

Transmisiones superpuestas orquestadas por AP

Campo técnico

- 5 La presente invención se refiere a métodos para controlar transmisiones inalámbricas y a dispositivos, sistemas y programas informáticos correspondientes.

Antecedentes

- 10 En las tecnologías de comunicación inalámbrica, existe un mayor interés en el uso de bandas sin licencia, como la banda ISM de 2.4 GHz, la banda de 5 GHz, la banda de 6 GHz y la banda de 60 GHz que utilizan tecnologías de acceso a canales más avanzados. Históricamente, el Wi-Fi ha sido el estándar dominante en las bandas sin licencia cuando se trata de aplicaciones que requieren soporte para altas velocidades de datos. Debido al ancho de banda
- 15 ampliamente disponible en la banda sin licencia, la tecnología WLAN (Wireless Local Area Network) basada en los estándares de la familia IEEE 802.11 proporciona un mecanismo de acceso a canales distribuidos muy simple basado en la llamada función de coordinación distribuida (DCF).
- 20 El acceso al canal distribuido significa que un dispositivo, en la terminología IEEE 802.11 conocida como estación (STA), intenta acceder al canal inalámbrico cuando tiene datos que enviar. Efectivamente, no hay diferencia en el acceso al canal si la estación es un punto de acceso (AP) o un punto de no acceso (no AP). El DCF funciona bien siempre que la carga no sea demasiado alta. Cuando la carga es alta, y en particular cuando el número de estaciones
- 25 que intentan acceder al canal inalámbrico es grande, el acceso al canal basado en DCF no funciona bien. La razón de esto es que habrá una alta probabilidad de colisión en el canal, lo que conducirá a un uso deficiente del canal.

- Un mecanismo de acceso de canal predeterminado utilizado en los sistemas WLAN actuales
- 30 se conoce como acceso de canal distribuido mejorado (EDCA), como se especifica en el IEEE Estándar para tecnología de la información-Telecomunicaciones e intercambio de información entre sistemas Redes de área local y metropolitana-Requisitos específicos - Parte 11: Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications, in IEEE Std 802.11-2016 (Revision of IEEE Std 802.11-2012) , vol., no., pp.1-3534, 14 Dec.
- 35 2016, en lo sucesivo mencionado como "IEEE 802.11 PHY Solicitudes". En el mecanismo de acceso al canal EDCA, la STA accede al canal utilizando un conjunto de parámetros de acceso al canal basados en una clase de tráfico de los datos. El canal inalámbrico se obtiene durante

un período de tiempo indicado como TXOP (oportunidad de transmisión), en el que se pueden transmitir múltiples tramas de la misma clase de datos. El tamaño máximo de una TXOP depende del tipo de datos. Una duración típica de una TXOP está en el rango de unos pocos milisegundos.

5

Para mejorar el uso del canal y, en particular, para permitir un mejor soporte de una gran cantidad de dispositivos, se puede utilizar un acceso al canal más centralizado. Dicho acceso centralizado al canal puede implicar que, en lugar de permitir que una STA acceda al canal siempre que tenga datos para enviar, el AP controle el acceso al canal. Un esquema de acceso al canal correspondiente se admite, por ejemplo, en la tecnología IEEE 802.11ax, consulte IEEE 802.11ax-2021 –IEEE Estándar para tecnología de la información-Telecomunicaciones e intercambio de información entre sistemas Redes de área local y metropolitana-Requisitos específicos Parte 11: Especificaciones de control de acceso al medio (MAC) y capa física (PHY) de LAN inalámbrica Enmienda 1: Mejoras para WLAN de alta eficiencia (noviembre de 2019), en lo sucesivo denominada "enmienda IEEE 802.11ax" o enmienda de alta eficiencia (HE). La tecnología IEEE 802.11ax, o tecnología HE, por ejemplo, admite acceso múltiple por división de frecuencia ortogonal (OFDMA) tanto en el enlace descendente (DL), es decir, en una dirección desde el AP a la STA, como en el enlace ascendente (UL), es decir, en una dirección desde la STA al AP. También se admite la transmisión multiusuario en forma de múltiples entradas y múltiples salidas multiusuario (MU-MIMO) tanto para el DL como para el UL. Al admitir la transmisión de MU y permitir que el AP controle el acceso al canal dentro de una célula, se logra un uso eficiente del canal y se pueden evitar colisiones que surjan debido a la contención en la célula, en la terminología IEEE 802.11 también conocida como conjunto de servicios básicos (BSS).

25

Una característica introducida por la tecnología IEEE 802.11ax es el concepto de unidades de recursos (RU). Las RU se definen mediante multiplexación por división de frecuencia ortogonal (OFDM) en múltiples subportadoras del canal inalámbrico y se pueden utilizar para asignar recursos de frecuencia del canal inalámbrico a una transmisión PPDU (Unidad de Datos de Protocolo de Capa Física). En la tecnología IEEE 802.11, las subportadoras también se indican como "tonos". Dependiendo del número de tonos, los diferentes tamaños de RU definidos y admitidos en la tecnología HE son: RU de 26 tonos, RU de 52 tonos, RU de 106 tonos, RU de 242 tonos, RU de 484 tonos, RU de 996 tonos y RU de 2x996 tonos. Usando la función RU, el ancho de banda disponible (BW) del canal inalámbrico se puede dividir en múltiples RU. Como ejemplo, un BW de 20 MHz se puede dividir en nueve RU de 26 tonos, cuatro RU de 52 tonos o dos RU de 106 tonos, o puede admitir una RU de 242 tonos. El principal caso de uso de esta función de RU en HE es la transmisión multiusuario basada en

35

OFDMA. En dicha transmisión multiusuario basada en OFDMA, a cada usuario se le asigna una sola RU, posiblemente también con diferentes tamaños de RU para diferentes usuarios. La tecnología HE admite transmisiones DL OFDMA y UL OFDMA. Se admiten dos sabores de transmisiones UL OFDMA en la tecnología HE: un primer modo de UL OFDMA en el que a usuarios específicos se les asignan explícitamente RU específicas para transmisiones, y un segundo modo denominado acceso aleatorio basado en UL OFDMA (UORA), en el que algunas RU están reservadas para acceso aleatorio. Si bien la tecnología HE admite la asignación de solo una RU por STA, se espera que la tecnología IEEE 802.11be también admita la asignación de más de una RU a una sola STA, consulte IEEE P802.11be/D0.3 Proyecto de norma para tecnología de la información- Telecomunicaciones e intercambio de información entre sistemas Redes de área local y metropolitana-Requisitos específicos Parte 11: Enmienda de especificaciones de control de acceso al medio (MAC) y capa física (PHY) de LAN inalámbrica: Mejoras para un rendimiento extremadamente alto (enero de 2021), en lo sucesivo denominado "borrador IEEE 802.11be" o borrador de rendimiento extremadamente alto (EHT). La tecnología EHT también admite nuevos tamaños de RU que se derivan de las combinaciones de los diferentes tamaños de RU definidos en la tecnología HE.

En una UL OFDMA PPDU que tiene un BW de transmisión de 20 MHz, el BW de una parte del preámbulo de la UL OFDMA PPDU es siempre de 20 MHz, independientemente del tamaño y la ubicación de la RU asignada. En comparación con eso, en una UL OFDMA PPDU que tiene un BW de transmisión de 40 MHz o más, el BW de la parte de preámbulo de la UL OFDMA PPDU varía dependiendo del tamaño y la ubicación de la RU asignada. Por ejemplo, en la tecnología HE, una PPDU UL OFDMA de 80 MHz que tiene una asignación de RU de 242 tonos para un campo de datos de la PPDU UL OFDMA, el BW de la parte de preámbulo puede ser de 20 MHz o 40 MHz, y depende de qué RU específica de 242 tonos se asigne al campo de datos. Por consiguiente, en la tecnología HE, el BW de la parte del preámbulo de una PPDU de UL OFDMA, o más generalmente cualquier PPDU basada en disparador, depende del tamaño y la ubicación de los tonos de la RU asignada. Esta dependencia se puede ver, por ejemplo, en la Figura 27-12 del borrador de EHT.

Además de las comunicaciones de gran ancho de banda en bandas sin licencia, existe un interés creciente en las comunicaciones inalámbricas con latencia baja y/o limitada, en lo sucesivo denominadas comunicaciones de latencia baja/limitada. Dichas comunicaciones inalámbricas de latencia baja/limitada pueden admitir, por ejemplo, aplicaciones en Internet Industrial de las Cosas (IoT) y juegos. En tales aplicaciones, un requisito típico es que un paquete de datos se transmita "en el momento adecuado". Por lo tanto, el transmisor del

paquete de datos debe poder controlar con precisión cuándo se transmite realmente el paquete de datos. Para lograr esto, el transmisor puede necesitar acceder al canal inalámbrico con un bajo retardo de acceso al canal que tiene una variación alrededor de la media, también denominada fluctuación de fase de acceso al canal, que está limitada. Otro requisito es la alta

5 fiabilidad para garantizar que los paquetes de datos se reciban correctamente con alta probabilidad, evitando así retrasos debido a la retransmisión o la pérdida de paquetes. Otro requisito más es que el receptor procese los datos recibidos lo antes posible para entregar los datos a las capas superiores. Las especificaciones IEEE 802.11 PHY y sus enmiendas hasta

10 ahora no se han desarrollado con énfasis en lograr comunicaciones con baja/limitada latencia y alta confiabilidad. Esto puede atribuirse, por ejemplo, al uso de bandas de frecuencia sin licencia y las reglas de acceso al canal resultantes, así como a las regulaciones existentes para bandas de frecuencia sin licencia, lo que normalmente dificulta proporcionar oportunidades de acceso al canal deterministas para las sta transmisoras. Se pueden lograr oportunidades de acceso al canal más deterministas de las sta cuando las sta operan en un

15 modo OFDMA programado como, por ejemplo, compatible con la tecnología IEEE 802.11ax. Sin embargo, dicho modo programado generalmente no garantiza el logro de una latencia baja/limitada.

Aún más importante, si las aplicaciones y los casos de uso admitidos en redes cableadas

20 basadas en estándares de redes sensibles al tiempo (TSN) deben admitirse a través de un medio inalámbrico, y posiblemente en una banda sin licencia, puede ser fundamental que la tecnología inalámbrica utilizada cumpla con estrictos requisitos de rendimiento con respecto a la latencia y confiabilidad, como por ejemplo descrito en "IEEE 802.1 TSN – An Introduction", TGbe 19-1298, por Janos Farkos (URL: [https://mentor.ieee.org/802.11/dcn/19/11-19-1298-](https://mentor.ieee.org/802.11/dcn/19/11-19-1298-01-00be-ieee-802-1-tsn-an-introduction.pdf)

25 [01-00be-ieee-802-1-tsn-an-introduction.pdf](https://mentor.ieee.org/802.11/dcn/19/11-19-1298-01-00be-ieee-802-1-tsn-an-introduction.pdf), julio de 2019). Esto demuestra la necesidad de mejorar las tecnologías WLAN para admitir aplicaciones con requisitos en términos de latencia y confiabilidad que pueden ser tan estrictos como los admitidos en redes cableadas.

Por consiguiente, existe la necesidad de técnicas que permitan un mejor soporte del tráfico

30 de datos de baja latencia en un sistema de comunicación inalámbrica.

Resumen

De acuerdo con una forma de realización, se proporciona un método para controlar las

35 transmisiones inalámbricas en un sistema de comunicación inalámbrica. De acuerdo con el método, un AP del sistema de comunicación inalámbrica reserva una TXOP en un canal inalámbrico. Además, el AP determina, para una estación inalámbrica asociada con el AP, un

primer conjunto de uno o más parámetros de transmisión que se aplicarán en una primera transmisión inalámbrica desde la estación inalámbrica al AP. Además, el AP envía un mensaje para activar la primera transmisión inalámbrica por la estación inalámbrica. El mensaje indica el primer conjunto de uno o más parámetros de transmisión. Además, el mensaje indica un
5 segundo conjunto de uno o más parámetros de transmisión y que al menos una estación inalámbrica adicional que recibe el mensaje puede realizar una segunda transmisión inalámbrica en la TXOP durante una duración menor que la primera transmisión inalámbrica y utilizando el segundo conjunto indicado de uno o más parámetros de transmisión y recursos de radio que se superponen al menos en parte con los recursos de radio asignados a la
10 primera transmisión inalámbrica.

De acuerdo con una forma de realización adicional, se proporciona un método para controlar las transmisiones inalámbricas en un sistema de comunicación inalámbrica. De acuerdo con el método, una estación inalámbrica recibe, desde un AP del sistema de comunicación
15 inalámbrica, un mensaje para activar una primera transmisión inalámbrica por otra estación inalámbrica en una TXOP reservada por el AP. El mensaje indica un primer conjunto de uno o más parámetros de transmisión que utilizará la otra estación inalámbrica cuando realice la primera transmisión inalámbrica. Además, el mensaje indica un segundo conjunto de uno o más parámetros de transmisión y que la estación inalámbrica puede realizar una segunda
20 transmisión inalámbrica en la TXOP durante una duración menor que la primera transmisión inalámbrica y utilizando el segundo conjunto indicado de uno o más parámetros de transmisión y recursos de radio que se superponen al menos en parte con los recursos de radio asignados a la primera transmisión inalámbrica. En respuesta al mensaje, la estación inalámbrica realiza la segunda transmisión inalámbrica en la TXOP con una duración menor que la primera
25 transmisión inalámbrica y utilizando el segundo conjunto indicado de uno o más parámetros de transmisión en recursos de radio que se superponen al menos en parte con los recursos de radio asignados a la primera transmisión inalámbrica.

De acuerdo con una forma de realización adicional, se proporciona un AP para un sistema de
30 comunicación inalámbrica. El punto de acceso está configurado para reservar una TXOP en un canal inalámbrico. Además, el AP está configurado para determinar, para una estación inalámbrica asociada con el AP, un primer conjunto de uno o más parámetros de transmisión que se aplicarán en una primera transmisión inalámbrica desde la estación inalámbrica al AP. Además, el AP está configurado para enviar un mensaje para activar la primera transmisión
35 inalámbrica por la estación inalámbrica, indicando el mensaje el primer conjunto de uno o más parámetros de transmisión. El mensaje indica además un segundo conjunto de uno o más parámetros de transmisión y que al menos una estación inalámbrica adicional que recibe el

mensaje puede realizar una segunda transmisión inalámbrica en la TXOP durante una duración menor que la primera transmisión inalámbrica y utilizando el segundo conjunto indicado de uno o más parámetros de transmisión y recursos de radio que se superponen al menos en parte con los recursos de radio asignados a la primera transmisión inalámbrica.

5

De acuerdo con una forma de realización adicional, se proporciona un AP para un sistema de comunicación inalámbrica. El punto de acceso comprende al menos un procesador y una memoria. La memoria contiene instrucciones ejecutables por dicho al menos un procesador, por lo que el AP está operativo para reservar una TXOP en un canal inalámbrico. Además, la memoria contiene instrucciones ejecutables por dicho al menos un procesador, por lo que el AP está operativo para determinar, para una estación inalámbrica asociada con el AP, un primer conjunto de uno o más parámetros de transmisión que se aplicarán en una primera transmisión inalámbrica desde la estación inalámbrica al AP. Además, la memoria contiene instrucciones ejecutables por dicho al menos un procesador, por lo que el AP está operativo para enviar un mensaje para activar la primera transmisión inalámbrica por la estación inalámbrica, indicando el mensaje el primer conjunto de uno o más parámetros de transmisión. El mensaje indica además un segundo conjunto de uno o más parámetros de transmisión y que al menos una estación inalámbrica adicional que recibe el mensaje puede realizar una segunda transmisión inalámbrica en la TXOP durante una duración menor que la primera transmisión inalámbrica y utilizando el segundo conjunto indicado de uno o más parámetros de transmisión y recursos de radio que se superponen al menos en parte con los recursos de radio asignados a la primera transmisión inalámbrica.

10

15

20

25

30

35

De acuerdo con una forma de realización adicional, se proporciona una estación inalámbrica para un sistema de comunicación inalámbrica. La estación inalámbrica está configurada para recibir, desde un AP del sistema de comunicación inalámbrica, un mensaje para activar una primera transmisión inalámbrica por otra estación inalámbrica en una TXOP reservada por el AP. El mensaje indica un primer conjunto de uno o más parámetros de transmisión que utilizará la otra estación inalámbrica cuando realice la primera transmisión inalámbrica e indica además un segundo conjunto de uno o más parámetros de transmisión y que la estación inalámbrica puede realizar una segunda transmisión inalámbrica en la TXOP durante una duración menor que la primera transmisión inalámbrica y utilizando el segundo conjunto indicado de uno o más parámetros de transmisión y recursos de radio que se superponen al menos en parte con los recursos de radio asignados a la primera transmisión inalámbrica. Además, la estación inalámbrica está configurada para, en respuesta al mensaje, realizar la segunda transmisión inalámbrica en la TXOP con una duración menor que la primera transmisión inalámbrica y utilizando el segundo conjunto indicado de uno o más parámetros

de transmisión en recursos de radio que se superponen al menos en parte con los recursos de radio asignados a la primera transmisión inalámbrica.

De acuerdo con una forma de realización adicional, se proporciona una estación inalámbrica para un sistema de comunicación inalámbrica. La estación inalámbrica comprende al menos un procesador y una memoria. La memoria contiene instrucciones ejecutables por dicho al menos un procesador, por lo que la estación inalámbrica está operativa para recibir, desde un AP del sistema de comunicación inalámbrica, un mensaje para activar una primera transmisión inalámbrica por otra estación inalámbrica en una TXOP reservada por el AP. El mensaje indica un primer conjunto de uno o más parámetros de transmisión que utilizará la otra estación inalámbrica cuando realice la primera transmisión inalámbrica e indica además un segundo conjunto de uno o más parámetros de transmisión y que la estación inalámbrica puede realizar una segunda transmisión inalámbrica en la TXOP durante una duración menor que la primera transmisión inalámbrica y utilizando el segundo conjunto indicado de uno o más parámetros de transmisión y recursos de radio que se superponen al menos en parte con los recursos de radio asignados a la primera transmisión inalámbrica. Además, la memoria contiene instrucciones ejecutables por dicho al menos un procesador, por lo que la estación inalámbrica está operativa para, en respuesta al mensaje, realizar la segunda transmisión inalámbrica en la TXOP con una duración menor que la primera transmisión inalámbrica y utilizando el segundo conjunto indicado de uno o más parámetros de transmisión en recursos de radio que se superponen al menos en parte con los recursos de radio asignados a la primera transmisión inalámbrica.

De acuerdo con una forma de realización adicional, se proporciona un programa informático o producto de programa informático, por ejemplo, en forma de un medio de almacenamiento no transitorio, que comprende un código de programa para ser ejecutado por al menos un procesador de un AP. La ejecución del código de programa hace que el AP reserve una TXOP en un canal inalámbrico. Además, la ejecución del código de programa hace que el AP determine, para una estación inalámbrica asociada con el AP, un primer conjunto de uno o más parámetros de transmisión que se aplicarán en una primera transmisión inalámbrica desde la estación inalámbrica al AP. Además, la ejecución del código de programa hace que el AP envíe un mensaje para activar la primera transmisión inalámbrica por la estación inalámbrica, indicando el mensaje el primer conjunto de uno o más parámetros de transmisión. El mensaje indica además un segundo conjunto de uno o más parámetros de transmisión y que al menos una estación inalámbrica adicional que recibe el mensaje puede realizar una segunda transmisión inalámbrica en la TXOP durante una duración menor que la primera transmisión inalámbrica y utilizando el segundo conjunto indicado de uno o más parámetros

de transmisión y recursos de radio que se superponen al menos en parte con los recursos de radio asignados a la primera transmisión inalámbrica.

De acuerdo con una forma de realización adicional, se proporciona un programa informático o producto de programa informático, por ejemplo, en forma de un medio de almacenamiento no transitorio, que comprende código de programa para ser ejecutado por al menos un procesador de una estación inalámbrica. La ejecución del código de programa hace que la estación inalámbrica reciba, desde un AP del sistema de comunicación inalámbrica, un mensaje para activar una primera transmisión inalámbrica por otra estación inalámbrica en una TXOP reservada por el AP. El mensaje indica un primer conjunto de uno o más parámetros de transmisión que utilizará la otra estación inalámbrica cuando realice la primera transmisión inalámbrica e indica además un segundo conjunto de uno o más parámetros de transmisión y que la estación inalámbrica puede realizar una segunda transmisión inalámbrica en la TXOP durante una duración menor que la primera transmisión inalámbrica y utilizando el segundo conjunto indicado de uno o más parámetros de transmisión y recursos de radio que se superponen al menos en parte con los recursos de radio asignados a la primera transmisión inalámbrica. Además, la ejecución del código de programa hace que la estación inalámbrica, en respuesta al mensaje, realice la segunda transmisión inalámbrica en la TXOP con una duración menor que la primera transmisión inalámbrica y utilizando el segundo conjunto indicado de uno o más parámetros de transmisión en recursos de radio que se superponen al menos en parte con los recursos de radio asignados a la primera transmisión inalámbrica.

Los detalles de dichas formas de realización y las formas de realización adicionales serán evidentes a partir de la siguiente descripción detallada.

Breve descripción de los dibujos

La Fig. 1 ilustra esquemáticamente un sistema de comunicación inalámbrica de acuerdo con una forma de realización.

La Fig. 2 ilustra esquemáticamente un marco disparador aumentado de acuerdo con una forma de realización.

La Fig. 3A ilustra esquemáticamente un ejemplo de uso de recursos de TXOP de acuerdo con una forma de realización.

La Fig. 3B ilustra esquemáticamente un ejemplo adicional del uso de recursos de TXOP de acuerdo con una forma de realización.

La Fig. 3C ilustra esquemáticamente un ejemplo adicional del uso de recursos de TXOP de acuerdo con una forma de realización.

La Fig. 3D ilustra esquemáticamente un ejemplo adicional del uso de recursos de TXOP de acuerdo con una forma de realización.

La Fig. 4 ilustra esquemáticamente un ejemplo de procesos de acuerdo con una forma de realización.

La Fig. 5 ilustra esquemáticamente un ejemplo adicional de procesos de acuerdo con una forma de realización.

La Fig. 6 muestra un diagrama de flujo para ilustrar esquemáticamente un método de acuerdo con una forma de realización.

La Fig. 7 muestra un diagrama de bloques para ilustrar esquemáticamente las funcionalidades de un punto de acceso de acuerdo con una forma de realización.

La Fig. 8 muestra un diagrama de flujo para ilustrar esquemáticamente un método adicional de acuerdo con una forma de realización.

La Fig. 9 muestra un diagrama de bloques para ilustrar esquemáticamente las funcionalidades de una estación inalámbrica de acuerdo con una forma de realización.

La Fig. 10 ilustra esquemáticamente las estructuras de un punto de acceso de acuerdo con una forma de realización.

La Fig. 11 ilustra esquemáticamente las estructuras de una estación inalámbrica de acuerdo con una forma de realización.

Descripción detallada

A continuación, los conceptos de acuerdo con las realizaciones ejemplares de la invención se explicarán con más detalle y con referencia a los dibujos adjuntos. Las forma de realización

ilustradas se refieren al control de transmisiones inalámbricas en un sistema de comunicación inalámbrica. El sistema de comunicación inalámbrica puede ser un sistema WLAN (Red de Área Local Inalámbrica) basado en una tecnología IEEE 802.11. Sin embargo, se observa que los conceptos ilustrados también podrían aplicarse a otras tecnologías de comunicación inalámbrica, por ejemplo, a los modos basados en contención de la tecnología LTE (Evolución a largo plazo) o NR (Nueva Radio) especificados por 3GPP (Proyecto de Asociación de Tercera Generación). Los conceptos ilustrados pueden ser implementados por varios tipos de dispositivos inalámbricos, en particular por puntos de acceso (AP) y/o por estaciones no AP (STA).

De acuerdo con los conceptos ilustrados, un AP puede orquestar la transmisión superpuesta en una TXOP reservada. En particular, el AP puede reservar primero una TXOP en un canal inalámbrico. Con base en las necesidades de una o más STA asociadas al AP, el AP puede asignar fracciones del BW disponible del canal inalámbrico en la TXOP a una o más transmisiones de UL por las STA, por ejemplo, en términos de RU separadas en el dominio de frecuencia. En la presente también se hace referencia a una programación de transmisión(es) de UL. Además, el AP puede determinar un conjunto de parámetros de transmisión que utilizará cada STA cuando realice una transmisión de UL en el ancho de banda asignado. Estos parámetros de transmisión pueden incluir, por ejemplo, un MCS (esquema de modulación y codificación) y/o una potencia de transmisión, por ejemplo, en términos de una potencia de transmisión máxima y/o mínima. A continuación, el AP envía un mensaje para activar la(s) transmisión(es) UL por STA(s). Este mensaje también indica que una o más STA que reciben el mensaje pueden realizar una transmisión de UL adicional en la TXOP durante una duración menor que la duración de la transmisión o transmisiones de UL programadas y utilizando recursos de radio que se superponen al menos en parte con el BW asignado. La superposición puede estar en el dominio del tiempo y, en algunos casos, también en el dominio de la frecuencia. Dichas transmisiones de UL múltiples que utilizan al menos en parte recursos de radio superpuestos también se indican en la presente como transmisiones de UL superpuestas. Por consiguiente, una transmisión UL programada puede superponerse con una transmisión UL corta adicional, que puede usarse para transportar datos de baja latencia sin causar una interferencia excesiva a la transmisión UL programada. El mensaje también indica los parámetros de transmisión para dichas transmisiones UL adicionales. A continuación, este mensaje también se indica como Trama de activación aumentada (ATF). El ATF puede ser recibido por todas las STA en el BSS del AP. En respuesta a la recepción del mensaje, cada STA puede realizar una transmisión de UL superpuesta al AP, sin incurrir en latencia debido a un proceso de programación. Por lo tanto, la ATF puede permitir transmisiones UL con latencia baja y limitada. Por consiguiente, después de reservar la TXOP,

el AP que reservó la TXOP puede enviar una ATF para informar a las STA sobre si se permiten transmisiones de UL superpuestas durante la TXOP reservada, por ejemplo, mediante el uso de una bandera, y también indicando parámetros de transmisión, por ejemplo, potencia de transmisión y/o MCS, y/o BW asignados.

5

La orquestación de la transmisión superpuesta puede estar respaldada por ciertos elementos de hardware del AP. Además, puede haber requisitos adicionales en términos de capacidades computacionales para seleccionar los parámetros de transmisión. En particular, el AP puede usar dos conjuntos de cadenas de recepción para recibir dos o más transmisiones UL entrantes superpuestas en el canal inalámbrico. Se pueden utilizar operaciones de decodificación específicas para permitir la decodificación confiable de las transmisiones de UL superpuestas. Además, determinar los parámetros de transmisión puede implicar que, considerando el BW del canal inalámbrico, el AP seleccione una tasa de código para la transmisión UL de mejor esfuerzo (BE), teniendo en cuenta que una parte del BW disponible también podría ser utilizada por transmisiones UL superpuestas adicionales, por ejemplo, transmisiones UL críticas que requieren baja latencia y/o latencia limitada. De esta manera, el AP puede garantizar que se cumplan las condiciones para una recepción confiable de las transmisiones de UL superpuestas. Además, el AP puede usar la ATF para sincronizar las transmisiones de UL superpuestas de modo que los símbolos OFDM de las transmisiones de UL superpuestas estén alineados en el tiempo. Esto puede facilitar la decodificación fiable de las transmisiones de UL superpuestas.

10

15

20

Por consiguiente, en los conceptos ilustrados, el AP que reserva el canal inalámbrico puede ser responsable de controlar las transmisiones de UL programadas de tal manera que haya espacio para acomodar una o más transmisiones de UL adicionales superpuestas por parte de las sta en el BSS.

25

La Fig. 1 ilustra un sistema de comunicación inalámbrica ejemplar de acuerdo con una forma de realización. En el ejemplo ilustrado, el sistema de comunicación inalámbrica incluye múltiples AP 10, en el ejemplo ilustrado denominado AP1, AP2, AP3, AP4 y múltiples estaciones 11, en el ejemplo ilustrado denominado STA11, STA12, STA21, STA31 y STA41. STA11 y STA12 son servidos por AP1 (en un primer BSS denotado como BSS1), STA21 es servido por AP2 (en un segundo BSS denotado como BSS2), STA31 es servido por AP3 (en un tercer BSS denotado como BSS3), y STA41 es servido por AP4 (en un cuarto BSS denotado como BSS4). Las estaciones 11 pueden corresponder a diversos tipos de dispositivos inalámbricos, por ejemplo, terminales de usuario, tales como dispositivos informáticos móviles o estacionarios como teléfonos inteligentes, ordenadores portátiles,

30

35

ordenadores de escritorio, tabletas, dispositivos de juegos o similares. Además, las estaciones 11 podrían corresponder, por ejemplo, a otros tipos de equipos como dispositivos domésticos inteligentes, impresoras, dispositivos multimedia, dispositivos de almacenamiento de datos o similares.

5

En el ejemplo de la Fig. 1, cada una de las estaciones 11 puede conectarse a través de un enlace de radio a uno de los AP 10. Por ejemplo, dependiendo de la ubicación o las condiciones del canal experimentadas por una estación 11 dada, la estación 11 puede seleccionar un AP 10 y BSS apropiados para establecer el enlace de radio. El enlace de radio
10 puede basarse en una o más portadoras OFDM de un espectro de frecuencia que se comparte sobre la base de un mecanismo basado en contención, por ejemplo, una banda sin licencia como la banda ISM de 2.4 GHz, la banda de 5 GHz, la banda de 6 GHz o la banda de 60 GHz.

Cada AP 10 puede proporcionar conectividad de datos de las sta 11 conectadas al AP 10.
15 Como se ilustra adicionalmente, los AP 10 pueden estar conectados a una red de datos (DN) 110. De esta manera, los AP 10 también pueden proporcionar conectividad de datos de las estaciones 11 conectadas a diferentes AP 10. Además, los AP 10 también pueden proporcionar conectividad de datos de las estaciones 11 a otras entidades, por ejemplo, a uno o más servidores, proveedores de servicios, fuentes de datos, sumideros de datos, terminales
20 de usuario o similares. Por consiguiente, el enlace de radio establecido entre una estación 11 dada y su AP 10 de servicio puede usarse para proporcionar diversos tipos de servicios a la estación 11, por ejemplo, un servicio de voz, un servicio multimedia u otro servicio de datos. Dichos servicios pueden basarse en aplicaciones que se ejecutan en la estación 11 y/o en un dispositivo vinculado a la estación 11. A modo de ejemplo, la Fig. 1 ilustra una plataforma de
25 servicio de aplicaciones 150 proporcionada en el DN 110. Las aplicaciones ejecutadas en la estación 11 y/o en uno o más dispositivos vinculados a la estación 11 pueden utilizar el enlace de radio para la comunicación de datos con una o más estaciones 11 y/o la plataforma de servicio de aplicaciones 150, permitiendo así la utilización de los servicios correspondientes en la estación 11.

30

Para habilitar la latencia baja y/o la latencia limitada de las estaciones 11 en un escenario como el ilustrado en la Fig. 1, los AP 10 pueden orquestar transmisiones de UL superpuestas en sus respectivos BSS, activando una o más transmisiones de UL programadas en el BSS utilizando la ATF mencionada anteriormente. Las transmisiones UL programadas pueden
35 transportar tráfico BE, mientras que las transmisiones UL adicionales superpuestas que están permitidas y controladas por la ATF no requieren programación y, por lo tanto, pueden transportar tráfico crítico que requiere baja latencia y/o latencia limitada. Aquí, se observa que

el tráfico de baja latencia puede definirse como el tráfico que requiere que la latencia esté por debajo de un umbral. Del mismo modo, el tráfico de latencia limitada puede definirse como el tráfico que requiere que la variación de la latencia esté por debajo de un umbral. En este último caso, la latencia en sí misma puede tener un valor considerable, que sin embargo está limitado en su variación y, por lo tanto, es sustancialmente constante en una secuencia de transmisiones UL. En muchos casos, el tráfico crítico puede requerir una latencia baja y limitada. En aras de la simplicidad, las siguientes explicaciones se refieren a dicho tráfico crítico que requiere una latencia baja y limitada, que en lo sucesivo también se denomina tráfico LL (baja latencia).

La Fig. 2 ilustra una estructura ejemplar de la ATF. La ATF puede estar integrada en una trama MAC (Control de acceso al medio), con un encabezado MAC, un cuerpo de trama que incluye la ATF, relleno opcional y una secuencia de verificación de trama (FCS). La cabecera MAC incluye un campo de control de trama, un campo de duración y un campo de dirección con una dirección sta de recepción (RA) y una dirección STA de transmisión (TA).

Como se ilustra en la Fig. 2, la ATF puede basarse en la estructura del TF (Trama de Activación) especificada en la tecnología IEEE 802.11ax e incluir un campo de Información Común y una lista de campos de Información del Usuario. Como se ilustra, los campos de información de usuario incluyen un campo de información de usuario para el tráfico BE y un campo de información de usuario para el tráfico LL. El campo Información de usuario para el tráfico BE incluye parámetros de transmisión de la PPDU BE programada. Los parámetros de transmisión para la BE PPDU pueden incluir, por ejemplo, un MCS, y/o una potencia de transmisión, y/o una duración programada de la BE PPDU. El campo Información de usuario para el tráfico de LL incluye parámetros de transmisión de una PPDU de LL que se puede superponer a la PPDU de BE. Los parámetros de transmisión para la LL PPDU pueden incluir, por ejemplo, un MCS, y/o una potencia de transmisión, y/o una duración máxima de la LL PPDU superpuesta. Además, los parámetros de transmisión de la BE PPDU incluyen una o más RU asignadas a la BE PPDU. Los parámetros de transmisión de la LL PPDU permitida también incluyen una o más RU. Dado que la LL PPDU permitida está superpuesta, en el dominio del tiempo y/o la frecuencia, la(s) última(s) RU puede(n) superponerse a la(s) RU asignada(s) a la BE PPDU programada. Como se ilustra adicionalmente en la Fig. 2, los parámetros de transmisión de la PPDU BE programada y de la PPDU superpuesta permitida también incluyen una longitud UL respectiva, es decir, una duración de tiempo para la transmisión de la PPDU BE o la PPDU LL permitida, respectivamente. En el caso de la LL PPDU, la longitud de UL puede definir la duración máxima mencionada anteriormente de la LL PPDU, de modo que la LL PPDU realmente transmitida sea más corta que la longitud de

UL indicada por el campo Información de usuario para el tráfico de LL. Aquí, el tiempo de la LL PPDU superpuesta permitida se puede controlar de tal manera que la LL PPDU superpuesta comenzará después del comienzo de la BE PPDU y terminará antes del final de la BE PPDU. Más específicamente, la LL PPDU puede restringirse para comenzar después

5 de la parte del preámbulo de la BE PPDU y para terminar antes del final de la BE PPDU. En algunos escenarios, si hay al menos alguna superposición entre las RU asignadas a la LL PPDU y las RU asignadas a la BE PPDU, entonces la duración máxima permitida de la LL PPDU puede ser la misma que la duración programada de la BE PPDU.

- 10 En los conceptos ilustrados, el AP que orquesta las transmisiones de UL superpuestas puede ser uno de dos tipos diferentes, dependiendo de las capacidades de hardware y las capacidades computacionales del AP: un AP simple o un AP mejorado.

El AP simple tiene una cadena de recepción y transmisión. Por lo tanto, el AP simple no es

15 capaz de decodificar dos señales UL al mismo tiempo. Más bien, el AP simple puede operar decodificando una parte de la PPDU de BE que es lo más grande posible, es decir, la parte que no se superpone en el tiempo con la PPDU de LL superpuesta, es decir, comienza antes de que comience la PPDU de LL y puede continuar después de que la PPDU de LL superpuesta haya terminado. Sin embargo, una vez que se detecta la LL PPDU, el AP simple

20 cambiará a la decodificación de la LL PPDU.

El AP mejorado tiene dos o más conjuntos de cadenas de transmisión y recepción. Por consiguiente, el AP mejorado es capaz de procesar por separado las dos transmisiones UL superpuestas. En este caso, la decodificación de la PPDU de BE se puede lograr en función

25 de dos valores de SINR (relación de señal a ruido e interferencia): una primera SINR calculada utilizando la parte de preámbulo de la PPDU de BE, y una segunda SINR calculada una vez que se ha detectado la transmisión interferente de la PPDU de LL. Además, el AP mejorado puede ser capaz de identificar un conjunto de subportadoras corruptas en la transmisión de la PPDU de BE y/o un período de tiempo durante el cual se produce dicha corrupción. Con esta

30 información, el AP mejorado puede normalizar los valores de LLR (relación de verosimilitud logarítmica) emitidos por un desmapeador de constelación asignando un valor normalizado y, por lo tanto, inferior a los LLR correspondientes a subportadoras dañadas o puede establecer estos valores de LLR en 0, es decir, independientemente de la SINR en subportadoras dañadas. Por lo tanto, se descartaría la información que podría extraerse de estas

35 subportadoras. Para la decodificación de la LL PPDU, el AP mejorado normalmente siempre es capaz de decodificar la LL PPDU, porque el AP mejorado seleccionó los parámetros de transmisión de la LL PPDU de tal manera que es decodificable con alta fiabilidad, teniendo en

cuenta la BE PPDU superpuesta. Por ejemplo, esto puede lograrse aprovechando la potencia de transmisión máxima de la LL PDDU y la potencia de transmisión mínima de la BE PPDU, así como el MCS de la BE PPDU y el MCS de la LL PPDU.

- 5 El requisito de que el AP mejorado tenga más de dos conjuntos de cadenas de transmisión y recepción puede cumplirse, por ejemplo, mediante un dispositivo de enlace múltiple (MLD) de AP. Un MLD es capaz de operar en dos enlaces al mismo tiempo. Por lo tanto, siempre que el AP MLD tenga dos conjuntos diferentes de cadenas de transmisión y recepción, que en el AP MLD se usan típicamente en dos canales inalámbricos diferentes, dicho AP MLD también
- 10 tendría típicamente la capacidad de hardware para funcionar como un AP mejorado de los conceptos ilustrados, mediante el uso de los dos o más conjuntos de cadenas de transmisión y recepción en el mismo canal inalámbrico. Sin embargo, también los AP no MLD podrían estar equipados con dos o más conjuntos de cadenas de transmisión y recepción y, por lo tanto, tener la capacidad de hardware para funcionar como un AP mejorado de los conceptos
- 15 ilustrados.

Cuando existe la necesidad de superponer la transmisión de una BE PPDU y una LL PPDU, la forma de seleccionar los parámetros de transmisión puede diferir entre un AP simple y un AP mejorado: Un AP mejorado puede reservar primero el canal inalámbrico con un cierto BW

20 para una cierta duración de TXOP. Luego, el AP mejorado puede seleccionar conjuntamente potencias de transmisión, MCS y BW para transmisiones superpuestas. Esto puede lograrse de tal manera que todo el BW esté disponible para la BE PPDU, mientras que solo una fracción del BW esté disponible para la posible LL PPDU superpuesta. La fracción de BW asignada a la posible LL PPDU superpuesta puede seleccionarse conjuntamente con el MCS para la BE

25 PPDU de modo que dicha fracción sea lo suficientemente menor que la redundancia introducida por la tasa de código seleccionada para la BE PPDU. El beneficio de seleccionar una fracción suficientemente más pequeña y no solo una fracción más pequeña se puede ver a partir de simulaciones numéricas, que indican que la capacidad de decodificar una palabra de código de la PPDU de BE depende no solo de cuántos bits o valores de LLR están dañados,

30 sino también de qué bits o valores de LLR particulares están dañados. Aquí, debe considerarse que para un LDPC (Código de Verificación de Paridad de Baja Densidad), una palabra de código típicamente incluye bits de información, bits de paridad y, en algunos casos, bits repetidos. Esto tiene el efecto de que la fracción del BW que se puede superponer con la transmisión de la LL PPDU sin perder la fiabilidad de recepción es menor de lo esperado

35 cuando solo se considera la tasa de código seleccionada para la transmisión de la BE PPDU para lograr una recepción casi libre de errores. Por consiguiente, puede ser ventajoso reducir la fracción del BW que se superpondrá en un margen adicional. El AP mejorado puede

considerar este margen al seleccionar el MCS para la transmisión de la BE PPDU y la fracción del BW para la posible LL PPDU superpuesta. Al mismo tiempo, el AP mejorado puede seleccionar las potencias de transmisión para la BE PPDU y la posible LL PPDU superpuesta de tal manera que la SINR esperada de la BE PPDU en ausencia de interferencia por una LL PPDU superpuesta y la SINR esperada de la LL PPDU con interferencia por una BE PPDU superpuesta cumplan con los requisitos mínimos para una recepción confiable con el MCS seleccionado de la BE PPDU y el MCS seleccionado de la posible LL PPDU superpuesta, respectivamente.

10 Un AP simple puede reservar primero el canal inalámbrico con un cierto BW para una cierta duración de TXOP. Entonces, aunque el AP simple no tiene la capacidad de decodificar dos transmisiones de UL superpuestas, puede asignar todo el BW disponible tanto para la transmisión de una PPDU de BE como para la transmisión de una posible PPDU de LL superpuesta. Aquí, se observa que una STA que envía la LL PPDU superpuesta solo podría
15 ser capaz de operar en un canal BW de 20 MHz, por ejemplo, porque esta STA es un sensor simple u otro dispositivo de baja complejidad, mientras que el AP ha reservado un canal BW más amplio. Además, la STA que envía la LL PPDU podría estar limitada en su presupuesto de enlace, por ejemplo, en la potencia de transmisión. En tales casos, puede ser beneficioso que el AP simple asigne el máximo BW posible para la transmisión de la posible LL PPDU superpuesta. Como se mencionó anteriormente, el AP simple puede operar decodificando la mayor parte posible de la PPDU de BE, siempre que no haya transmisión superpuesta de una PPDU de LL. Cuando se detecta la transmisión de una PPDU LL superpuesta, el AP simple puede cambiar para decodificar toda la transmisión de la PPDU LL superpuesta. Por consiguiente, el impacto de la interferencia por la LL PPDU superpuesta se puede reducir o
20 evitar en el dominio del tiempo. Las palabras de código interferidas de la PPDU de BE pueden descartarse y perderse, pero el número de palabras de código descartadas puede mantenerse lo más pequeño posible dependiendo de la cantidad de datos en la PPDU de LL, en particular dependiendo de la longitud de la PPDU de LL. Además, el AP simple puede seleccionar las potencias de transmisión para la BE PPDU y la posible LL PPDU superpuesta de tal manera que la SINR esperada de la BE PPDU en ausencia de interferencia por una LL PPDU superpuesta y la SINR LL PPDU esperada con interferencia por una BE PPDU superpuesta cumplan con los requisitos mínimos para una recepción confiable con el MCS seleccionado de la BE PPDU y el MCS seleccionado de la posible LL PPDU superpuesta, respectivamente. Cabe señalar que si el AP simple no tiene la capacidad de reanudar la recepción de la PPDU de BE después de que haya finalizado la transmisión superpuesta de la PPDU de LL, el
35 impacto de la interferencia generada por la transmisión superpuesta de la PPDU de LL suele

ser mayor si la transmisión de la PPDU de LL comienza antes, reduciendo así la parte de la transmisión de la PPDU de BE que no se ve interferida.

En algunos escenarios, la ATF también puede sincronizar las transmisiones UL superpuestas a tiempo. Tanto la transmisión de una PPDU de BE como la transmisión de una PPDU de LL pueden contener un preámbulo heredado, por ejemplo, usando FFT (Transformada Rápida de Fourier) de 64 puntos en 20 MHz, y un preámbulo de HE, por ejemplo, usando FFT de 256 puntos en 20 MHz. En este caso, los símbolos OFDM de la PPDU BE y los símbolos OFDM de la PPDU LL pueden sincronizarse en el tiempo de modo que los símbolos OFDM basados en FFT de 256 puntos de ambas PPDU estén alineados en el tiempo. Por lo general, esto significa que el preámbulo heredado de la LL PPDU debe terminar justo antes de que comience el siguiente símbolo OFDM de la BE PPDU.

En algunos escenarios, el AP también puede instruir a la STA que envía en la BE PPDU para perforar la BE PPDU de modo que una fracción del BW disponible se deje vacía para la posible LL PPDU superpuesta, de modo que la BE PPDU y la LL PPDU utilicen recursos de radio que solo se superponen en el dominio del tiempo o que la BE PPDU y la LL PPDU utilicen recursos de radio que solo se superponen parcialmente en el dominio de la frecuencia. Esto también se puede lograr incluyendo al menos un parámetro de perforación correspondiente en los parámetros de transmisión indicados en el ATF. Por ejemplo, en el caso del BW de 80 MHz del canal inalámbrico reservado, se podría permitir que la STA que envía la PPDU de BE use solo BW de 60 MHz. El BW restante de 20 MHz está disponible exclusivamente para la posible LL PPDU superpuesta, sin causar interferencias en la BE PPDU. En un ejemplo alternativo, se podría permitir que la STA que envía la PPDU de BE use un BW de 60 MHz, perforando así una porción de BW de 20 MHz, y una porción de BW de 40 MHz que incluye la porción de 20 MHz perforada podría estar disponible para la posible PPDU de LL superpuesta, causando así una superposición de frecuencia parcial y una interferencia potencial solo en el BW de 20 MHz de la PPDU de BE. Debido a dicha reducción de la superposición de frecuencia, la BE PPDU puede utilizar una mayor tasa de código y una mayor potencia de transmisión. Además, la LL PPDU podría usar un MCS más alto y/o una mayor potencia de transmisión.

En algunos escenarios, el AP puede acusar recibo con éxito de la LL PPDU superpuesta. El AP puede, por ejemplo, enviar un acuse de recibo inmediatamente después de un SIFS (Espacio Intercuadro Corto) de la recepción exitosa de la LL PPDU. Para un AP simple, esto puede impedir o retrasar la reanudación de la recepción de la BE PPDU. Un AP mejorado puede enviar el acuse de recibo en otra cadena de transmisión y recepción, mientras continúa recibiendo la BE PPDU. En algunos escenarios, el AP puede acusar recibo con éxito tanto de

la LL PPDU como de la BE PPDU a través de un ACK de bloque multi-STA como se especifica en la tecnología HE. En algunos escenarios, el AP puede acusar recibo con éxito de la LL PPDU superpuesta después de la recepción de la BE PPDU.

- 5 Para explicar los conceptos ilustrados con más detalle, se considerará un escenario ejemplar que involucra un AP y dos STA en el BSS. Las dos STA se indican como STA1 y STA2. El AP y las STA pueden corresponder a cualquiera de los AP 10 y estaciones 11 ilustrados en la Fig. 1. Por ejemplo, el AP podría corresponder a AP1 y las STA pueden corresponder a STA11 y STA21. La Fig. 3A ilustra un ejemplo del uso resultante de los recursos de radio, en términos
- 10 de RU definidas en un BW general de 20 MHz del canal inalámbrico. Se supone que el AP de este ejemplo es un AP inteligente.

En el ejemplo ilustrado, se supone tráfico pesado de UL, en el que el AP recibe datos de UL tanto de STA1 como de STA2, con STA1 transmitiendo tráfico BE y STA2 transmitiendo tráfico

15 LL crítico. Por lo tanto, el tráfico de la STA2 está sujeto a requisitos de latencia diferentes, en particular más estrictos, que el tráfico de la STA1. El AP es responsable de reservar el canal inalámbrico, es decir, competir por el canal inalámbrico y reservar una TXOP al obtener acceso al canal inalámbrico. La TXOP reservada puede tener una duración típica de hasta 4,096 ms. En respuesta a la reserva de la TXOP, el AP programa la transmisión de una BE

20 PPDU por parte de la STA1, porque el AP es consciente de que la STA1 tiene datos para transmitir, por ejemplo, debido a una solicitud correspondiente de la STA1. Para activar la transmisión de la BE PPDU, el AP envía un ATF que es recibido por la STA1 y también por la STA2.

25 El AP tiene dos conjuntos de cadenas de recepción. Una cadena de recepción se utiliza para decodificar la BE PPDU de STA1, mientras que la otra se utiliza para decodificar la LL PPDU de STA2. Como se puede ver, todas las RU del BW disponible se asignan a la PPDU BE programada transmitida por la STA1. La LL PPDU transmitida por la STA2 a su vez utiliza solo una parte del ancho de banda asignado a la BE PPDU, a saber, RU2-RU5. La asignación de

30 estas UR se indica en el ATF enviado por el PA. Específicamente, la ATF puede indicar en el campo Información de usuario de BE que RU1-RU9 se asignan a la PPDU de BE programada, y puede indicar además en el campo Información de usuario de LL que una PPDU de LL superpuesta puede usar RU2-RU5. Como se puede ver además en la Fig. 3A, la BE PPDU (de STA1) y la LL PPDU (de STA2) incluyen una parte de preámbulo que se extiende por todo

35 el BW del canal inalámbrico, que cumple con las especificaciones IEEE 802.11 PHY. Como se puede ver además, la LL PPDU no comienza antes de que la parte del preámbulo de la BE PPDU haya terminado. Tal comportamiento de STA2 puede ser ordenado por la ATF.

El ejemplo de la Fig. 3B es similar al de la Fig. 3A. Como se puede ver, todas las RU del BW disponible se asignan a la PPDU BE programada transmitida por la STA1. Sin embargo, en este ejemplo, la LL PPDU transmitida por la STA2 a su vez solo utiliza una RU, en el ejemplo
5 ilustrado RU1.

En el ejemplo de la Fig. 3B, el AP puede usar la ATF para asignar un BW completo de 20 MHz a la PPDU de BE de la STA1 para transmisiones de BE, y una única RU de 26 tonos, a saber, RU1, a una posible PPDU de LL superpuesta de la STA2. Al enviar el ATF, el AP es consciente
10 de que la transmisión de UL superpuesta de STA2 puede ocurrir en RU1, pero no sabe si o cuándo exactamente a tiempo vendrá la transmisión de UL superpuesta. Esto se debe a la naturaleza no determinista del tráfico LL de STA2. En el ejemplo de la Fig. 4, se supone además que el AP puede usar la ATF para ordenar a la STA1 que use MCS 0, por ejemplo, BPSK (Modulación por desplazamiento de fase binaria) con tasa de código $\frac{1}{2}$, y una potencia
15 de transmisión establecida de tal manera que la SINR de la BE PPDU en el AP sea suficiente para decodificar MCS 0, por ejemplo, $\text{SINR}(\text{STA1}) = -3\text{dB}$. Además, se supone que el AP utiliza la ATF para ordenar STA2 MCS 1, por ejemplo, QPSK (Modulación por Desplazamiento de Fase en Cuadratura) con tasa de código $\frac{1}{2}$, y una potencia de transmisión mínima para que la SINR mínima de la LL PPDU en el AP sea suficiente para decodificar MCS 1, por
20 ejemplo, $\text{SINR}(\text{STA2}) = 0\text{ dB}$. Con estos ajustes, se puede garantizar una decodificación fiable tanto de la BE PPDU como de la LL PPDU.

La selección de los parámetros de asignación y transmisión de BW en el ejemplo de la Fig. 3B puede ser beneficiosa por las siguientes razones: STA1 transmite a más de 20 MHz, mientras que STA2 solo puede transmitir sus datos a través de aproximadamente $\frac{1}{9}$ de este
25 BW. Esto significa que al observar las partes de datos de las PPDU, solo $\frac{1}{9}$ de la PPDU de BE es interferida por la PPDU de LL. Por lo tanto, seleccionar una tasa de código BE $\frac{1}{2}$ proporciona una protección muy sólida contra esta interferencia. Sin embargo, al considerar también la parte del preámbulo de la LL PPDU, las situaciones son algo diferentes. La parte
30 del preámbulo de la LL PPDU se extiende por todo el BW asignado a la BE PPDU, de modo que una tasa de código de $\frac{1}{2}$ por sí sola podría ser insuficiente para garantizar una decodificación confiable de la BE PPDU. Sin embargo, la selección de MCS 0 para la BE PPDU proporciona más robustez, de modo que la BE PPDU se puede decodificar de forma fiable.

En escenarios como los ilustrados en las Figs. 3A y 3B, la decodificación confiable de la transmisión UL de STA2 requiere que la señal correspondiente recibida en el AP tenga una

SINR(STA2) que sea mayor que un umbral correspondiente al MCS seleccionado. En el ejemplo de la Fig. 3B, STA2 puede usar MCS 1 y puede necesitar una SINR (STA2) ≥ 0 dB. De manera similar, para STA1 que puede usar MCS 0, puede ser necesaria una SINR(STA1) ≥ -3 dB. En consecuencia, el AP establece los parámetros de transmisión indicados por la ATF para que SINR(STA2) ≥ 0 dB y SINR(STA1) ≥ -3 dB. Sin embargo, si el AP fuera un AP simple, no podría manejar ninguna interferencia proveniente de la LL PPDU. Esto resultaría en la pérdida de todas las palabras de código de la PPDU de BE que se superponen en el tiempo por la PPDU de LL. Para un AP simple, la estrategia preferible sería permitir el uso de todo el BW por parte de la LL PPDU.

Los ejemplos de las Figuras 3C y 3D, STA2 puede transmitir la LL PPDU en una parte del BW que al menos en parte evita la superposición de frecuencia con la BE PPDU transmitida por STA1. En el ejemplo de la Fig. 3C, RU8 y RU9 se dejan fuera del BW asignado a la transmisión de la PPDU de BE, y se permite que STA2 transmita sus datos de LL en RU8 y RU9. Sin embargo, las partes de preámbulo de la PPDU de BE y de la PPDU de LL aún cubren todo el BW del canal, de modo que la parte de preámbulo de la PPDU de LL se superpone en frecuencia con las RU utilizadas para la transmisión de los datos de la PPDU de BE. En el ejemplo de la Fig. 3D, el BW del canal se separa en cuatro RU, denotadas como RU1, RU2, RU3 y RU4, por ejemplo, cada una correspondiente a un BW de 20 MHz. RU4 queda fuera del BW asignado a la transmisión de BE PPDU, y STA2 puede transmitir sus datos LL en RU4. En este caso, también la parte del preámbulo de la LL PPDU está restringida a RU4, es decir, a una parte del canal BW que no se superpone con el BW asignado a la BE PPDU.

Como se puede ver además en las Figs. 3A, 3B y 3C, el AP también envía un acuse de recibo (ACK) tanto a la STA1 como a la STA2, lo que indica que recibió con éxito la BE PPDU de la STA1 y la LL PPDU de la STA2. En estos ejemplos ilustrados, el AP envía el acuse de recibo como un ACK de bloque multi-STA, después de la recepción de la PPDU de BE. En el ejemplo de la Fig. 3D, el AP envía un primer ACK a la STA1, para indicar que recibió con éxito la BE PPDU de la STA1, y un segundo ACK a la STA2, para indicar que recibió con éxito la LL PPDU de la STA2. El primer ACK y el segundo ACK se envían en diferentes recursos de frecuencia. En particular, el primer ACK se envía en RU1, RU2 y RU3, similar a BE PPDU. El segundo ACK se envía en RU4, similar a la LL PPDU.

Cabe señalar que las explicaciones anteriores en relación con las Figs. 3B, donde la LL PPDU se superpone sobre una única RU de 26 tonos de un canal de 20 MHz, también puede aplicarse de manera correspondiente a diferentes asignaciones de RU, por ejemplo, cuando la LL PPDU se superpone sobre dos o cuatro RU de 26 tonos y la BE PPDU todavía utiliza la

tasa de código $\frac{1}{2}$. Si la tasa de código de la BE PPDU aumenta a, por ejemplo, $\frac{2}{3}$, entonces la LL PPDU puede, sin embargo, superponerse sobre una sola RU como se describe en el ejemplo de la Fig. 3B.

5 Además, las explicaciones anteriores también se aplican a varios BW del canal inalámbrico. Por ejemplo, se espera que la tecnología EHT permita la transmisión sobre 20, 40, 80, 160 y 320 MHz BW del canal inalámbrico. Cuando se utiliza un BW mayor de 20 MHz, ya no se requiere que la parte del preámbulo de la PPDU activada se extienda por todo el BW del canal inalámbrico. Esto tiene una tendencia a reducir el impacto de la parte del preámbulo en la
10 interferencia causada por la LL PPDU superpuesta y proporciona al AP más libertad para coordinar la LL PPDU superpuesta de tal manera que se reduzca la interferencia esperada. Cuando, por ejemplo, se considera un canal inalámbrico de BW de 80 MHz, que podría ser, por ejemplo, un caso común en las bandas de frecuencia de 5 GHz y 6 GHz, el AP podría asignar todo el BW de 80 MHz a la PPDU de BE, y asignar solo el BW superpuesto de 20
15 MHz a la PPDU de LL, entonces solo se superpondría $\frac{1}{4}$ del BW total, incluso teniendo en cuenta la parte del preámbulo de la PPDU de LL. Alternativamente, cuando, por ejemplo, se considera un canal inalámbrico de 80 MHz BW, el AP podría asignar 60 MHz a la BE PPDU y asignar los 20 MHz BW restantes a la LL PPDU, entonces no habría superposición en el dominio de la frecuencia, incluso cuando se tiene en cuenta la parte del preámbulo de la LL
20 PPDU. Tal escenario se ilustra en la Figura 3D.

La Fig. 4 muestra un ejemplo de procesos de acuerdo con los conceptos ilustrados. Los procesos de la Fig. 4 implican un AP 10, una primera estación 11 (STA1) y una segunda estación 11 (STA2). El AP 10 y las estaciones 11 pueden corresponder a cualquiera de los
25 AP 10 y estaciones 11 ilustrados en la Fig. 1. Por ejemplo, el AP 10 podría corresponder a AP1 y las estaciones 11 pueden corresponder a STA11 y STA21.

Como se ilustra, en los procesos de la Fig. 4, el AP 10 primero envía una indicación de capacidad 401. La indicación de capacidad 401 indica que el AP 10 admite la orquestación de
30 transmisiones UL superpuestas de acuerdo con los conceptos ilustrados. La indicación de capacidad 401 también puede indicar si el AP 10 es un AP simple o un AP mejorado. El AP 10 puede enviar la indicación de capacidad 401 en una trama de baliza, una trama de asociación, una trama de re asociación o una trama de respuesta de sonda. Como se ilustra adicionalmente, también las estaciones 11 envían cada una indicación de capacidad 402, 403.
35 Las indicaciones de capacidad 402, 403 indican que la estación 11 respectiva admite la orquestación de transmisiones UL superpuestas de acuerdo con los conceptos ilustrados, por ejemplo, al poder interpretar la ATF de los conceptos ilustrados. Las estaciones 11 pueden

enviar la indicación de capacidad en una trama de solicitud de asociación, una trama de solicitud de re asociación o una trama de solicitud de sondeo.

En el bloque 404, el AP 10 reserva una TXOP en el canal inalámbrico, por ejemplo, en
5 respuesta a competir con éxito por el acceso al canal inalámbrico.

Luego, el AP 10 envía una ATF 405 a la primera estación 11 (STA1), que también es recibida por la segunda estación 11 (STA2). La ATF 405 programa una transmisión de BE PDU por la primera estación 11 y permite además que la segunda estación 11 realice una transmisión
10 de UL superpuesta utilizando recursos de radio que se superponen al menos en parte con los recursos de radio asignados a la BE PDU.

En respuesta a la ATF 405, la primera estación 11 envía la BE PDU 406 programada. Además, la segunda estación 11 envía una LL PDU 407 superpuesta, es decir, una LL PDU
15 que utiliza recursos de radio que se superponen al menos en parte con los recursos de radio asignados a la BE PDU 406.

En el ejemplo ilustrado, el AP 10 recibe con éxito la BE PDU 406 y la LL PDU 407 superpuesta. El AP 10 indica esto enviando un acuse de recibo 408 a la primera estación 11
20 y a la segunda estación 11, por ejemplo, en forma de un ACK de bloque multi-STA.

La Fig. 5 muestra un ejemplo adicional de procesos de acuerdo con los conceptos ilustrados. Los procesos de la Fig. 5 implican un AP 10, una primera estación 11 (STA1), una segunda estación 11 (STA2) y una estación 11 (STA3). El AP 10 y las estaciones 11 pueden
25 corresponder a cualquiera de los AP 10 y estaciones 11 ilustrados en la Fig. 1.

Como se ilustra, en los procesos de la Fig. 5, el AP 10 primero envía una indicación de capacidad 501. La indicación de capacidad 501 indica que el AP 10 admite la orquestación de transmisiones UL superpuestas de acuerdo con los conceptos ilustrados. La indicación de
30 capacidad 501 también puede indicar si el AP 10 es un AP simple o un AP mejorado. El AP 10 puede enviar la indicación de capacidad 501 en una trama de baliza, una trama de asociación, una trama de re asociación o una trama de respuesta de sonda. Como se ilustra adicionalmente, también las estaciones 11 envían cada una la indicación de capacidad 502, 503, 504. Las indicaciones de capacidad 502, 503, 504 indican que la estación respectiva 11
35 admite la orquestación de transmisiones UL superpuestas de acuerdo con los conceptos ilustrados, por ejemplo, al poder interpretar la ATF de los conceptos ilustrados. Las estaciones

11 pueden enviar la indicación de capacidad en una trama de solicitud de asociación, una trama de solicitud de re asociación o una trama de solicitud de sondeo.

En el bloque 505, el AP 10 reserva una TXOP en el canal inalámbrico, por ejemplo, en respuesta a competir con éxito por el acceso al canal inalámbrico.

Luego, el AP 10 envía una ATF 506 a la primera estación 11 (STA1), que también es recibida por la segunda estación 11 (STA2) y la tercera estación 11 (STA3). La ATF 506 programa una transmisión de BE PPDU por la primera estación 11 y permite además que la segunda estación 11 y la tercera estación 11 realicen cada una la transmisión de UL superpuesta en recursos de radio que se superponen al menos en parte con los recursos de radio asignados a la BE PPDU.

En respuesta a la ATF 506, la primera estación 11 envía la BE PPDU 507 programada. Además, la segunda estación 11 envía una LL PPDU 508 superpuesta, y la tercera estación 11 envía una LL PPDU 509 superpuesta. Las LL PPDU 508, 509 superpuestas pueden utilizar diferentes partes de los recursos de radio asignados a la BE PPDU 507.

En el ejemplo ilustrado, el AP 10 recibe con éxito la BE PPDU 507 y las LL PPDU superpuestas 508, 509. El AP 10 indica esto enviando un acuse de recibo 510 a la primera estación 11, a la segunda estación 11 y a la tercera estación 11, por ejemplo, en forma de un ACK de bloque multi-STA.

La Fig. 6 muestra un diagrama de flujo para ilustrar un método, que puede utilizarse para implementar los conceptos ilustrados. El método de la Fig. 6 se puede utilizar para implementar los conceptos ilustrados en un AP, por ejemplo, uno de los AP 10 mencionados anteriormente. El sistema de comunicación inalámbrica puede basarse en una tecnología de red de área local inalámbrica, WLAN, por ejemplo, de acuerdo con la familia de normas IEEE 802.11.

Si se utiliza una implementación basada en procesador del AP, al menos algunos de los pasos del método de la Fig. 6 pueden ser realizados y/o controlados por uno o más procesadores del AP. Dicho AP también puede incluir un código de programa de almacenamiento de memoria para implementar al menos algunas de las funcionalidades o pasos descritos a continuación del método de la Fig. 6.

- En la etapa 610, el AP puede enviar una indicación de capacidad. La indicación de capacidad indica una capacidad del AP para controlar una primera transmisión inalámbrica activada y una segunda transmisión inalámbrica utilizando recursos de radio que se superponen al menos en parte con los recursos de radio asignados a la primera transmisión inalámbrica. La superposición puede estar en el dominio del tiempo y, en algunos casos, también en el dominio de la frecuencia. El AP puede enviar la indicación de la capacidad en una trama de baliza, una trama de asociación, una trama de re asociación o una trama de sondeo-respuesta. La indicación de capacidad también puede indicar si el AP es un AP simple o un AP mejorado que tiene múltiples cadenas de procesamiento de recepción para manejar las transmisiones inalámbricas superpuestas. Como alternativa o además, la etapa 610 puede implicar que el AP reciba una o más indicaciones de una capacidad respectiva de una o más estaciones inalámbricas, en particular una indicación de una capacidad para manejar una transmisión inalámbrica utilizando recursos de radio que se superponen al menos en parte con los recursos de radio asignados a otra transmisión inalámbrica. El AP puede recibir la (s) indicación(es) en una trama de solicitud de asociación, una trama de solicitud de re asociación o una trama de solicitud de sondeo. La o las estaciones inalámbricas que envían la indicación pueden corresponder, por ejemplo, a cualquiera de las estaciones 11 mencionadas anteriormente.
- En la etapa 620, el AP reserva una TXOP en un canal inalámbrico. Esto puede implicar que el AP compita por el acceso al canal inalámbrico, por ejemplo, realizando un procedimiento LBT (Listen Before Talk: escuchar antes de hablar) o CCA (Clear Channel Assessment: valoración del canal limpio).
- En la etapa 630, el AP determina, para una estación inalámbrica asociada con el AP, un primer conjunto de uno o más parámetros de transmisión que se aplicarán en una primera transmisión inalámbrica desde la estación inalámbrica al AP. La primera estación inalámbrica puede corresponder, por ejemplo, a cualquiera de las estaciones 11 mencionadas anteriormente. El primer conjunto de uno o más parámetros de transmisión puede incluir, por ejemplo, un MCS, y/o una potencia de transmisión, y/o una o más RU asignadas a la primera transmisión inalámbrica. Además, el AP puede determinar un segundo conjunto de uno o más parámetros de transmisión que se aplicarán en una segunda transmisión inalámbrica desde al menos una estación inalámbrica adicional al AP. La al menos una estación inalámbrica adicional puede corresponder, por ejemplo, a la estación inalámbrica que, en la etapa 610, proporcionó la indicación de la capacidad para manejar una transmisión inalámbrica utilizando recursos de radio que se superponen al menos en parte con los recursos de radio asignados a otra transmisión inalámbrica. El segundo conjunto de uno o más parámetros de transmisión

puede incluir, por ejemplo, un MCS y/o una potencia de transmisión. Además, el segundo conjunto de uno o más parámetros de transmisión puede indicar una o más RU permitidas para ser superpuestas por la segunda transmisión inalámbrica. Además, el segundo conjunto de uno o más parámetros de transmisión puede incluir una duración máxima de la segunda transmisión inalámbrica. En respuesta a la detección de una necesidad de la primera transmisión inalámbrica, el punto de acceso puede determinar el primer conjunto de uno o más parámetros de transmisión y el segundo conjunto de uno o más parámetros de transmisión teniendo en cuenta una posible ocurrencia de la segunda transmisión inalámbrica desde la al menos una estación inalámbrica adicional.

Por consiguiente, el primer conjunto de uno o más parámetros de transmisión puede incluir un primer conjunto de una o más RU definidas por OFDM, y el segundo conjunto de uno o más parámetros de transmisión puede incluir un segundo conjunto de una o más RU definidas por OFDM. El segundo conjunto de una o más RU puede superponerse al menos en parte con el primer conjunto de una o más primeras RU. En algunos escenarios, el segundo conjunto de una o más RU puede ser un subconjunto del primer conjunto de una o más RU. En otros escenarios, el segundo conjunto de una o más RU puede ser distinto del primer conjunto de una o más RU.

Además, el primer conjunto de uno o más parámetros de transmisión puede incluir uno o más primeros flujos espaciales, y el segundo conjunto de uno o más parámetros de transmisión puede incluir uno o más segundos flujos espaciales. Los segundos flujos espaciales pueden ser diferentes de los primeros flujos espaciales.

Además, el primer conjunto de uno o más parámetros de transmisión puede incluir un primer MCS, y el segundo conjunto de uno o más parámetros de transmisión puede incluir un segundo MCS. El segundo MCS puede ser diferente del primer MCS.

Además, el primer conjunto de uno o más parámetros de transmisión puede incluir una primera potencia de transmisión, y el segundo conjunto de uno o más parámetros de transmisión puede incluir una segunda potencia de transmisión. La segunda potencia de transmisión puede ser diferente de la primera potencia de transmisión.

En la etapa 640, el AP envía un mensaje para activar la primera transmisión inalámbrica por parte de la estación inalámbrica. El mensaje indica el primer conjunto de uno o más parámetros de transmisión. Además, el mensaje indica un segundo conjunto de uno o más parámetros de transmisión, por ejemplo, como se determina en la etapa 630, y que al menos

una estación inalámbrica adicional que recibe el mensaje puede realizar una segunda transmisión inalámbrica en la TXOP durante una duración menor que la primera transmisión inalámbrica y utilizando el segundo conjunto indicado de uno o más parámetros de transmisión y recursos de radio que se superponen al menos en parte con los recursos de radio asignados a la primera transmisión inalámbrica. El ATF mencionado anteriormente es un ejemplo de dicho mensaje.

La segunda transmisión inalámbrica puede comenzar después de la primera transmisión inalámbrica. Además, la segunda transmisión inalámbrica puede terminar antes de la primera transmisión inalámbrica. Los símbolos OFDM de la segunda transmisión inalámbrica pueden estar alineados en el tiempo con los símbolos OFDM de la primera transmisión inalámbrica.

En algunos escenarios, la primera transmisión inalámbrica y la segunda transmisión inalámbrica incluyen cada una la parte de preámbulo y una parte de datos. En tal caso, la parte de preámbulo de la primera transmisión inalámbrica y la parte de preámbulo de la segunda transmisión inalámbrica pueden no superponerse en el tiempo.

La segunda transmisión inalámbrica puede corresponder a tráfico de baja latencia. La primera transmisión inalámbrica puede corresponder al tráfico de mejor esfuerzo.

En la etapa 650, el AP puede recibir la primera transmisión inalámbrica y la segunda transmisión inalámbrica. En algunos escenarios, el AP puede recibir la primera transmisión inalámbrica mediante una primera cadena de procesamiento de recepción del AP y recibir la segunda transmisión inalámbrica mediante una segunda cadena de procesamiento de recepción del AP.

En la etapa 660, el AP puede enviar un acuse de recibo que indique si la segunda transmisión inalámbrica fue recibida correctamente por el AP. Esto se puede lograr después de la primera transmisión inalámbrica.

La Fig. 7 muestra un diagrama de bloques para ilustrar las funcionalidades de un AP 700 que funciona de acuerdo con el método de la Fig. 6. El AP 700 puede corresponder, por ejemplo, a uno de los AP 10 mencionados anteriormente. Como se ilustra, el AP 700 puede estar provisto de un módulo 710 configurado para enviar y/o recibir una indicación de capacidad, tal como se explica en relación con la etapa 610. Además, el AP 700 puede estar provisto de un módulo 720 configurado para reservar una TXOP, tal como se explica en relación con la etapa 620. Además, el AP 700 puede estar provisto de un módulo 730 configurado para determinar

parámetros de transmisión, tal como se explica en relación con la etapa 630. Además, el AP 700 puede estar provisto de un módulo 740 configurado para enviar un mensaje para activar una primera transmisión inalámbrica y permitir la superposición de una segunda transmisión inalámbrica, tal como se explica en relación con la etapa 640. Además, el AP 700 puede estar provisto de un módulo 750 configurado para recibir una primera transmisión inalámbrica y una segunda transmisión inalámbrica superpuesta, tal como se explica en relación con la etapa 650. Además, el AP 700 puede estar provisto de un módulo 760 configurado para enviar un acuse de recibo, tal como se explica en relación con la etapa 660.

Cabe señalar que el AP 700 puede incluir módulos adicionales para implementar otras funcionalidades, tales como funcionalidades conocidas de un AP WLAN. Además, se observa que los módulos del AP 700 no representan necesariamente una estructura de hardware del AP 700, sino que también pueden corresponder a elementos funcionales, por ejemplo, implementados por hardware, software o una combinación de estos.

La Fig. 8 muestra un diagrama de flujo para ilustrar un método, que puede utilizarse para implementar los conceptos ilustrados. El método de la Fig. 8 se puede utilizar para implementar los conceptos ilustrados en una estación inalámbrica, tal como una de las estaciones 11 mencionadas anteriormente. El sistema de comunicación inalámbrica puede basarse en una tecnología de red de área local inalámbrica, WLAN, por ejemplo, de acuerdo con la familia de normas IEEE 802.11.

Si se utiliza una implementación basada en procesador de la estación inalámbrica, al menos algunos de los pasos del método de la Fig. 8 pueden ser realizados y/o controlados por uno o más procesadores de la estación inalámbrica. Dicho dispositivo inalámbrico también puede incluir un código de programa de almacenamiento de memoria para implementar al menos algunas de las funcionalidades o etapas descritas a continuación del método de la Fig. 8.

En la etapa 810, la estación inalámbrica puede recibir una indicación de capacidad de un AP. La indicación de capacidad indica una capacidad del AP para controlar una primera transmisión inalámbrica activada y una segunda transmisión inalámbrica utilizando recursos de radio que se superponen al menos en parte con los recursos de radio asignados a la primera transmisión inalámbrica. La superposición puede estar en el dominio del tiempo y, en algunos casos, también en el dominio de la frecuencia. La estación inalámbrica puede recibir la indicación de la capacidad en una trama de baliza, una trama de asociación, una trama de re asociación o una trama de respuesta de sonda. La indicación de capacidad también puede indicar si el AP es un AP simple o un AP mejorado que tiene múltiples cadenas de

procesamiento de recepción para manejar las transmisiones inalámbricas superpuestas. Como alternativa o además, la etapa 810 puede implicar que la estación inalámbrica envíe una indicación de una capacidad de la estación inalámbrica, en particular una indicación de una capacidad para manejar una transmisión inalámbrica utilizando recursos de radio que se superponen al menos en parte con los recursos de radio asignados a otra transmisión inalámbrica. La estación inalámbrica puede enviar la indicación en una trama de solicitud de asociación, una trama de solicitud de re asociación o una trama de solicitud de sondeo.

En la etapa 820, la estación inalámbrica recibe, desde un AP del sistema de comunicación inalámbrica, tal como cualquiera de los AP 10 mencionados anteriormente, un mensaje para activar una primera transmisión inalámbrica por otra estación inalámbrica. El mensaje indica un primer conjunto de uno o más parámetros de transmisión que utilizará la otra estación inalámbrica cuando realice la primera transmisión inalámbrica. Además, el mensaje indica un segundo conjunto de uno o más parámetros de transmisión y que la estación inalámbrica puede realizar una segunda transmisión inalámbrica en la TXOP durante una duración menor que la primera transmisión inalámbrica y utilizando el segundo conjunto indicado de uno o más parámetros de transmisión y recursos de radio que se superponen al menos en parte con los recursos de radio asignados a la primera transmisión inalámbrica.

El primer conjunto de uno o más parámetros de transmisión puede incluir, por ejemplo, un MCS, y/o una potencia de transmisión, y/o una o más RU asignadas a la primera transmisión inalámbrica. Además, el AP puede determinar un segundo conjunto de uno o más parámetros de transmisión que se aplicarán en una segunda transmisión inalámbrica desde al menos una estación inalámbrica adicional al AP. El segundo conjunto de uno o más parámetros de transmisión puede incluir, por ejemplo, un MCS y/o una potencia de transmisión. Además, el segundo conjunto de uno o más parámetros de transmisión puede indicar una o más RU permitidas para ser superpuestas por la segunda transmisión inalámbrica. Además, el segundo conjunto de uno o más parámetros de transmisión puede incluir una duración máxima de la segunda transmisión inalámbrica. En respuesta a la detección de una necesidad de la primera transmisión inalámbrica, el punto de acceso puede determinar el primer conjunto de uno o más parámetros de transmisión y el segundo conjunto de uno o más parámetros de transmisión teniendo en cuenta una posible ocurrencia de la segunda transmisión inalámbrica desde la al menos una estación inalámbrica adicional.

Por consiguiente, el primer conjunto de uno o más parámetros de transmisión puede incluir un primer conjunto de una o más RU definidas por OFDM, y el segundo conjunto de uno o más parámetros de transmisión puede incluir un segundo conjunto de una o más RU definidas

por OFDM. El segundo conjunto de una o más RU puede superponerse al menos en parte con el primer conjunto de una o más primeras RU. En algunos escenarios, el segundo conjunto de una o más RU puede ser un subconjunto del primer conjunto de una o más RU. En otros escenarios, el segundo conjunto de una o más RU puede ser distinto del primer conjunto de una o más RU.

Además, el primer conjunto de uno o más parámetros de transmisión puede incluir uno o más primeros flujos espaciales, y el segundo conjunto de uno o más parámetros de transmisión puede incluir uno o más segundos flujos espaciales. Los segundos flujos espaciales pueden ser diferentes de los primeros flujos espaciales.

Además, el primer conjunto de uno o más parámetros de transmisión puede incluir un primer MCS, y el segundo conjunto de uno o más parámetros de transmisión puede incluir un segundo MCS. El segundo MCS puede ser diferente del primer MCS.

Además, el primer conjunto de uno o más parámetros de transmisión puede incluir una primera potencia de transmisión, y el segundo conjunto de uno o más parámetros de transmisión puede incluir una segunda potencia de transmisión. La segunda potencia de transmisión puede ser diferente de la primera potencia de transmisión.

En la etapa 830, en respuesta al mensaje de la etapa 820, la estación inalámbrica realiza la segunda transmisión inalámbrica en la TXOP con una duración menor que la primera transmisión inalámbrica y utilizando el segundo conjunto indicado de uno o más parámetros de transmisión en recursos de radio que se superponen al menos en parte con los recursos de radio asignados a la primera transmisión inalámbrica.

La segunda transmisión inalámbrica puede comenzar después de la primera transmisión inalámbrica. Además, la segunda transmisión inalámbrica puede terminar antes de la primera transmisión inalámbrica. Los símbolos OFDM de la segunda transmisión inalámbrica pueden estar alineados en el tiempo con los símbolos OFDM de la primera transmisión inalámbrica.

En algunos escenarios, la primera transmisión inalámbrica y la segunda transmisión inalámbrica incluyen cada una una parte de preámbulo y una parte de datos. En tal caso, la parte de preámbulo de la primera transmisión inalámbrica y la parte de preámbulo de la segunda transmisión inalámbrica pueden no superponerse en el tiempo.

La segunda transmisión inalámbrica puede corresponder a tráfico de baja latencia. La primera transmisión inalámbrica puede corresponder al tráfico de mejor esfuerzo.

En la etapa 840, el AP puede recibir un acuse de recibo que indica si la segunda transmisión inalámbrica fue recibida correctamente por el AP. Esto se puede lograr después de la primera transmisión inalámbrica.

La Fig. 9 muestra un diagrama de bloques para ilustrar las funcionalidades de una estación inalámbrica 900 que funciona de acuerdo con el método de la Fig. 8. La estación inalámbrica 900 puede corresponder, por ejemplo, a una de las estaciones 11 mencionadas anteriormente. Como se ilustra, la estación inalámbrica 900 puede estar provista de un módulo 910 configurado para recibir y/o enviar una indicación de capacidad, tal como se explica en relación con la etapa 810. Además, la estación inalámbrica 900 puede estar provista de un módulo 920 configurado para recibir un mensaje para activar la primera transmisión inalámbrica y permitir la (s) segunda (s) transmisión (es) inalámbrica (s) superpuesta (s), tal como se explica en relación con la etapa 820. Además, la estación inalámbrica 900 puede estar provista de un módulo 930 configurado para realizar la segunda transmisión inalámbrica, tal como se explica en relación con la etapa 830. Además, la estación inalámbrica 900 puede estar provista de un módulo 940 configurado para recibir un acuse de recibo, tal como se explica en relación con la etapa 840.

Cabe señalar que la estación inalámbrica 900 puede incluir módulos adicionales para implementar otras funcionalidades, tales como funcionalidades conocidas de una STA de WLAN. Además, se observa que los módulos de la estación inalámbrica 900 no representan necesariamente una estructura de hardware de la estación inalámbrica 900, sino que también pueden corresponder a elementos funcionales, por ejemplo, implementados por hardware, software o una combinación de estos.

Cabe señalar que las funcionalidades descritas en relación con las Figs. 6 a 9 también podrían implementarse en un sistema, por ejemplo, un sistema que incluye un AP que funciona de acuerdo con el método de la Fig. 6 y una o más estaciones inalámbricas que funcionan de acuerdo con el método de la Fig. 8 y que corresponden a las estaciones inalámbricas adicionales en el método de la Fig. 6.

La Fig. 10 ilustra una implementación basada en procesador de un AP 1000. Las estructuras ilustradas en la Fig. 10 se pueden utilizar para implementar los conceptos descritos

anteriormente. El AP 1000 puede corresponder, por ejemplo, a uno de los AP 10 mencionados anteriormente.

Como se ilustra, el AP 1000 incluye una interfaz de radio 1010. La interfaz de radio 1010 puede, por ejemplo, basarse en una tecnología WLAN, por ejemplo, de acuerdo con un estándar de la familia IEEE 802.11. Sin embargo, también se podrían admitir otras tecnologías inalámbricas, por ejemplo, la tecnología LTE o la tecnología NR. En algunos casos, la interfaz de radio puede comprender múltiples cadenas de procesamiento de transmisión y recepción. En algunos escenarios, la interfaz de radio 1010 puede basarse en múltiples antenas del AP 1000 y admitir la transmisión de puertos de múltiples antenas con formación de haz para permitir la multiplexación espacial de transmisiones inalámbricas, es decir, el uso de múltiples flujos espaciales. Además, el AP 1000 puede estar provisto de una interfaz de red 1020 para conectarse a una red de datos, por ejemplo, utilizando una conexión por cable.

Además, el AP 1000 puede incluir uno o más procesadores 1050 acoplados a la interfaz de radio 1010 y una memoria 1060 acoplada a los procesadores 1050. A modo de ejemplo, la interfaz de radio 1010, el o los procesadores 1050 y la memoria 1060 podrían acoplarse mediante uno o más sistemas de bus internos del AP 1000. La memoria 1060 puede incluir una memoria de solo lectura (Rom), por ejemplo, una Rom flash, una memoria de acceso aleatorio (RAM), por ejemplo, una RAM dinámica (DRAM) o RAM estática (SRAM), un almacenamiento masivo, por ejemplo, un disco duro o disco de estado sólido, o similares. Como se ilustra, la memoria 1060 puede incluir software 1070 y/o firmware 1080. La memoria 1060 puede incluir código de programa configurado adecuadamente para ser ejecutado por los procesadores 1050 para implementar las funcionalidades descritas anteriormente para controlar las transmisiones inalámbricas, tal como se explica en relación con la Fig. 6.

Debe entenderse que las estructuras ilustradas en la Fig. 10 son meramente esquemáticas y que el AP 1000 puede incluir realmente componentes adicionales que, en aras de la claridad, no se han ilustrado, por ejemplo, interfaces adicionales o procesadores adicionales. Además, debe entenderse que la memoria 1060 puede incluir código de programa adicional para implementar funcionalidades conocidas de un AP de WLAN. De acuerdo con algunas formas de realización, también se puede proporcionar un programa informático para implementar funcionalidades del AP 1000, por ejemplo, en forma de un medio físico que almacena el código de programa y/u otros datos que se almacenarán en la memoria 1060 o haciendo que el código de programa esté disponible para su descarga o transmisión.

La Fig. 11 ilustra una implementación basada en procesador de una estación inalámbrica 1100. Las estructuras ilustradas en la Fig. 11 se pueden utilizar para implementar los conceptos descritos anteriormente. La estación inalámbrica 1100 puede corresponder, por ejemplo, a una de las estaciones 11 mencionadas anteriormente.

5

Como se ilustra, la estación inalámbrica 1100 incluye una interfaz de radio 1110. La interfaz de radio 1010 puede, por ejemplo, basarse en una tecnología WLAN, por ejemplo, de acuerdo con un estándar de la familia IEEE 802.11. Sin embargo, también se podrían admitir otras tecnologías inalámbricas, por ejemplo, la tecnología LTE o la tecnología NR. En algunos escenarios, la interfaz de radio 1110 puede basarse en múltiples antenas de la estación inalámbrica 1100 y admitir la transmisión de puertos de múltiples antenas con formación de haz para permitir la multiplexación espacial de transmisiones inalámbricas, es decir, el uso de múltiples flujos espaciales.

10

15

Además, la estación inalámbrica 1100 puede incluir uno o más procesadores 1150 acoplados a la interfaz de radio 1110 y una memoria 1160 acoplada a los procesadores 1150. A modo de ejemplo, la interfaz de radio 1110, el o los procesadores 1150 y la memoria 1160 podrían acoplarse mediante uno o más sistemas de bus internos de la estación inalámbrica 1100. La memoria 1160 puede incluir una Rom, por ejemplo, una Rom flash, una RAM, por ejemplo, una DRAM o SRAM, un almacenamiento masivo, por ejemplo, un disco duro o disco de estado sólido, o similares. Como se ilustra, la memoria 1160 puede incluir software 1170 y/o firmware 1180. La memoria 1160 puede incluir código de programa configurado adecuadamente para ser ejecutado por los procesadores 1150 para implementar las funcionalidades descritas anteriormente para controlar las transmisiones inalámbricas, tal como se explica en relación con la Fig. 8.

20

25

Debe entenderse que las estructuras ilustradas en la Fig. 11 son meramente esquemáticas y que la estación inalámbrica 1100 puede incluir realmente componentes adicionales que, en aras de la claridad, no se han ilustrado, por ejemplo, interfaces adicionales o procesadores adicionales. Además, debe entenderse que la memoria 1160 puede incluir código de programa adicional para implementar funcionalidades conocidas de una STA de WLAN. De acuerdo con algunas formas de realización, también se puede proporcionar un programa informático para implementar funcionalidades de la estación inalámbrica 1100, por ejemplo, en forma de un medio físico que almacena el código de programa y/u otros datos que se almacenarán en la memoria 1160 o haciendo que el código de programa esté disponible para su descarga o transmisión.

30

35

Como se puede ver, los conceptos descritos anteriormente se pueden utilizar para habilitar de manera eficiente las transmisiones de baja latencia y/o las transmisiones de latencia limitada. Siempre que el AP tenga las capacidades computacionales y el soporte de hardware necesarios, puede orquestar la operación en su BSS para que las transmisiones críticas no experimenten largos retrasos en el acceso al canal, mientras que las transmisiones de mejor esfuerzo experimentan pérdidas mínimas en el rendimiento debido a las transmisiones críticas superpuestas. Si el AP no cumple con los requisitos para una operación mejorada, aún puede orquestar la operación en su BSS hasta cierto punto para minimizar los efectos de interferencia de las transmisiones superpuestas.

Debe entenderse que los ejemplos y formas de realización como se explicaron anteriormente son meramente ilustrativos y susceptibles de diversas modificaciones. Por ejemplo, si las transmisiones inalámbricas superpuestas tienen al menos cierta superposición en el dominio de la frecuencia, también se podría permitir que la segunda transmisión inalámbrica, que se superpone a la transmisión inalámbrica programada, tenga la misma duración que la transmisión inalámbrica programada, es decir, se podría omitir el requisito de que la segunda transmisión inalámbrica tenga una duración más corta que la primera transmisión inalámbrica. Además, los conceptos ilustrados se pueden aplicar en relación con varios tipos de tecnologías inalámbricas, sin limitación a las tecnologías WLAN. Además, los conceptos se pueden aplicar con respecto a varios tipos de AP y STA. Además, debe entenderse que los conceptos anteriores pueden implementarse mediante el uso de software diseñado correspondientemente para ser ejecutado por uno o más procesadores de un dispositivo o aparato existente, o mediante el uso de hardware de dispositivo dedicado. Además, cabe señalar que los aparatos o dispositivos ilustrados pueden implementarse cada uno como un único dispositivo o como un sistema de múltiples dispositivos o módulos que interactúan.