 - 20 transmitir (1310) un mensaje de señalización a una o más entidades subordinadas, el mensaje de señalización configurado para indicar la asignación de recursos de frecuencia de tiempo dentro de la interfaz aérea, en el que una entidad subordinada es un nodo o dispositivo que recibe información de control de programación.
2. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que la primera región se separa de la segunda región en frecuencia.
3. El procedimiento de la reivindicación 2, en el que la segmentación del grupo de recursos comprende además separar la primera región de la segunda región con una banda de protección entre la primera región y la segunda región.
4. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que la transmisión del mensaje de señalización comprende la difusión del mensaje de señalización como señal de información del sistema a una o más entidades subordinadas de acuerdo con un intervalo de tiempo correspondiente a una pluralidad de tramas.
5. El procedimiento de la reivindicación 1, que comprende además segmentar los recursos de frecuencia de tiempo dentro de la primera región en una pluralidad de subregiones que incluyen una primera subregión que comprende recursos de frecuencia de tiempo para un modo de acceso de canal de acceso múltiple por división de código, CDMA, y una segunda subregión que comprende recursos de frecuencia de tiempo para un modo de acceso al canal de acceso aleatorio.
6. El procedimiento de la reivindicación 5, en el que la pluralidad de subregiones incluye además una tercera subregión que comprende recursos de frecuencia de tiempo para un modo de acceso de canal de acceso múltiple con detección de portadora, CSMA, o escuchar antes de hablar, LBT.
7. El procedimiento de la reivindicación 1, que comprende además segmentar los recursos de frecuencia de tiempo dentro de la segunda región en una pluralidad de subregiones que incluyen una primera subregión que comprende recursos de frecuencia de tiempo para un modo de acceso de canal programado, y una segunda subregión que comprende recursos de frecuencia de tiempo para un modo de acceso de canal autónomo.
8. Un programa informático que comprende instrucciones para realizar un procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7 cuando se ejecuta por un procesador.
9. Una entidad de programación configurada para la comunicación inalámbrica a través de una interfaz aérea, que comprende:
 - 55 medios para segmentar un grupo de recursos en una pluralidad de regiones, que incluye una primera región que comprende recursos de frecuencia de tiempo para el acceso al canal asincrónico y una segunda región que comprende recursos de frecuencia de tiempo para el acceso al canal sincrónico, comprendiendo el grupo de recursos un conjunto de recursos de frecuencias de tiempo disponibles para la comunicación inalámbrica a través de la interfaz aérea;
 - 60 medios para determinar una asignación de recursos de frecuencia de tiempo dentro de la interfaz aérea para la comunicación con una o más entidades subordinadas al usar cada una de una pluralidad de entidades de comunicación física en la entidad de programación;
 - 65 medios para controlar cada una de la pluralidad de entidades de comunicación física para multiplexar señales correspondientes a cada una de la pluralidad de entidades de comunicación física, respectivamente, que incluye una primera entidad de comunicación física configurada para la comunicación inalámbrica en la primera región para

- acceso al canal sincrónico y una segunda entidad de comunicación física configurada para la comunicación inalámbrica en la segunda región para el acceso al canal asincrónico, en el que la primera entidad de comunicación física es diferente de la segunda entidad de comunicación física; y
- 5 medios para transmitir un mensaje de señalización a una o más entidades subordinadas, el mensaje de señalización configurado para indicar la asignación de recursos de frecuencia de tiempo dentro de la interfaz aérea, en el que una entidad subordinada es un nodo o dispositivo que recibe información de control de programación.
10. La entidad de programación de la reivindicación 9, en la que la primera región se separa de la segunda región en frecuencia.
- 10
11. La entidad de programación de la reivindicación 10, en la que los medios para segmentar el grupo de recursos se configuran para separar la primera región de la segunda región con una banda de protección entre la primera región y la segunda región.
- 15
12. La entidad de programación de la reivindicación 9, que comprende además medios para segmentar los recursos de frecuencia de tiempo dentro de la primera región en una pluralidad de subregiones que incluyen una primera subregión que comprende recursos de frecuencia de tiempo para un modo de acceso de canal de acceso múltiple por división de código, CDMA, y una segunda subregión que comprende recursos de frecuencia de tiempo para un modo de acceso al canal de acceso aleatorio.
- 20
13. La entidad de programación de la reivindicación 12, en la que la pluralidad de subregiones incluye además una tercera subregión que comprende recursos de frecuencia de tiempo para un modo de acceso de canal de acceso múltiple con detección de portadora, CSMA, o escuchar antes de hablar, LBT.
- 25
14. La entidad de programación de la reivindicación 9, que comprende además medios para segmentar los recursos de frecuencia de tiempo dentro de la segunda región en una pluralidad de subregiones que incluyen una primera subregión que comprende recursos de frecuencia de tiempo para un modo de acceso de canal programado, y una segunda subregión que comprende recursos de frecuencia de tiempo para un modo de acceso de canal autónomo.
- 30

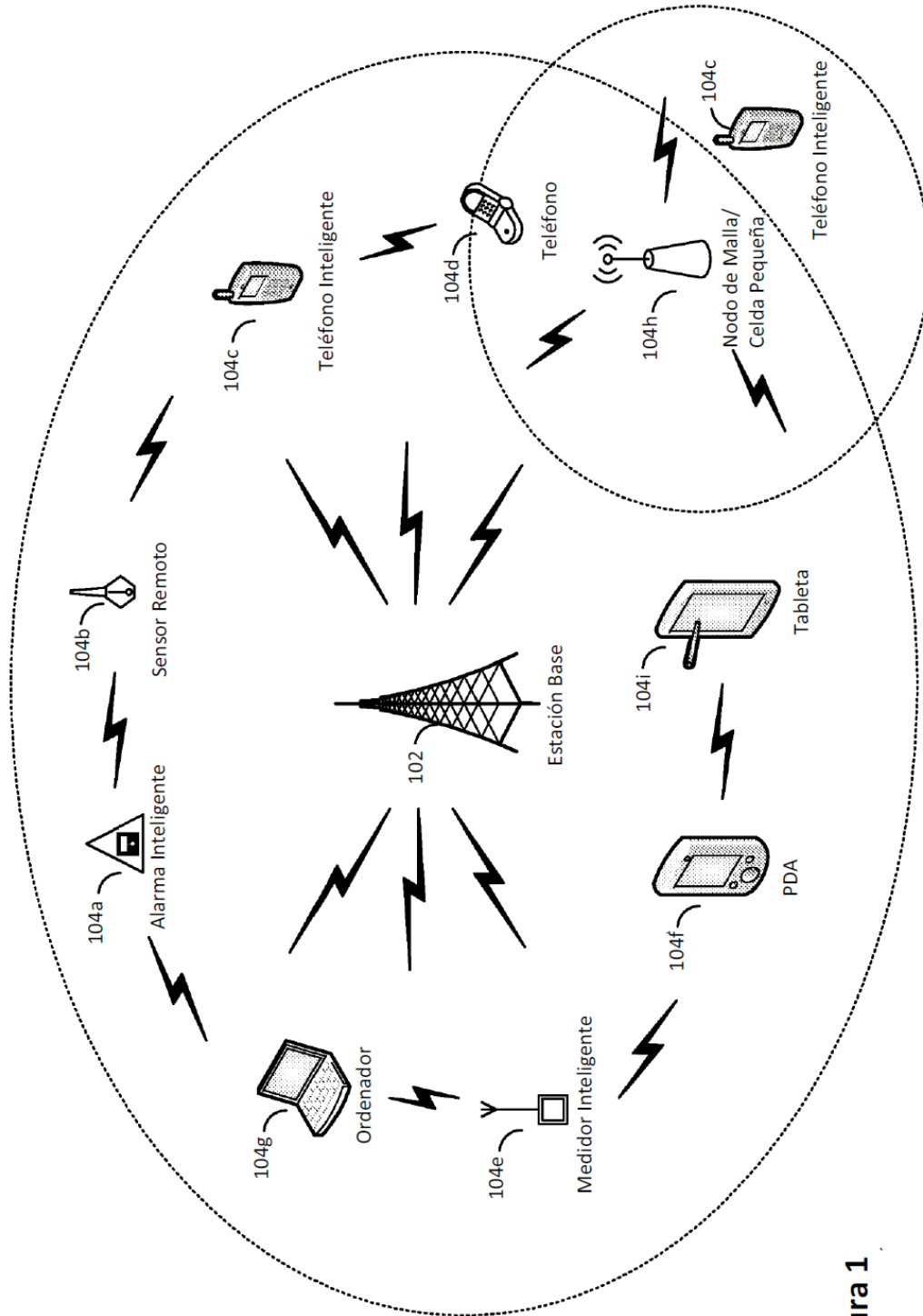


Figura 1

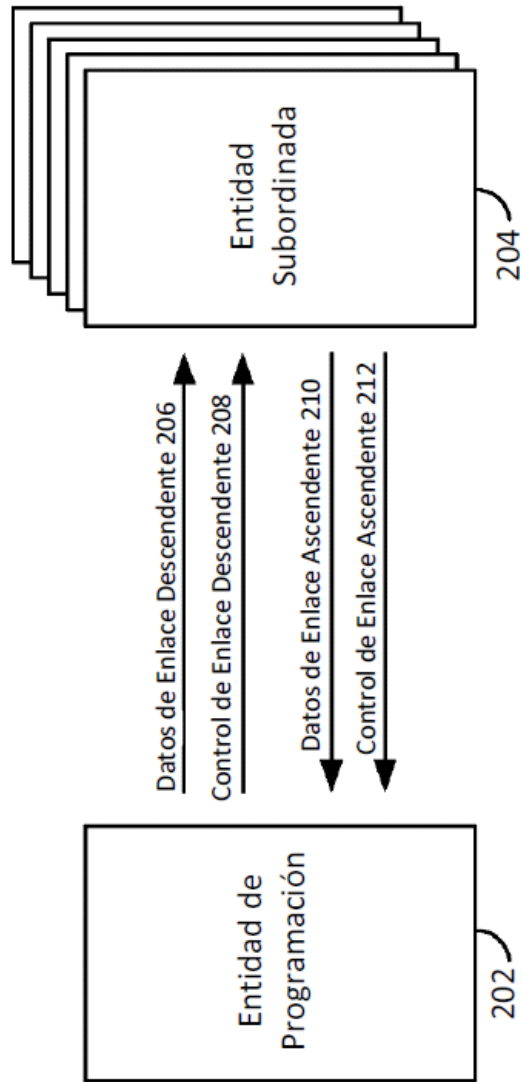


Figura 2

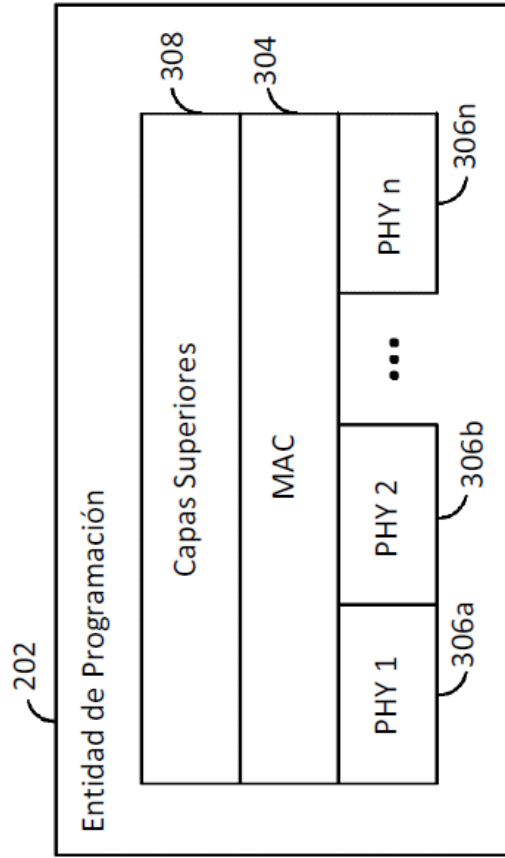


Figura 3

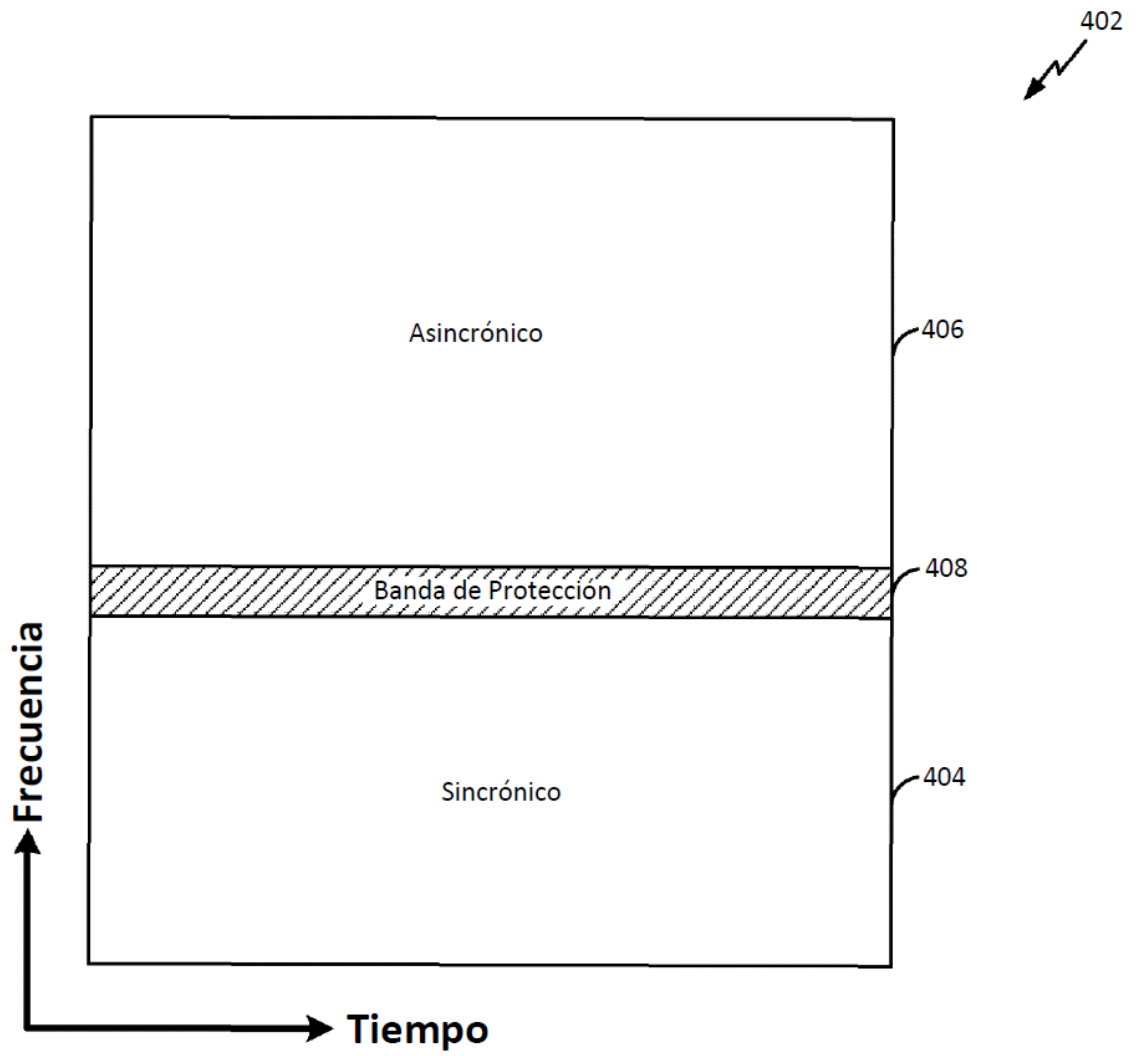


Figura 4

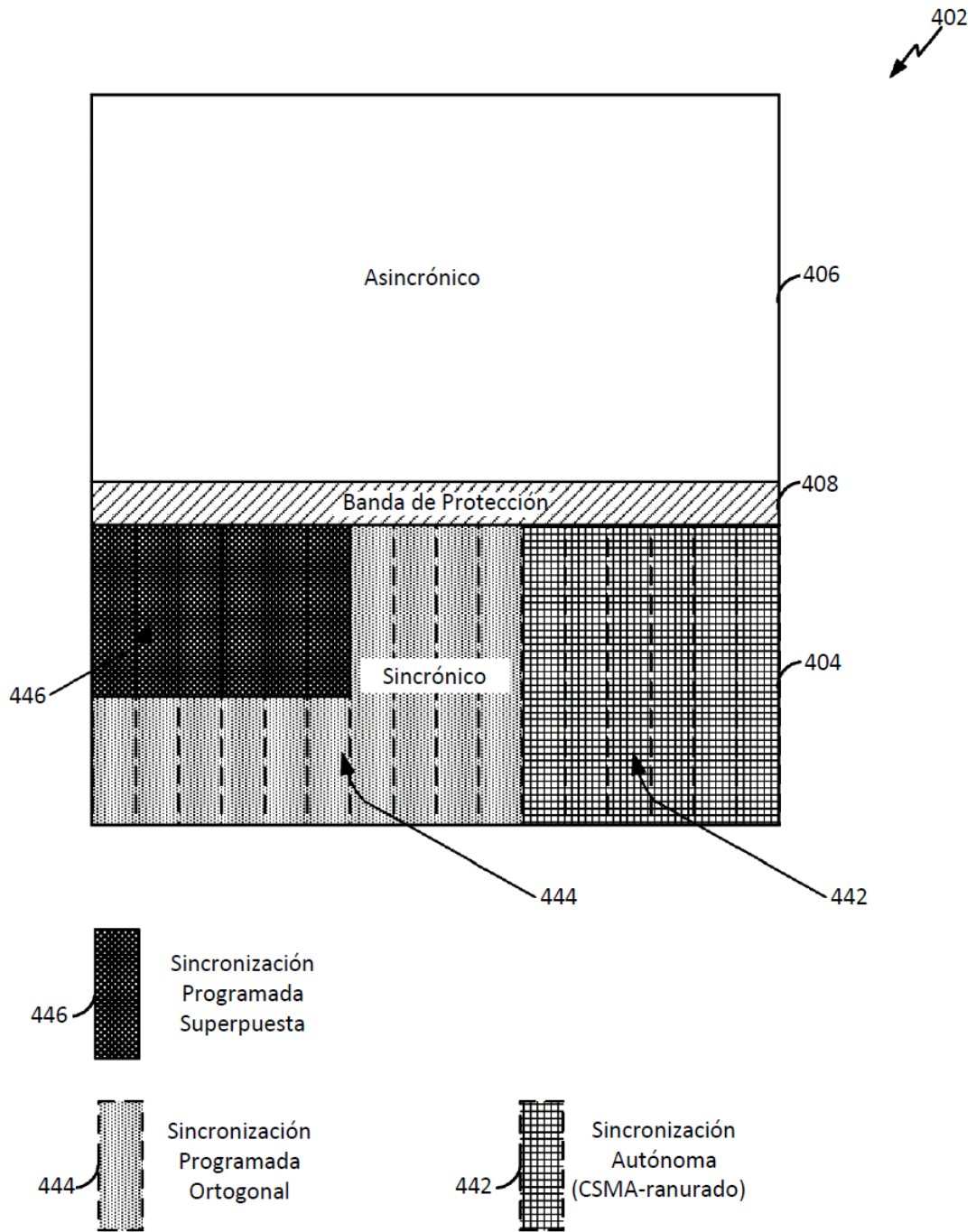


Figura 5

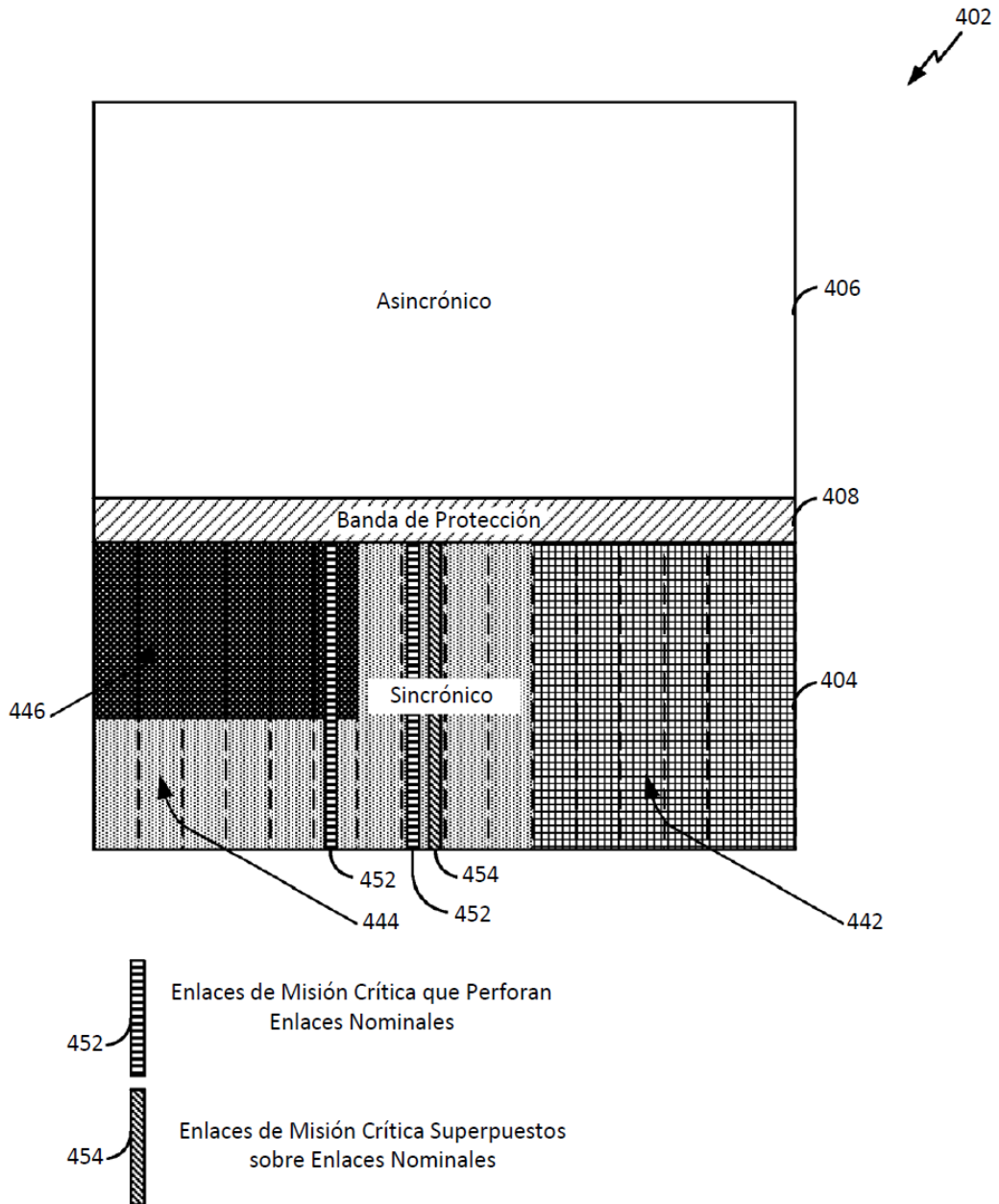


Figura 6

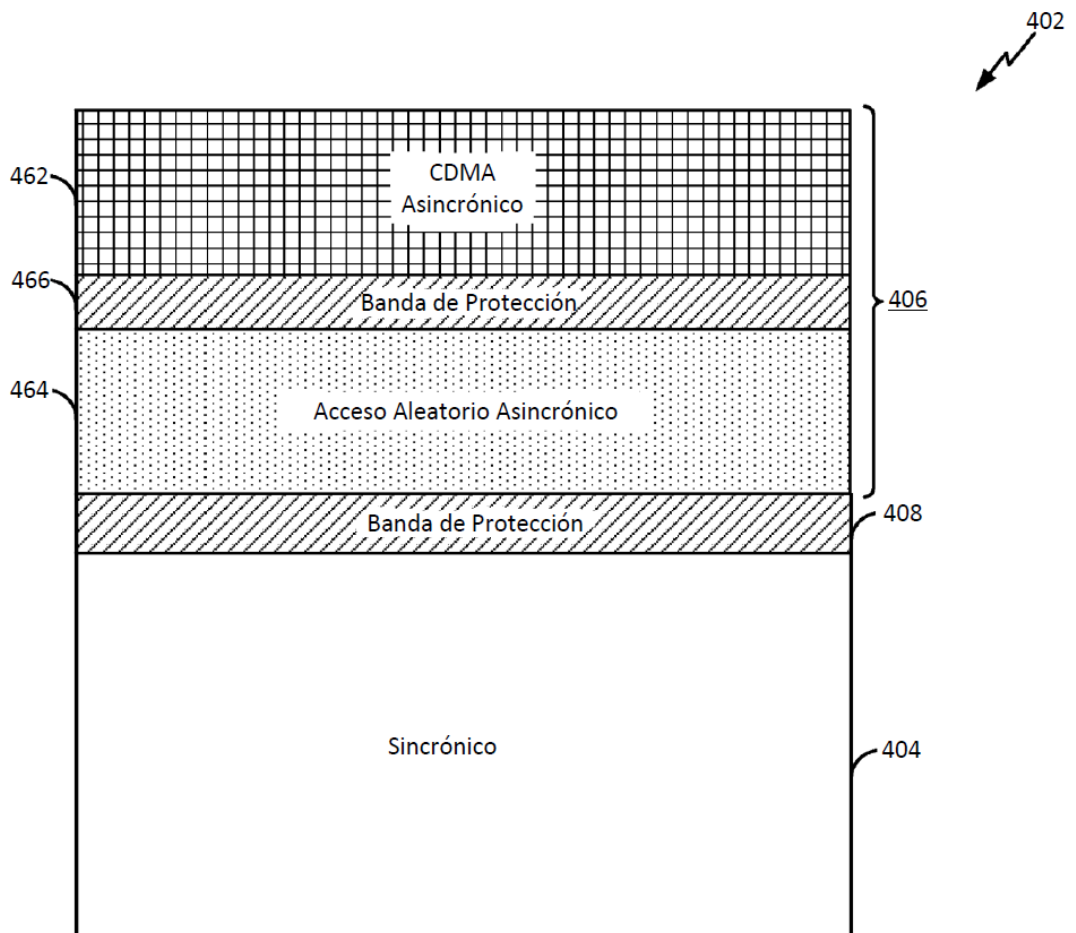


Figura 7

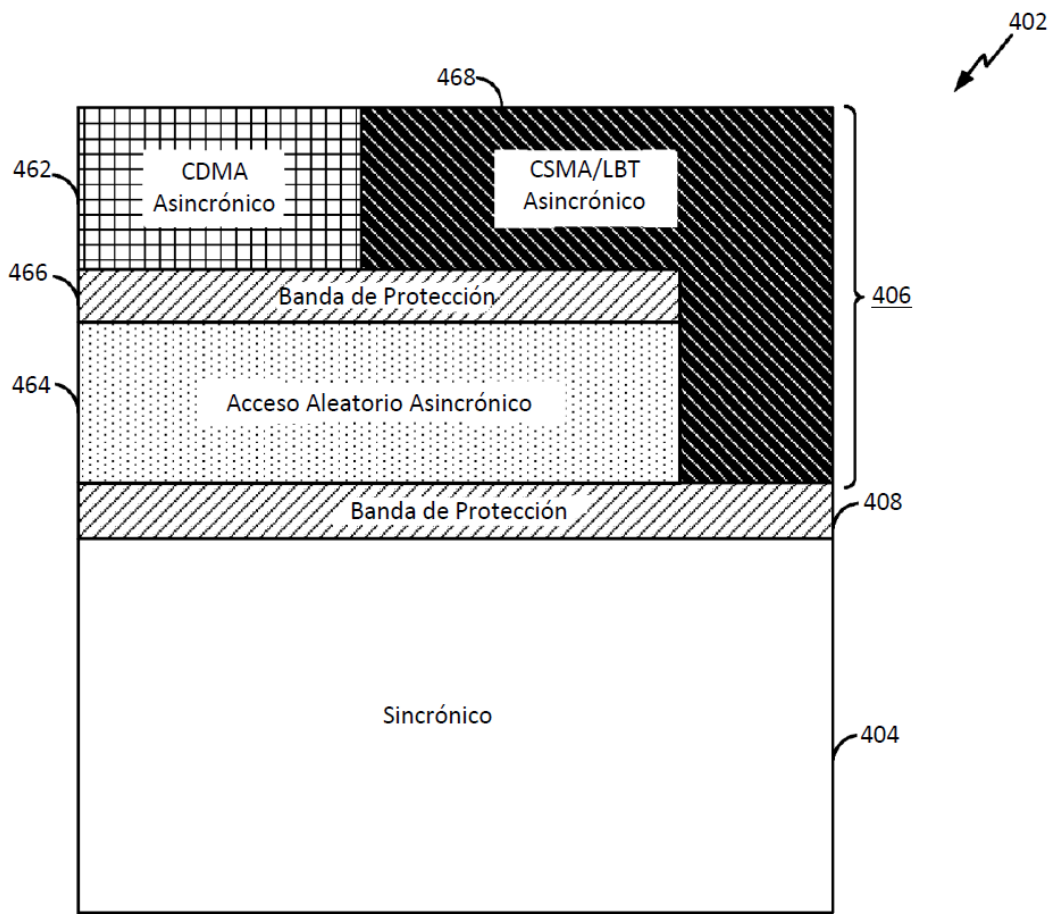


Figura 8

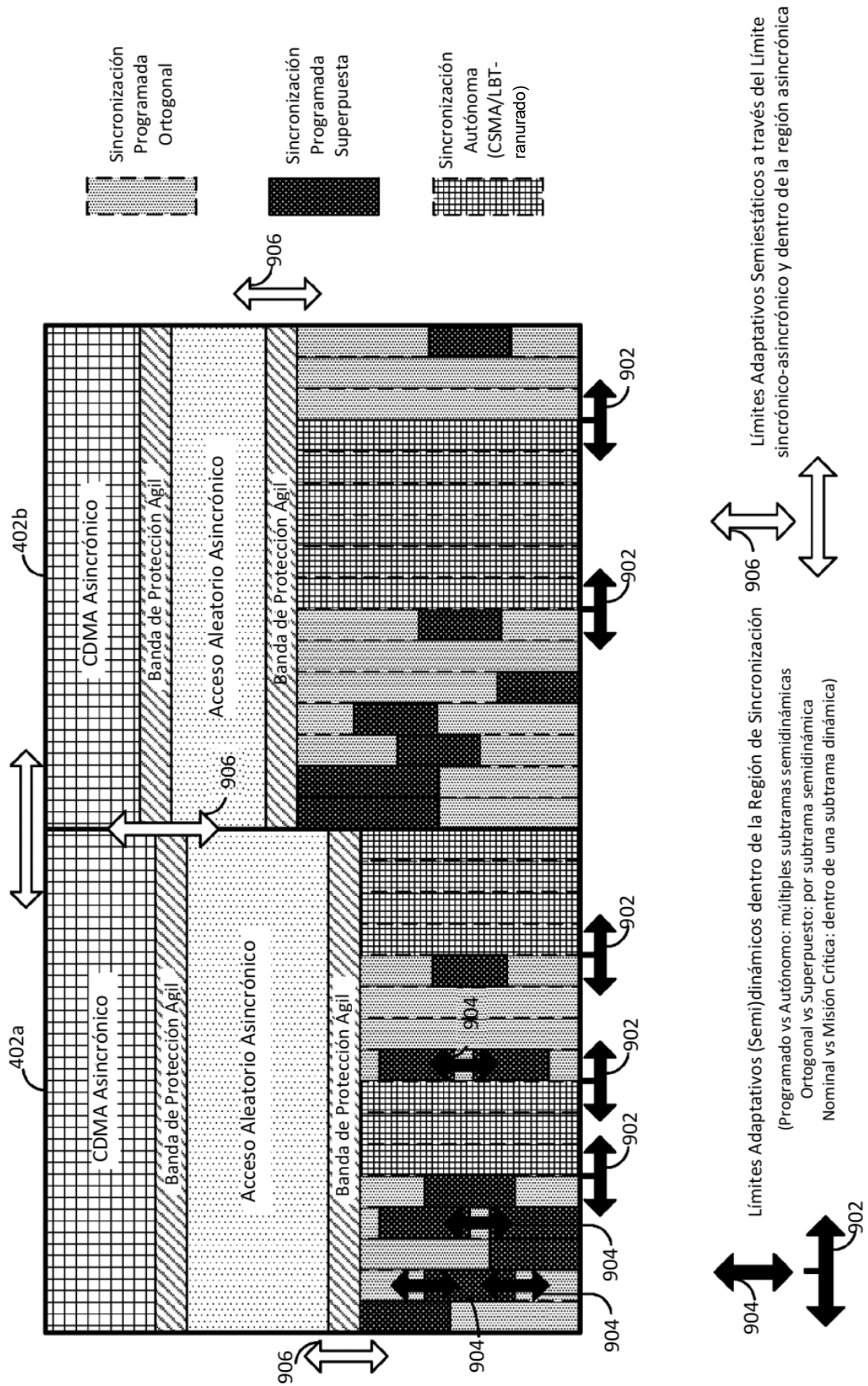


Figura 9

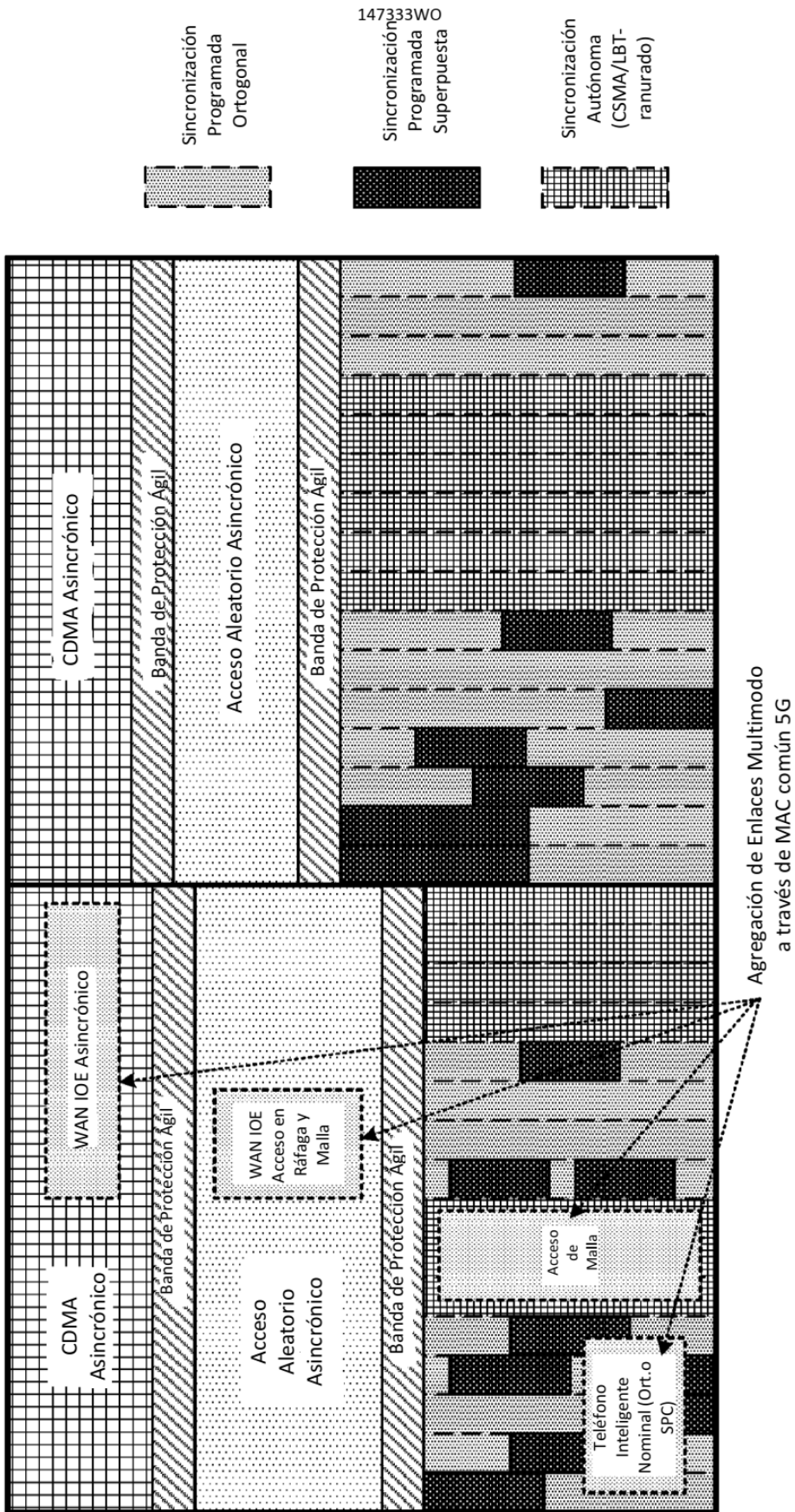


Figura 10

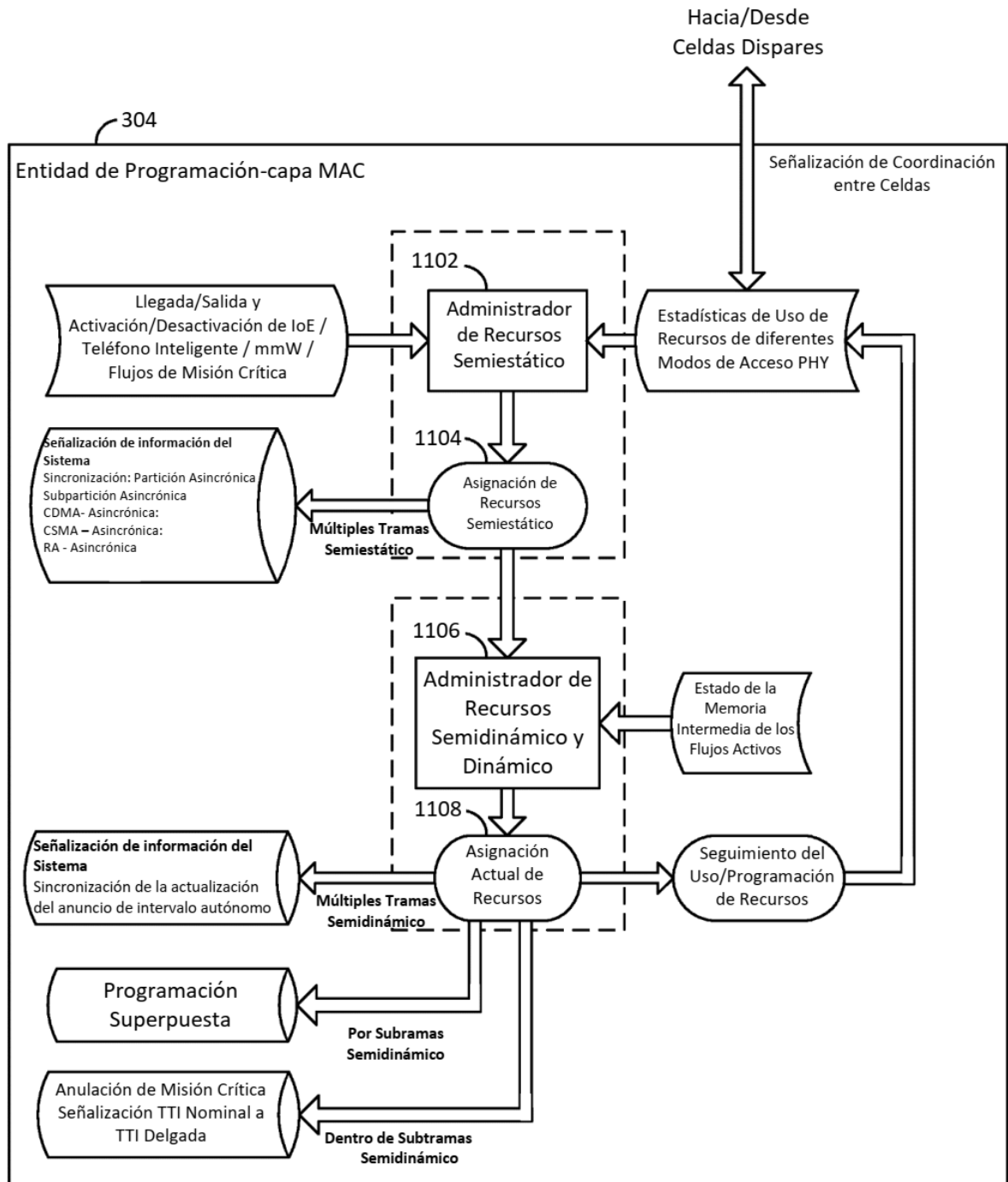


Figura 11

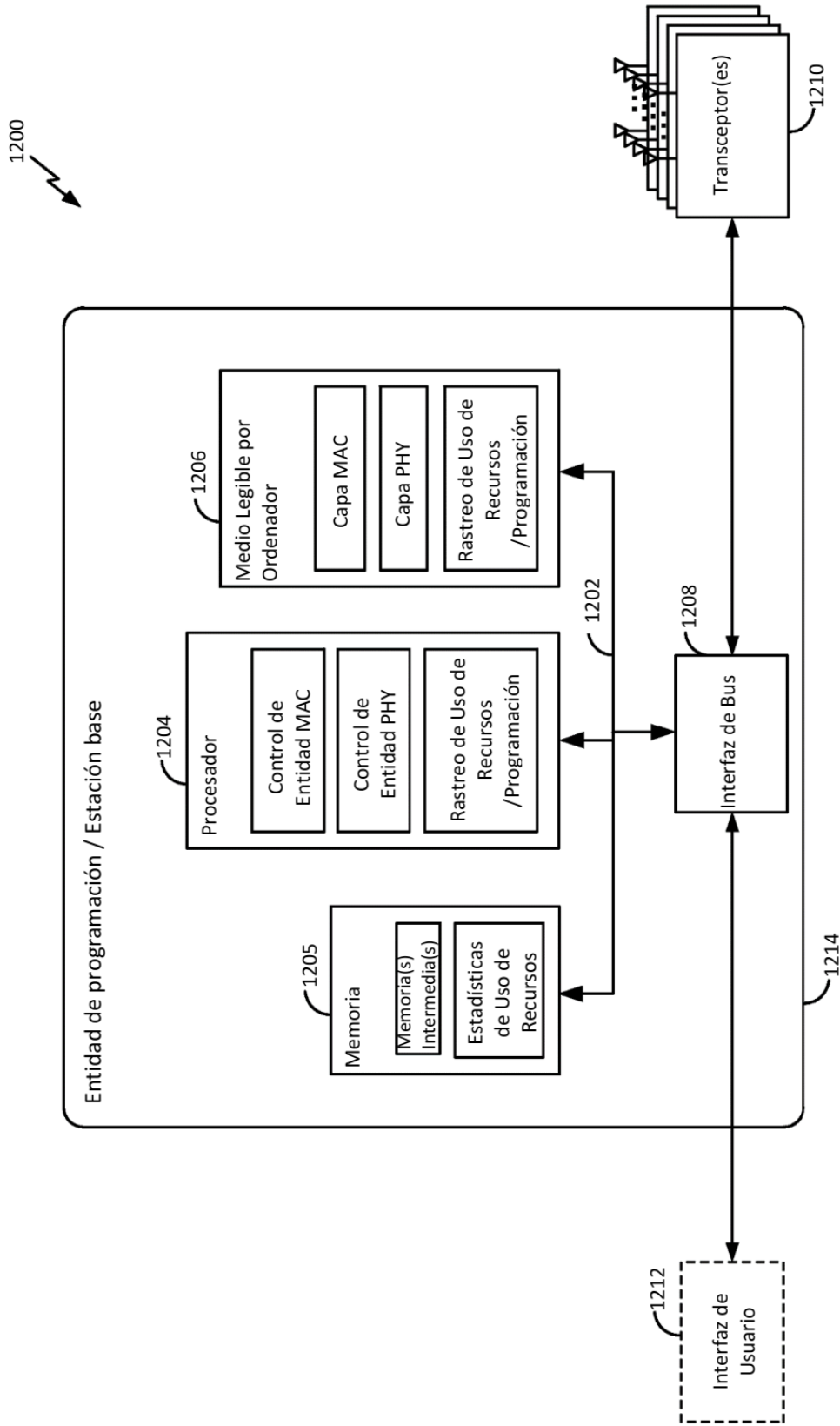


Figura 12

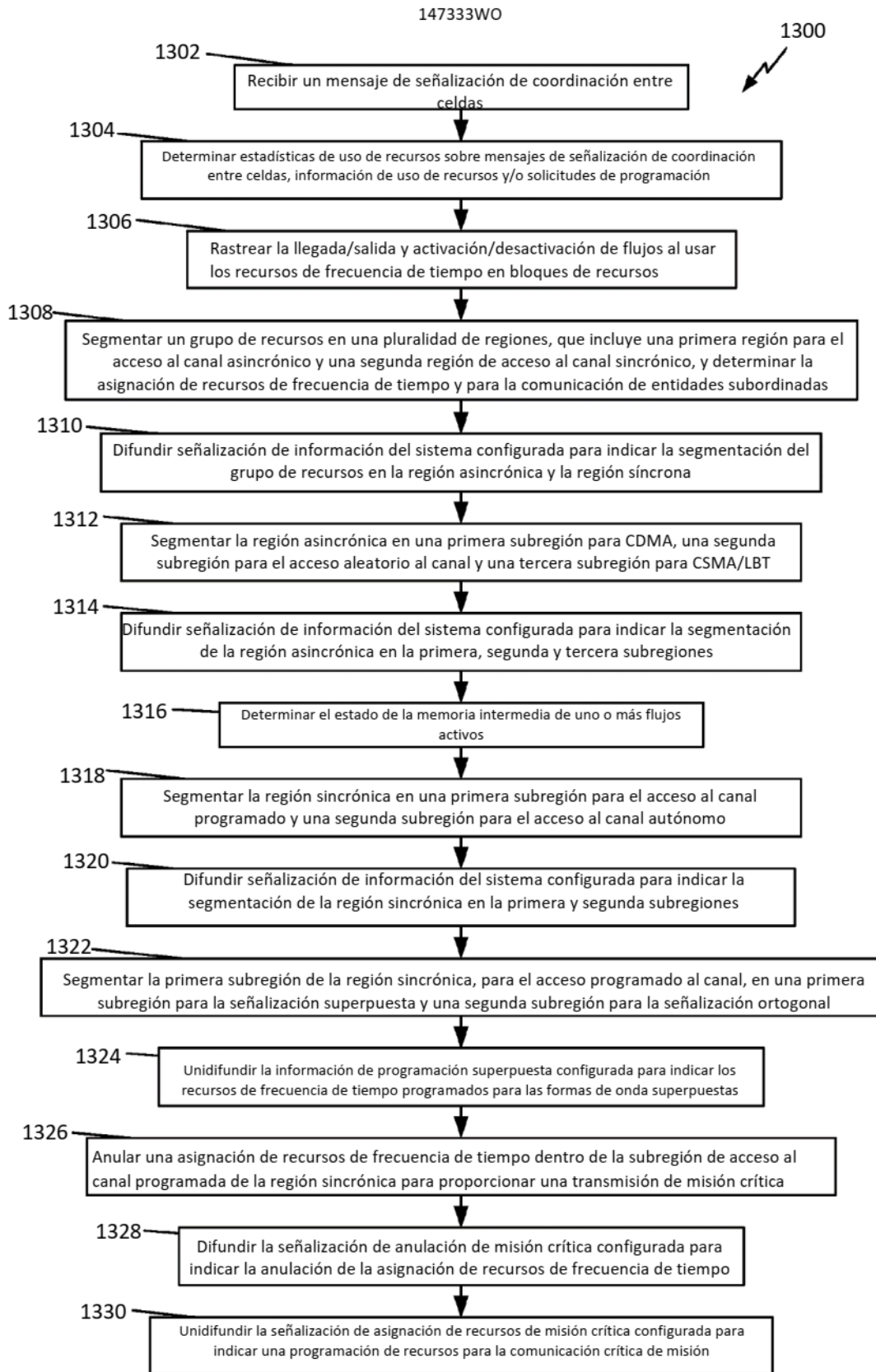


Figura 13