

Punción selectiva basada en la condición de recepción

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 avanzadas. Mientras operan en dicho espectro exento de licencia, los sistemas de comunicación inalámbrica de banda ancha como los sistemas WLAN (Red de Área local inalámbrica), también conocidos como sistemas
- 15 Wi-Fi, generalmente deben operar utilizando un mecanismo de escucha antes de hablar (LBT), a veces también denominado CCA (Evaluación de canal Clara) o CSMA/CA (acceso múltiple con escucha de portadora y evasión de colisiones). En un mecanismo LBT o CSMA/CA, antes de que se pueda iniciar una transmisión, un transmisor escucha en el medio inalámbrico para determinar si un canal inalámbrico está inactivo u ocupado. Esto puede
- 20 basarse, por ejemplo, en la detección de energía recibida en el canal inalámbrico. Si se encuentra que el canal inalámbrico está inactivo, es decir, no está en uso por algún otro dispositivo de transmisión, el transmisor puede iniciar la transmisión, típicamente utilizando un mecanismo de acceso aleatorio al canal. Si se encuentra que el canal inalámbrico está ocupado, es decir, en uso por algún otro dispositivo de transmisión, el transmisor difiere de la
- 25 transmisión y, por lo general, continúa detectando el canal inalámbrico hasta que se encuentra que el canal inalámbrico está inactivo.

- En sistemas de comunicación inalámbrica de acuerdo con la Norma IEEE para Tecnologías de la Información - Telecomunicaciones e Intercambio de Información entre Sistemas - Redes
- 30 de Área Local y Metropolitana - Requisitos Específicos - Parte 11: Especificaciones de control de acceso al medio (MAC) y capa física (PHY) de LAN inalámbrica, en IEEE Std 802.11-2020 (Revisión de IEEE Std 802.11-2016), págs. 1-4379, 26 de febrero de 2021, en lo sucesivo denominado "Estándar IEEE 802.11", se admiten diferentes mecanismos de detección de portadora que pueden ayudar a las estaciones (STA) a evaluar e identificar las partes inactivas
- 35 y/ o ocupadas de sus anchos de banda operativos.

- 2 -

Un mecanismo de detección de portadora admitido en el estándar IEEE 802.11 es el CCA que utiliza un umbral de detección de energía (ED). Este mecanismo puede considerarse como el mecanismo de detección de portadores de la capa física más básica (PHY) y es útil para detectar y proteger contra varios tipos de interferentes. En este mecanismo de detección de portadora para la detección de portadora, se requiere que una STA difiera sus transmisiones sobre el canal siempre que la energía que detecta sobre el canal esté en o por encima del umbral de ED. Un valor típico del umbral de ED para un canal de 20 MHz es -62 dBm en las bandas de frecuencia de 2,4 GHz y 5 GHz. El valor del umbral de ED se basa en las regulaciones y puede diferir para los canales en diferentes bandas de frecuencia. La granularidad de frecuencia CCA definida por el estándar IEEE 802.11 es de 20 MHz, es decir, se detecta que el medio inalámbrico está inactivo u ocupado en rangos de frecuencia de 20 MHz.

Otro ejemplo de mecanismo de detección de portadora compatible con el estándar IEEE 802.11 es la detección de portadora virtual utilizando el vector de asignación de red (NAV). La detección de portadora virtual que utiliza NAV es un mecanismo de capa de control de acceso al medio (MAC), y se basa en la información transportada en un campo Duración de los encabezados MAC de las tramas decodificadas con éxito que se detectan en o por encima del nivel de sensibilidad del receptor. El campo Duración contiene información sobre el uso inminente del medio, y las STA deben diferir la transmisión hasta el final del tiempo indicado por el campo Duración. El NAV puede considerarse como un indicador, mantenido por cada STA, de los períodos de tiempo en los que la STA no debe iniciar la transmisión al medio inalámbrico, independientemente de si la función CCA de la STA evalúa que el medio está ocupado o inactivo. Cabe señalar que una STA está obligada a establecer su NAV solo si la trama detectada y decodificada incluye el subcanal primario de 20 MHz del ancho de banda operativo de esa STA. Otro punto importante a tener en cuenta es que el estándar IEEE 802.11 no dicta cómo debe comportarse una STA por debajo del nivel mínimo de sensibilidad del receptor que exige el estándar. Por lo tanto, si una STA detecta una trama IEEE 802.11 válida a un nivel inferior a -82 dBm para un canal de 20 MHz, la STA no está obligada a establecer su NAV. Además, se puede observar que el mecanismo NAV virtual es útil para detectar y proteger solo contra interferencias Wi-Fi, lo que ayuda a que diferentes redes Wi-Fi coexistan entre sí.

Otro ejemplo más de mecanismo de detección de portadora compatible con el estándar IEEE 802.11 es el CCA que utiliza el umbral de detección de preámbulo (PD). CCA usando el umbral PD Este es otro mecanismo PHY. En este mecanismo de detección de portadora, si una STA detecta el inicio de una señal con un preámbulo IEEE 802.11 válido a un valor igual o superior

- 3 -

al umbral PD en un canal particular, se requiere que la STA difiera sus transmisiones a través de ese canal durante una duración correspondiente al valor de longitud de trama que se incluye en el preámbulo. Un valor típico del umbral PD para un canal de 20 MHz es -82 dBm en las bandas de frecuencia de 2,4 GHz y 5 GHz. El valor del umbral de PD puede diferir para

5 canales en diferentes bandas de frecuencia.

La tecnología IEEE 802.11ax, consulte "IEEE 802.11ax-2021 - Estándar IEEE 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

10 acceso al medio (MAC) y capa física (PHY) de LAN inalámbrica Enmienda 1: Enhancements for High Efficiency WLAN" en IEEE Std 802.11ax-2021 (Enmienda a IEEE Std 802.11-2020), págs. 1-767, 19 de mayo de 2021, también denominada " enmienda IEEE 802.11ax " o enmienda de alta eficiencia (HE), admite el uso de diferentes umbrales de PD para subcanales primarios y no primarios de 20 MHz para fomentar la reutilización espacial entre conjuntos de

15 servicios básicos (BSS) vecinos cuando operan utilizando canales parcial o completamente superpuestos. En consecuencia, los umbrales de PD para los subcanales no primarios de 20 MHz pueden relajarse en comparación con el umbral de PD utilizado para el subcanal primario de 20 MHz. Al igual que el mecanismo CCA que utiliza el umbral ED, este mecanismo funciona de forma independiente para cada subcanal de 20 MHz en el ancho de banda operativo de

20 una STA.

Las STA, incluidos los puntos de acceso (AP) y las STA no AP, pueden utilizar los mecanismos de detección de portadora anteriores para determinar un ancho de banda de transmisión permitido. Además, el estándar IEEE 802.11 admite características que permiten a un

25 transmisor adaptar su ancho de banda de transmisión de tramas de datos de forma dinámica. Por ejemplo, un protocolo de intercambio de tramas de control opcional que implica tramas de solicitud de envío (RTS) y de listo para enviar (CTS) puede ser utilizado por una STA de transmisión (TX) inmediatamente antes de transmitir una trama de datos o una ráfaga de tramas de datos a una o más STA de recepción (RX) previstas. El protocolo RTS/CTS se

30 puede utilizar para garantizar que la una o más STA de RX estén alertas y listas para la recepción, y para conocer el ancho de banda de recepción disponible en la (s) STA(s) de RX prevista (s), es decir, las porciones del ancho de banda operativo evaluadas por los mecanismos de detección de portadora del receptor previsto como inactivas. Además, las tramas RTS y CTS se pueden usar para reservar y proteger una oportunidad de transmisión

35 (TXOP) y para evitar interferencias relacionadas con nodos ocultos estableciendo los NAV en todas las STA vecinas que pertenecen al mismo BSS que no son receptores previstos, así como las STA que pertenecen a cualquier BSS superpuesto (OBSS).

En un intercambio de tramas RTS/CTS básico, una STA de TX transmite primero una trama RTS utilizando el ancho de banda de canal completo sobre el cual obtiene acceso al canal y tiene la intención de llevar a cabo las transmisiones de tramas de datos posteriores. La trama RTS generalmente se duplica en cada subcanal de 20 MHz. Este ancho de banda de canal también se indica en la trama RTS y puede denotarse como ancho de banda de transmisión previsto. Al recibir la trama RTS, una STA de RX prevista verifica el estado de la CCA para cada subcanal de 20 MHz del ancho de banda de transmisión previsto y también verifica el estado del NAV. Si el estado de NAV está inactivo y la CCA por subcanal de 20 MHz indica que ninguno de los subcanales de 20 MHz está ocupado, la STA de RX responde con una trama CTS utilizando todo el ancho de banda de transmisión previsto. Al igual que la trama RTS, la trama CTS también se duplica en cada subcanal de 20 MHz. El mismo ancho de banda de canal también se indica en la trama CTS y puede denotarse como ancho de banda de recepción disponible. Si la STA de RX no responde con una trama CTS, la STA de TX no puede realizar sus transmisiones de tramas de datos.

En una versión más flexible del intercambio de tramas RTS/CTS relacionado con la operación dinámica de ancho de banda introducida en la tecnología IEEE 802.11ac, consulte el Estándar IEEE para tecnología de la información-- Telecomunicaciones e intercambio de información entre sistemas Redes de área local y metropolitana-- Requisitos específicos-- Parte 11: Especificaciones del control de acceso al medio (MAC) y de la capa física (PHY) de la LAN inalámbrica: Enmienda 4: Mejoras para el rendimiento muy alto para la operación en bandas por debajo de 6 GHz., en IEEE Std 802.11ac-2013 (Enmienda a IEEE Std 802.11-2012), págs. 1-425, 18 de diciembre de 2013, también denominado "Enmienda IEEE 802.11ac" o Enmienda de rendimiento muy alto (VHT), la STA de TX puede indicar en la trama RTS que admite la operación de ancho de banda dinámico. Luego, una STA RX prevista tiene cierta flexibilidad al responder con un marco CTS: La STA de RX puede transmitir una trama CTS utilizando solo el ancho de banda del canal que se evalúa como inactivo en función del estado de las reglas de NAV, CCA y vinculación de canales.

La vinculación de canales se introdujo en la tecnología IEEE 802.11n, consulte el Estándar IEEE para tecnología de la información-- 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 5: Mejoras para un mayor rendimiento, en IEEE Std 802.11n-2009 (Enmienda a IEEE Std 802.11-2007), pp.1-565, 29 de octubre de 2009, también denominado "Enmienda IEEE 802.11n" o Enmienda de alto rendimiento (HT). La unión de canales permite a una STA conectar en cascada los subcanales adyacentes para aumentar

- 5 -

el ancho de banda de transmisión. Cuando la STA de TX realiza la detección de portadora para intentar una transmisión a través del medio inalámbrico, el ancho de banda de transmisión permitido se determina evaluando primero si el subcanal primario de 20 MHz del ancho de banda operativo está inactivo y luego evaluando y colocando adecuadamente en cascada los subcanales no primarios. Por ejemplo, una transmisión de 80 MHz puede estar compuesta por una transmisión primaria de subcanal de 40 MHz y una transmisión secundaria de subcanal de 40 MHz. El subcanal primario de 40 MHz en sí está compuesto a su vez por un subcanal primario de 20 MHz y un subcanal secundario de 20 MHz.

- 10 Cuando se utiliza el intercambio de tramas RTS/CTS junto con la operación de ancho de banda dinámico, el ancho de banda de recepción disponible indicado puede ser el mismo o menor que el ancho de banda de transmisión previsto. Si el ancho de banda de transmisión total previsto no es evaluado como inactivo por la STA de RX, la operación de ancho de banda dinámico puede permitir que el transmisor realice la (s) transmisión(es) de la (s) trama (s) de datos al menos sobre el ancho de banda de recepción disponible indicado.

Una característica adicional introducida en la enmienda de HE es la perforación del preámbulo. La perforación del preámbulo permite que una STA transmita o reciba una unidad de datos de protocolo PHY (PPdU) a través de un canal, incluso cuando una parte del ancho de banda del canal no está ocupada por esa PPdU transmitida o recibida. En otras palabras, la parte correspondiente del ancho de banda de toda la PPdU se deja vacía, incluido el preámbulo y los campos de datos.

En las contribuciones del IEEE "RTS/CTS frames in 11be" (<https://mentor.ieee.org/802.11/dcn/20/11-20-0747-00-00be-rts-cts-in-11be.pptx>, enero de 2020) y "BW Negotiation, TXOP Protection with >160MHz PPdU and Puncture Operation" (<https://mentor.ieee.org/802.11/dcn/20/11-20-0062-00-00be-protection-with-more-than-160mhz-ppdu-and-puncture-operation.pptx>, enero de 2020) se propone diseñar marcos RTS/CTS mejorados con un mapa de bits de perforación de canal con una resolución de 20 MHz para proporcionar información de perforación de canal. Por lo tanto, en comparación con solo usar la operación de ancho de banda dinámico, el ancho de banda de transmisión permitido de las tramas de datos podría aumentarse aún más.

Cuando el ancho de banda de transmisión seleccionado por un transmisor se basa en qué partes del espectro se evalúan como inactivas, el rendimiento resultante puede seguir siendo insatisfactorio. Por ejemplo, cuando se utiliza un ancho de banda inactivo bastante grande, las malas condiciones del canal en partes de ese ancho de banda inactivo pueden resultar en

un rendimiento general más bajo en comparación con un caso cuando se usa solo un ancho de banda de transmisión más pequeño. Por lo tanto, maximizar el ancho de banda de transmisión en función de las partes inactivas detectadas del ancho de banda total disponible no es necesariamente la mejor opción en vista del rendimiento general.

5

Por consiguiente, existe la necesidad de técnicas que permitan controlar eficientemente las transmisiones inalámbricas dependiendo de una porción inactiva del ancho de banda de transmisión disponible.

10 Resumen

De acuerdo con una forma de realización, se proporciona un método para controlar las transmisiones inalámbricas en un sistema de comunicación inalámbrica. De acuerdo con el método, un dispositivo de comunicación inalámbrica determina una o más porciones de ancho
15 de banda inactivas de un canal inalámbrico. Además, el dispositivo de comunicación inalámbrica estima una o más condiciones de recepción en un dispositivo de comunicación inalámbrica adicional. Usando un ancho de banda de transmisión en la una o más porciones de ancho de banda inactivas del canal inalámbrico, el dispositivo de comunicación inalámbrica envía una transmisión de datos inalámbrica al dispositivo de comunicación inalámbrica
20 adicional. El ancho de banda de transmisión de la transmisión de datos inalámbrica se perfora selectivamente en función de una o más condiciones de recepción estimadas.

De acuerdo con una forma de realización, se proporciona un método para controlar las transmisiones inalámbricas en un sistema de comunicación inalámbrica. De acuerdo con el
25 método, un dispositivo de comunicación inalámbrica determina una o más porciones de ancho de banda inactivas de un canal inalámbrico. Usando un ancho de banda de transmisión en la una o más porciones de ancho de banda inactivas del canal inalámbrico, el dispositivo de comunicación inalámbrico recibe una transmisión de datos inalámbrica desde un dispositivo de comunicación inalámbrico adicional. El ancho de banda de transmisión de la transmisión
30 de datos inalámbrica se perfora selectivamente en función de una o más condiciones de recepción en el dispositivo de comunicación inalámbrica.

De acuerdo con una forma de realización adicional, se proporciona un dispositivo de comunicación inalámbrica para un sistema de comunicación inalámbrica. El dispositivo de
35 comunicación inalámbrica está configurado para determinar una o más porciones de ancho de banda inactivas de un canal inalámbrico. Además, el dispositivo de comunicación inalámbrica está configurado para estimar una o más condiciones de recepción en un

- 7 -

dispositivo de comunicación inalámbrica adicional. Además, el dispositivo de comunicación inalámbrica está configurado para, utilizando un ancho de banda de transmisión en la una o más porciones de ancho de banda inactivas del canal inalámbrico, enviar una transmisión de datos inalámbrica al dispositivo de comunicación inalámbrica adicional. El ancho de banda de transmisión de la transmisión de datos inalámbrica se perfora selectivamente en función de una o más condiciones de recepción estimadas.

De acuerdo con una forma de realización adicional, se proporciona un dispositivo de comunicación inalámbrica para un sistema de comunicación inalámbrica. El dispositivo de comunicación inalámbrica comprende al menos un procesador y una memoria. La memoria contiene instrucciones ejecutables por dicho al menos un procesador, por lo que el dispositivo de comunicación inalámbrica está operativo para determinar una o más porciones de ancho de banda inactivas de un canal inalámbrico. Además, la memoria contiene instrucciones ejecutables por dicho al menos un procesador, por lo que el dispositivo de comunicación inalámbrica está operativo para estimar una o más condiciones de recepción en un dispositivo de comunicación inalámbrica adicional. Además, la memoria contiene instrucciones ejecutables por dicho al menos un procesador, por lo que el dispositivo de comunicación inalámbrica es operativo para, usando un ancho de banda de transmisión en la una o más porciones de ancho de banda inactivas del canal inalámbrico, enviar una transmisión de datos inalámbrica al dispositivo de comunicación inalámbrica adicional. El ancho de banda de transmisión de la transmisión de datos inalámbrica se perfora selectivamente en función de una o más condiciones de recepción estimadas.

De acuerdo con una forma de realización adicional, se proporciona un dispositivo de comunicación inalámbrica para un sistema de comunicación inalámbrica. El dispositivo de comunicación inalámbrica está configurado para determinar una o más porciones de ancho de banda inactivas de un canal inalámbrico. Además, el dispositivo de comunicación inalámbrica está configurado para, utilizando un ancho de banda de transmisión en la una o más porciones de ancho de banda inactivas del canal inalámbrico, recibir una transmisión inalámbrica de datos desde un dispositivo de comunicación inalámbrica adicional. El ancho de banda de transmisión de la transmisión de datos inalámbrica se perfora selectivamente en función de una o más condiciones de recepción en el dispositivo de comunicación inalámbrica.

De acuerdo con una forma de realización adicional, se proporciona un dispositivo de comunicación inalámbrica para un sistema de comunicación inalámbrica. El dispositivo de comunicación inalámbrica comprende al menos un procesador y una memoria. La memoria contiene instrucciones ejecutables por dicho al menos un procesador, por lo que el dispositivo

- 8 -

de comunicación inalámbrica está operativo para determinar una o más porciones de ancho de banda inactivas de un canal inalámbrico. Además, la memoria contiene instrucciones ejecutables por dicho al menos un procesador, por lo que el dispositivo de comunicación inalámbrica es operativo para, usando un ancho de banda de transmisión en la una o más porciones de ancho de banda inactivas del canal inalámbrico, recibir una transmisión de datos inalámbrica desde un dispositivo de comunicación inalámbrica adicional. El ancho de banda de transmisión de la transmisión de datos inalámbrica se perfora selectivamente en función de una o más condiciones de recepción en el dispositivo de comunicación inalámbrica.

- 10 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 un dispositivo de comunicación inalámbrica. La ejecución del código de programa hace que el dispositivo de comunicación inalámbrica determine una o más porciones de ancho de banda inactivas de un canal inalámbrico. Además, la ejecución del código de programa hace que el dispositivo de comunicación inalámbrica estime una o más condiciones de recepción en un dispositivo de comunicación inalámbrica adicional. Además, la ejecución del código de programa hace que el dispositivo de comunicación inalámbrica, usando un ancho de banda de transmisión en la una o más porciones de ancho de banda inactivas del canal inalámbrico, envíe una transmisión de datos inalámbrica al dispositivo de comunicación inalámbrica adicional. El ancho de banda de transmisión de la transmisión de datos inalámbrica se perfora selectivamente en función de una o más condiciones de recepción estimadas.
- 20
- 25 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 un dispositivo de comunicación inalámbrica. La ejecución del código de programa hace que el dispositivo de comunicación inalámbrica determine una o más porciones de ancho de banda inactivas de un canal inalámbrico. Además, la ejecución del código de programa hace que el dispositivo de comunicación inalámbrica, utilizando un ancho de banda de transmisión en la una o más porciones de ancho de banda inactivas del canal inalámbrico, reciba una transmisión inalámbrica de datos desde un dispositivo de comunicación inalámbrica adicional. El ancho de banda de transmisión de la transmisión de datos inalámbrica se perfora selectivamente en función de una o más condiciones de recepción en el dispositivo de comunicación inalámbrica.
- 30
- 35

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

Breve descripción de los dibujos

5

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

10

La Fig. 2 ilustra esquemáticamente un ejemplo de un escenario que implica la perforación selectiva de un canal inalámbrico de acuerdo con una forma de realización.

La Fig. 3A ilustra un ejemplo de condiciones de recepción como se considera en la punció selectiva de acuerdo con una forma de realización.

15

La Fig. 3B muestra una tabla con ejemplos de varias adaptaciones posibles dependiendo de las condiciones de recepción.

20

La Fig. 4A ilustra esquemáticamente un ejemplo de procesos que implican perforación selectiva de acuerdo con una forma de realización.

La Fig. 4B ilustra esquemáticamente un ejemplo adicional de procesos que implican perforación selectiva de acuerdo con una forma de realización.

25

La Fig. 5 ilustra esquemáticamente un ejemplo adicional de un escenario que implica la perforación selectiva de un canal inalámbrico 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.

30

La Fig. 7 muestra un diagrama de bloques para ilustrar esquemáticamente las funcionalidades de un dispositivo de comunicación inalámbrica 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.

35

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

- 5 La Fig. 10 ilustra esquemáticamente las estructuras de un AP de acuerdo con una forma de realización.

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

10

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 formas de realización
- 15 ilustradas se refieren al control de transmisiones inalámbricas en un sistema de comunicación inalámbrica. El sistema de comunicación inalámbrica puede ser un sistema WLAN 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 (Long Term Evolution) o NR (New Radio)
- 20 especificados por 3GPP (3rd Generation Partnership Project).

- De acuerdo con los conceptos ilustrados, un dispositivo de comunicación inalámbrico transmisor puede adaptar su transmisión de datos inalámbrica en función de las condiciones de recepción en el dispositivo de comunicación inalámbrico receptor previsto. La adaptación
- 25 implica específicamente perforar una o más porciones de ancho de banda del ancho de banda de transmisión, a pesar de que la una o más porciones de ancho de banda se evaluaron como inactivas. Por consiguiente, la perforación selectiva de los conceptos ilustrados va más allá de la perforación de porciones de ancho de banda que, por ejemplo, en un procedimiento LBT u otro mecanismo de detección de portadora, se evaluaron como ocupadas. La perforación
- 30 de una porción de ancho de banda significa que la porción de ancho de banda se deja sin usar en la transmisión inalámbrica de datos, por ejemplo, evitando el mapeo de datos a la porción de ancho de banda perforada. Por ejemplo, cuando la transmisión inalámbrica de datos se basa en OFDM (multiplexación por división de frecuencia ortogonal), las subportadoras en la parte de ancho de banda perforada podrían excluirse en el mapeo de los
- 35 datos.

Las condiciones de recepción consideradas como base para la perforación selectiva pueden incluir una estimación de la relación señal/ruido (SNR) resultante en el dispositivo de comunicación inalámbrico receptor previsto, una estimación de la relación señal/interferencia/ruido (SINR) resultante en el dispositivo de comunicación inalámbrico receptor previsto, o una estimación de la relación señal/interferencia (Sir) resultante en el dispositivo de comunicación inalámbrico receptor previsto. La SNR, SINR y/o SIR pueden estimarse y considerarse individualmente para diferentes porciones inactivas del ancho de banda. Además, las condiciones de recepción consideradas como base para la perforación selectiva también pueden incluir una duración estimada de la interferencia en el dispositivo de comunicación inalámbrico receptor previsto.

La estimación de las condiciones de recepción puede basarse en la información compartida por el dispositivo de comunicación inalámbrico receptor previsto. Por ejemplo, el dispositivo de comunicación inalámbrico receptor previsto podría realizar mediciones de SNR, SINR o SIR y/o estimar una duración esperada de interferencia. Dichas mediciones y estimaciones se pueden realizar individualmente para diferentes porciones inactivas del ancho de banda. El dispositivo de comunicación inalámbrico receptor previsto puede informar dicha información al dispositivo de comunicación inalámbrico transmisor, para ser utilizado como entrada para controlar la perforación selectiva en el dispositivo de comunicación inalámbrico transmisor. La información compartida puede transmitirse en un mensaje de control, por ejemplo, una trama de control, que se envía inmediatamente antes de la transmisión inalámbrica de datos. De esta manera, la punción selectiva se puede adaptar de forma dinámica. El mensaje de control podría ser, por ejemplo, una trama CTS o una trama de activación.

En el supuesto escenario WLAN subyacente, el dispositivo de comunicación inalámbrica de transmisión también puede denominarse STA de TX, y el dispositivo de comunicación inalámbrica de recepción previsto puede denominarse STA de RX. En algunos escenarios, la STA de TX es un AP y la STA de RX es una STA no AP asociada al AP. Alternativamente, la STA de RX podría ser un AP y la STA de TX una STA no AP asociada al AP.

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, STA22, STA31 y STA41. STA11 y STA12 son servidos por AP1 (en un primer BSS denotado como BSS1), STA21 y STA22 son servidos 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

- 12 -

(en un cuarto BSS denotado como BSS4). Las estaciones 11 pueden ser STA no AP y corresponder a diversos tipos de dispositivos inalámbricos, por ejemplo, terminales de usuario, tales como dispositivos informáticos móviles o estacionarios como teléfonos inteligentes, ordenadores portátiles, 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.

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 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 o exenta de 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 estaciones 11 conectadas al AP 10. 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 entre 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 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. 2 ilustra una plataforma de 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.

La Fig. 2 ilustra esquemáticamente un escenario ejemplar en el que se aplica la perforación selectiva de los conceptos ilustrados. El escenario de la Fig. 2 corresponde a un escenario multi-BSS con canales operativos superpuestos. En particular, el escenario de la Fig. 2 asume

tres BSS, denotados como BSS1, BSS2 y BSS3. BSS1 es servido por AP1, BSS2 es servido por AP2 y BSS3 es servido por AP3. STA11 y STA12 son atendidas por AP1, con STA11 ubicada en una región de superposición de BSS1 y BSS2 y STA12 ubicada en una región de superposición de BSS1 y BSS3. STA21 es servido por AP2, y STA31 es servido por AP3. La parte inferior de la Fig. 2 ilustra esquemáticamente la asignación de canales operativos asumidos en el escenario de la Fig. 2: BSS1 opera sobre un ancho de banda de 80 MHz utilizando los subcanales de 20 MHz P1, P2, P3 y P4, siendo P1 el subcanal principal. BSS2 opera a más de 20 MHz de ancho de banda utilizando el subcanal P4. BSS3 opera a más de 40 MHz de ancho de banda, utilizando los subcanales P3 y P4. Los BSS, AP y STA ilustrados en la Fig. 2 pueden corresponder, por ejemplo, a los BSS, AP 10 y estaciones 11 ilustrados en la Fig. 1.

En el escenario de la Fig. 2, la transmisión de enlace descendente (DL) de AP1 a STA11 puede sufrir interferencias de más de 20 MHz de su ancho de banda operativo de 80 MHz debido a las transmisiones en BSS2. De manera similar, la transmisión DL desde AP1 a STA12 puede sufrir interferencias de más de 40 MHz de su ancho de banda operativo de 80 MHz debido a las transmisiones en BSS3. Por lo tanto, se puede observar que se puede considerar que STA11 y STA12 padecen un problema de nodo oculto en el sentido de que AP1 no puede detectar transmisiones DL en curso en BSS2 a STA21 y transmisiones DL en curso en BSS3 a STA31. Sin embargo, debido a la superposición de los BSS, dichas transmisiones en curso pueden causar problemas para sus transmisiones DL a STA11 y STA12. Como las transmisiones interferentes de BSS2 o BSS3 no involucran el subcanal primario de 20 MHz de BSS1, los NAV en STA11 o STA12 no son establecidos por estas transmisiones. Por lo tanto, en el escenario de la Fig. 2, el mecanismo de detección de portadora virtual basado en NAV no protegería a STA11 y STA12 en BSS1 de la interferencia entre BSS.

Para abordar el problema potencial de nodos ocultos mencionado anteriormente, AP1 podría usar un intercambio de tramas RTS/CTS antes de enviar una transmisión de datos DL a STA11 y STA12. Además, AP1 podría utilizar la operación de ancho de banda dinámico, así como la perforación del preámbulo. En tal caso, al recibir una trama RTS de AP1, si STA11 puede detectar la interferencia de BSS2 en o por encima de los umbrales ED o PD, indicará en la trama CTS a AP1 la información de disponibilidad de subcanal correspondiente, es decir, una indicación de que el o los subcanales están inactivos u ocupados. De manera similar, al recibir una trama RTS de AP1, si STA12 puede detectar la interferencia de BSS3 en o por encima de los umbrales ED o PD, indicará en la trama CTS a AP1 la información de disponibilidad de subcanal correspondiente, es decir, una indicación de que el o los

subcanales están inactivos u ocupados. En función de la información de disponibilidad de subcanales indicada, AP1 puede adaptar su ancho de banda de transmisión. Sin embargo, si los niveles de interferencia están por debajo de los umbrales ED y PD, todos los subcanales se indicarían como inactivos, y AP1 establecería así el ancho de banda de transmisión para cubrir todo el canal operativo de 80 MHz, independientemente de la interferencia actual.

Si AP1 realizara sus transmisiones de trama de datos DL a STA11 o STA12 sin conocimiento adicional de las condiciones de interferencia en STA11 y STA12, esto puede dar como resultado, por ejemplo, un fallo del MCS (Esquema de Modulación y Codificación) elegido por el algoritmo LA (Adaptación de Enlace) en AP1, es decir, un fallo de decodificación exitosa de la transmisión de trama de datos DL en función del MCS elegido y, en consecuencia, fallos de recepción y una necesidad de retransmisiones. Aquí, también se debe tener en cuenta que, dado que el MCS seleccionado por AP1 se aplica para todo el ancho de banda de transmisión, la selección adecuada de un MCS puede ser bastante sensible a la presencia de interferencia en un determinado subcanal. Si, por ejemplo, la interferencia está presente solo en un subcanal de 20 MHz de ancho de banda de transmisión de 80 MHz, puede ser necesario seleccionar un MCS bastante robusto para garantizar una recepción exitosa. Sin embargo, si este subcanal de 20 MHz se excluyera del ancho de banda de transmisión, el ancho de banda de transmisión restante estaría libre de interferencias y se podría utilizar un MCS más potente. El uso del MCS más potente puede, a su vez, compensar una pérdida de rendimiento debido a la reducción del ancho de banda de transmisión. La perforación selectiva de los conceptos ilustrados permite beneficiarse de dicho tipo de compensación, al perforar selectivamente una o más porciones de ancho de banda inactivas dependiendo de las condiciones de recepción estimadas. Al considerar las condiciones de recepción estimadas además de la información de que la parte de ancho de banda está inactiva, la STA de TX, en el ejemplo de la Fig. 2 AP1, puede optimizar aún más el rendimiento. Por ejemplo, la STA de TX puede evitar aquellas partes del ancho de banda inactivo que pueden sufrir una interferencia excesiva, por ejemplo, tener una SNR o SINR por debajo de un umbral o tener un nivel de interferencia que es significativamente más alto que otras partes del ancho de banda inactivo. Por ejemplo, si en un determinado subcanal inactivo el nivel de interferencia excede el nivel promedio de interferencia en todos los subcanales en un factor de dos o más, el subcanal podría excluirse mediante perforación selectiva. En algunos escenarios, la decisión de excluir o no una parte de ancho de banda inactivo mediante perforación selectiva también puede basarse en un algoritmo de optimización. Para dicho algoritmo de optimización, el rendimiento alcanzable se puede utilizar como métrica de rendimiento. Sin embargo, también se podrían utilizar otras métricas de rendimiento. En dicho algoritmo de optimización, también se puede considerar la selección de MCS y/o el ajuste de la potencia de transmisión. Por ejemplo, cuando se excluye

una cierta porción de ancho de banda inactivo mediante perforación selectiva, puede haber un nivel promedio reducido de interferencia en las porciones de ancho de banda inactivo restantes, lo que permite usar un MCS menos robusto que ofrezca una mayor velocidad de datos y/o usar una menor potencia de transmisión. La menor potencia de transmisión puede, a su vez, dar como resultado una menor interferencia generada y/o un funcionamiento más eficiente desde el punto de vista energético. Sin embargo, en algunos casos, la STA de TX también podría decidir abstenerse de aplicar perforación selectiva a una porción de ancho de banda inactiva afectada por la interferencia y, en cambio, decidir seleccionar un MCS más robusto y/o una mayor potencia de transmisión.

Al decidir sobre la perforación selectiva de una o más porciones de ancho de banda inactivas, la STA de TX puede considerar los niveles de interferencia en diferentes porciones de ancho de banda inactivas en términos de SNR o en términos de SINR. Por ejemplo, la STA de TX puede obtener una estimación de la SNR media resultante en la STA de RX prevista. Además, la STA de TX puede obtener una estimación respectiva de la SINR resultante en la STA de RX prevista para cada una de las diferentes porciones de ancho de banda inactivas, por ejemplo, para cada uno de los diferentes subcanales inactivos. Si la SNR promedio estimada es relativamente baja, por ejemplo, debido a que la STA de RX prevista está bastante lejos de la STA de TX y si hay interferencia adicional en la STA de RX prevista en algunas de las porciones de ancho de banda inactivas, como lo indican las estimaciones de SINR respectivas, la STA de TX puede adaptar la transmisión de trama de datos correspondiente aplicando perforación selectiva a las porciones de ancho de banda inactivas que sufren interferencia. Si, a su vez, la SNR promedio estimada es relativamente alta, por ejemplo, debido a que la STA de RX prevista está cerca de la STA de TX, la STA de TX puede abstenerse de aplicar la perforación selectiva y en su lugar adaptar la transmisión de trama de datos correspondiente mediante el uso de MCS más robusto.

Las Figs. 3(a) y 3(b) muestran dependencias ejemplares de SINR en la frecuencia para ilustrar cómo las diferentes decisiones y acciones que puede tomar la STA de TX con respecto a la perforación selectiva de los conceptos ilustrados. Al considerar el escenario de la Fig. 2, STA11, que opera sobre un ancho de banda de 80 MHz, que se evaluó como inactivo, puede sufrir interferencias de BSS2 en la porción de 20 MHz que se superpone con BSS2, es decir, el subcanal P4. Esto puede dar como resultado que la SINR estimada en la STA11 sobre su ancho de banda de recepción disponible sea como se ilustra en la Fig. 3(a). La Fig. 3(a) muestra que la SINR en STA11 en la porción superpuesta de 20 MHz es aproximadamente 15 dB peor que la de la porción no superpuesta del ancho de banda. Cabe señalar que los valores de SINR de la Fig. 3(a) son meramente un ejemplo, y la variación de SINR sobre la

frecuencia en STA11 puede, por ejemplo, verse diferente en otra instancia de tiempo, dependiendo de las variaciones de las condiciones del canal de propagación, y también dependiendo de las características de interferencia, tales como ancho de banda, potencia, máscara espectral o similares. Las características de la interferencia pueden, por ejemplo, 5 diferir dependiendo de si la fuente de interferencia es una señal Wi-Fi o una señal no Wi-Fi. La Fig. 3(b) muestra otro ejemplo de una variación estimada de SINR sobre el ancho de banda de recepción disponible, esta vez en STA12 que también opera sobre el ancho de banda de 80 MHz, y que puede sufrir interferencia de BSS3 en la porción de 40 MHz que se superpone con BSS3, es decir, los subcanales P3 y P4 en el escenario de la Fig. 2.

10 Al asumir las condiciones de recepción como se ilustra en la Fig. 3, si AP1 realizara sus transmisiones de tramas de datos a STA11 y STA12 sin perforación selectiva en función de las condiciones de recepción estimadas, las transmisiones de tramas de datos podrían ser ineficientes o incluso fallar. Sin embargo, al aplicar la punci3n selectiva en función de las 15 condiciones de recepción estimadas, se puede mejorar la eficiencia y evitar fallas.

La Fig. 3B muestra una tabla con varias adaptaciones realizadas por la STA de TX y las velocidades de datos alcanzables resultantes. Los valores en la tabla de la Fig. 3B se basan en simulaciones a nivel de enlace, suponiendo que la STA de TX intentaría realizar 20 transmisiones de tramas de datos utilizando un ancho de banda operativo de 80 MHz (con un intervalo de protección de 0.8 μ s) y que la interferencia puede ocurrir en algunas porciones del ancho de banda operativo, sin embargo, con estas porciones de ancho de banda aún siendo evaluadas como inactivas. De los tres casos enumerados en la tabla, se puede ver que la aplicación de la perforación selectiva al evitar la transmisión en la (s) porción(es) de ancho 25 de banda afectada (s) por la interferencia da como resultado la velocidad de datos más alta posible en los Casos 1 y 2, que corresponden a SNR relativamente bajas. En comparación con eso, usar el ancho de banda completo con un MCS de velocidad de datos más baja da como resultado la velocidad de datos más alta posible en el Caso 3, que corresponde a una SNR promedio más alta. Por lo tanto, la perforación selectiva tiende a proporcionar una mayor 30 ganancia en la velocidad de datos alcanzable a medida que disminuye la SNR promedio.

Además, se observa que, si el sistema de comunicación inalámbrica está limitado en potencia, por ejemplo, limitado con respecto a EIRP (Potencia Radiada Isotrópica Efectiva) y no limitado a PSD (Densidad Espectral de Potencia), se puede esperar que la aplicación de perforación 35 selectiva proporcione ganancias adicionales ya que la calidad del enlace, por ejemplo, en términos de SNR, mejoraría debido a la misma cantidad de potencia que se transmite a través de un ancho de banda más pequeño. Por ejemplo, si la potencia de transmisión total se

mantiene constante, reducir el ancho de banda de transmisión a la mitad conduciría a una SNR 3 dB más alta en el receptor previsto. Esto podría permitir que el transmisor use un MCS de mayor velocidad de datos en el ancho de banda reducido en comparación con el MCS que puede usar en todo el ancho de banda cuando la interferencia está ausente. Cuando, por ejemplo, se considera un escenario en el que la SNR promedio en la STA de TX cuando se recibe un ancho de banda de más de 80 MHz es de 16 dB y el sistema tiene una potencia limitada, las simulaciones a nivel de enlace muestran que si la potencia de transmisión se mantiene constante, MCS5 se puede recibir con éxito en un ancho de banda de 80 MHz, MCS6 se puede recibir con éxito en un ancho de banda de 40 MHz y MCS7 se puede recibir con éxito en un ancho de banda de 20 MHz. Con tal comportamiento, la punción selectiva puede proporcionar ganancias incluso para una SNR media más alta. Esto se puede atribuir a que la SNR media mejora a medida que disminuye el ancho de banda.

En algunos escenarios, la STA de TX también puede adaptar su transmisión de trama de datos en función de una duración estimada de interferencia en la STA de RX prevista. Por ejemplo, la STA de TX puede aplicar la perforación selectiva solo cuando la duración estimada de la interferencia es lo suficientemente larga, por ejemplo, sustancialmente de la misma duración que la duración de la transmisión de la trama de datos o incluso más larga.

La STA de TX puede adquirir información sobre las condiciones del receptor, como la presencia esperada, el nivel y/o la duración de la interferencia, mediante mediciones realizadas por la propia STA de TX. Además o como alternativa, la STA de TX puede adquirir información sobre las condiciones del receptor con la asistencia de la STA de RX prevista. La última variante puede ser útil en escenarios de nodos ocultos, por ejemplo, como se ilustra con respecto a AP1 en la Fig. 2.

Las Figs. 4A y 4B muestran ejemplos de procesos en los que la STA de RX prevista ayuda a la STA de TX a estimar las condiciones de recepción en la STA de RX. En cada caso, los procesos involucran un AP 10 y una STA 11 asociada con el AP 10.

En el ejemplo de la Fig. 4A, el AP 10 es la STA TX y la STA 11 es la STA RX. Como se ilustra en los bloques 401 y 402, tanto el AP 10 como la STA 11 miden inicialmente el canal inalámbrico. Por lo general, esto se hace en todo el ancho de banda operativo. Como resultado, el AP 10 y la STA 11 determinan qué partes del ancho de banda, por ejemplo, subcanales, del ancho de banda operativo están inactivas. Además, el AP 10 y la STA 11 también determinan las condiciones del canal en las porciones de ancho de banda inactivas, por ejemplo, SNR promedio en todas las porciones de ancho de banda inactivas y SINR por

porción de ancho de banda. En función de las porciones de ancho de banda evaluadas como inactivas, el AP 10 determina el ancho de banda de transmisión que se utilizará para enviar una trama de datos a la STA 11. Por ejemplo, si no todas las porciones de ancho de banda del ancho de banda operativo se evaluaron como inactivas, el AP 10 puede determinar el ancho de banda de transmisión como la combinación de las porciones de ancho de banda inactivas, por ejemplo, usando perforación de preámbulo y/o operación de ancho de banda dinámico.

Como se ilustra adicionalmente, antes de enviar la trama de datos, el AP 10 envía una trama RTS 403 a la STA 11, y la STA 11 responde con una trama CTS 404. Por medio de la trama RTS 403 y la trama CTS 404, el AP 10 y la STA 11 pueden intercambiar información sobre las partes de ancho de banda evaluadas como inactivas. Esto puede ayudar a solucionar algunos problemas de nodos ocultos. Por ejemplo, si el AP 10 evaluó una determinada porción de ancho de banda como inactiva, pero la STA 11 evaluó esta porción de ancho de banda como ocupada, la STA 11 puede indicar su evaluación al AP 10, y el AP 10 puede ajustar su evaluación en consecuencia.

Además, la STA 11 utiliza la trama CTS 404 para indicar las condiciones de recepción medidas en el bloque 402, en particular la SNR promedio sobre las porciones de ancho de banda inactivas y la SINR por porciones de ancho de banda inactivas. Además, la STA 11 puede incluir información sobre una duración esperada de interferencia en la trama CTS 404.

Con base en las condiciones de recepción en la STA 11 según lo estimado a partir de la información incluida en la trama CTS 404, en particular la SNR promedio y las SINR por porción de ancho de banda inactiva, y en algunos casos también la duración esperada de la interferencia, el AP 10 decide aplicar perforación selectiva a al menos una de las porciones de ancho de banda inactivas. Como se ilustra, el AP 10 luego envía una trama de datos perforada correspondientemente 405 a la STA 11.

En el ejemplo de la Fig. 4B, la STA 11 es la STA TX y el AP 10 es la STA RX. Como se ilustra en los bloques 411 y 412, tanto el AP 10 como la STA 11 miden inicialmente el canal inalámbrico. Por lo general, esto se hace en todo el ancho de banda operativo. Como resultado, el AP 10 y la STA 11 determinan qué partes del ancho de banda, por ejemplo, subcanales, del ancho de banda operativo están inactivas. Además, el AP 10 y la STA 11 también determinan las condiciones del canal en las porciones de ancho de banda inactivas, por ejemplo, SNR promedio en todas las porciones de ancho de banda inactivas y SINR por porción de ancho de banda. En función de las porciones de ancho de banda evaluadas como

inactivas, la STA 11 determina el ancho de banda de transmisión que se utilizará para enviar una trama de datos al AP 10. Por ejemplo, si no todas las porciones de ancho de banda del ancho de banda operativo se evaluaron como inactivas, la STA 11 puede determinar el ancho de banda de transmisión como la combinación de las porciones de ancho de banda inactivas, por ejemplo, usando perforación de preámbulo y/u operación de ancho de banda dinámico.

Como se ilustra adicionalmente, para activar la transmisión de la trama de datos, el AP 10 envía una trama de activación 413 a la STA 11. El AP 10 puede usar la trama de activación 413 para indicar las condiciones de recepción medidas en el bloque 411, en particular la SNR promedio sobre las porciones de ancho de banda inactivas y la SINR por porciones de ancho de banda inactivas. Además, el AP 10 puede incluir información sobre una duración esperada de interferencia en la trama de activación 413.

Con base en las condiciones de recepción en el AP 10 según lo estimado a partir de la información incluida en la trama de activación 413, en particular la SNR promedio y las SINR por porción de ancho de banda inactiva, y en algunos casos también la duración esperada de la interferencia, la STA 11 decide aplicar perforación selectiva a al menos una de las porciones de ancho de banda inactivas. Como se ilustra, en respuesta a la trama de activación 413, la STA 11 envía entonces una trama de datos perforada de forma correspondiente 414 al AP 10.

En algunos escenarios, la STA de TX también puede estimar de forma autónoma las condiciones de recepción en la STA de RX prevista. La Fig. 5 ilustra un ejemplo de un escenario correspondiente. El escenario de la Fig. 5 supone una red Wi-Fi coubicada con una red no Wi-Fi. En el escenario de la Fig. 5, la red Wi-Fi puede sufrir interferencias de más de 40 MHz dentro de su ancho de banda operativo total de 80 MHz debido a las transmisiones en la red no Wi-Fi. En la Fig. 5, los transmisores Wi-Fi (tanto AP como STA) pueden estimar la presencia de la interferencia resultante de las transmisiones en la red no Wi-Fi sin requerir ninguna asistencia de las STA RX previstas, mediante mediciones realizadas por la propia STA TX respectiva. Para este propósito, los AP y las STA de la red Wi-Fi pueden utilizar el mecanismo de detección de portadora basado en el umbral de ED. El umbral de ED puede estar 30 dB por encima del nivel mínimo real de sensibilidad del receptor, lo que significa que incluso si la detección de portadora basada en el umbral de ED produce una porción de ancho de banda como inactiva, puede haber interferencia relevante por debajo de ese umbral. Como resultado, el rendimiento de la red Wi-Fi podría verse gravemente degradado. Esto puede evitarse mediante la STA de TX de la red Wi-Fi que realiza mediciones para estimar las condiciones de recepción en las porciones de ancho de banda inactivas, por ejemplo, midiendo la SNR y SINR promedio por porción de ancho de banda inactiva, y utilizando estas

estimaciones para decidir si y qué porciones de ancho de banda inactivas deben someterse a perforación selectiva. A pesar de que las mediciones son realizadas por la STA de TX, las mediciones aún pueden permitir una estimación razonablemente precisa, por ejemplo, en función de una suposición de reciprocidad de canal.

5

Como se puede deducir de lo anterior, una funcionalidad de la STA de RX en los conceptos ilustrados es ayudar a la STA de TX en la estimación de las condiciones de recepción en la STA de RX. Además, la STA de RX debe ser capaz de recibir la transmisión de la trama de datos desde la STA de TX, independientemente de la perforación selectiva aplicada.

10

En consecuencia, una STA de RX prevista puede compartir información sobre las condiciones de recepción estimadas en la STA de RX con la STA de TX. Esta información puede ser específica con respecto a diferentes porciones de ancho de banda inactivo del ancho de banda operativo de la STA de RX, o diferentes porciones del ancho de banda de recepción disponible de la STA de RX. La STA RX prevista puede incluir la información que se compartirá en una trama de control que se envía preferentemente inmediatamente antes de la transmisión de la trama de datos prevista. Con base en la información compartida, el transmisor sta de TX puede adaptar la transmisión de la trama de datos de manera adecuada para mejorar la probabilidad de recepción, eficiencia y/o rendimiento exitosos. El marco de control puede ser un marco CTS o un marco de activación. El uso de una trama de control enviada inmediatamente antes de la transmisión de la trama de datos puede permitir una mejor adaptación a las condiciones de interferencia dinámicamente variables.

15

20

La información compartida por la STA de RX prevista puede basarse en la SINR estimada en las diferentes partes de ancho de banda inactivas del ancho de banda de recepción. La información compartida puede indicar que la SINR en algunas porciones de ancho de banda inactivas es peor que en una o más porciones de ancho de banda inactivas. En algunos escenarios, la información compartida por la STA de RX prevista puede basarse en la potencia estimada de interferencia más ruido en las diferentes partes de ancho de banda inactivas del ancho de banda de recepción. La información compartida puede indicar que la potencia de interferencia más ruido en algunas porciones de ancho de banda inactivas del ancho de banda de recepción es peor que en una o más porciones de ancho de banda inactivas.

25

30

Una STA de RX prevista a veces puede sufrir interferencias en una gran parte de su ancho de banda operativo. En tales casos, al recibir información compartida por la STA de RX prevista en una trama de control inmediatamente anterior a una trama de datos, la STA de TX puede suspender el intento de transmisión de trama de datos correspondiente a esa STA de

35

RX prevista y, por ejemplo, realizar otro intento de transmisión de datos a otra STA. Cuando lo aplica un AP, esto puede ayudar a optimizar el rendimiento general del BSS del AP.

La información compartida por la STA de RX prevista puede indicarse con una granularidad de frecuencia de 20 MHz. Es decir, las diferentes porciones de ancho de banda inactivas pueden tener un tamaño de 20 MHz o un tamaño correspondiente a un múltiplo entero de 20 MHz. Esto puede ser beneficioso porque en el estándar IEEE 802.11 la resolución CCA en IEEE 802.11 es de 20 MHz. En consecuencia, las STA que cumplen con el estándar IEEE 802.11 tienen la capacidad de evaluar las condiciones de recepción con al menos una granularidad de 20 MHz. En algunos casos, la STA de RX puede utilizar un mapa de bits de perforación de canal para indicar qué partes del ancho de banda están inactivas y, en función de las condiciones de recepción estimadas en la STA de RX prevista, se sugiere que se utilicen en la transmisión de la trama de datos. Por ejemplo, en dicho mapa de bits de perforación de canal, un bit establecido en "1" podría indicar un subcanal que está inactivo y se utilizará en la transmisión de la trama de datos, y un bit establecido en "0" podría indicar un subcanal que no está inactivo o inactivo, pero se perforará selectivamente debido a las condiciones de recepción estimadas en ese subcanal. Por lo tanto, el mapa de bits de perforación de canal podría, por ejemplo, resaltar los subcanales buenos y malos de 20 MHz en función de la diferencia en sus respectivas SINR. En algunos escenarios, la información compartida sobre diferentes porciones de ancho de banda inactivas del ancho de banda de recepción también podría tener una granularidad inferior a 20 MHz, por ejemplo, una granularidad correspondiente a los tamaños de las RU (Unidades de Recursos) admitidas por la STA de RX, por ejemplo, correspondiente a una RU de 52 tonos de aproximadamente 4 MHz o correspondiente a una RU de 26 tonos de aproximadamente 2 MHz.

Como ejemplo correspondiente al escenario representado en la Fig. 2, la STA11 y la STA12 pueden compartir información sobre sus respectivas condiciones de recepción correspondientes a cada subcanal de 20 MHz en sus anchos de banda de recepción disponibles evaluados. Esta información puede ayudar a AP1 a adaptar adecuadamente sus transmisiones de tramas de datos, decidiendo en función de la información compartida si y qué subcanales inactivos deben ser excluidos por la perforación selectiva.

En algunos escenarios, la información compartida por la STA RX prevista en una trama CTS puede basarse en la duración estimada de la interferencia, por ejemplo, comparando la duración de una señal interferente detectada con la duración de una TXOP reservada por la trama RTS recibida. Como ejemplo, correspondiente al escenario representado en la Fig. 2, si una señal interferente de BSS2 es detectada por STA11 y está por debajo del umbral PD y

- 22 -

en o por encima de su nivel mínimo de sensibilidad del receptor, STA11 puede estimar la duración de la interferencia leyendo la longitud de trama indicada en el encabezado PHY (preámbulo) de esa señal y/o leyendo el valor de duración de un encabezado MAC. Si la duración estimada correspondiente es cercana o más larga que la duración de TXOP reservada por AP1 utilizando una trama RTS que envía a STA11, STA11 puede deducir que sufriría esa interferencia durante toda la duración de TXOP. En tal escenario, sería claramente beneficioso para STA11 aprovechar la trama CTS y transmitir información a AP1 sobre la situación de interferencia para que AP1 pueda tomar las medidas apropiadas mientras realiza la transmisión de la trama de datos correspondiente.

En algunos escenarios, el transmisor de STA de TX puede prepararse de antemano para el caso de que la STA de RX prevista pueda enfrentar interferencias en alguna parte del ancho de banda operativo. Por ejemplo, la STA de TX podría preparar de antemano una trama de datos perforada de forma correspondiente, así como una trama de datos no perforada con el mismo contenido de datos. En función de las condiciones de recepción estimadas justo antes de la transmisión de la trama de datos prevista, por ejemplo, según lo estimado a partir de la trama de control, la STA de TX puede decidir si transmitir la trama de datos perforada o la trama de datos no perforada.

La Fig. 6 muestra un diagrama de flujo para ilustrar un método de control de transmisiones inalámbricas en un sistema de comunicación inalámbrica, que puede utilizarse para implementar los conceptos ilustrados. El método de la Fig. 6 se puede utilizar para implementar los conceptos ilustrados en un dispositivo de comunicación inalámbrica que pretende enviar una transmisión de datos inalámbrica a un dispositivo de comunicación inalámbrica adicional. El dispositivo de comunicación inalámbrica y el dispositivo de comunicación inalámbrica adicional pueden corresponder, por ejemplo, a la STA de TX mencionada anteriormente y a la STA de RX prevista, respectivamente. 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. El dispositivo de comunicación inalámbrica puede corresponder a un AP, por ejemplo, uno de los AP 10 mencionados anteriormente, o a una STA no AP, por ejemplo, una de las STA 11 mencionadas anteriormente.

Si se utiliza una implementación basada en procesador del dispositivo de comunicación inalámbrica, al menos algunos de los pasos del método de la Fig. 6 pueden ser realizados y/o controlados por uno o más procesadores del dispositivo de comunicación inalámbrica. Dicho dispositivo de comunicación inalámbrica 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. 6.

En la etapa 610, el dispositivo de comunicación inalámbrica determina una o más partes de ancho de banda inactivas de un canal inalámbrico. Esta determinación puede basarse en varios tipos de procedimiento LBT o CCA, por ejemplo, en CCA usando un umbral ED, detección de portadora virtual basada en NAV o CCA usando un umbral PD. La (s) parte(s) de ancho de banda inactiva (s) se puede (n) determinar con una cierta granularidad en el dominio de la frecuencia. Por ejemplo, la etapa 610 puede implicar que para cada subcanal del canal inalámbrico, por ejemplo, de 20 MHz de ancho de banda, se determine si el subcanal está inactivo u ocupado.

En la etapa 620, el dispositivo de comunicación inalámbrica puede recibir información de control del dispositivo de comunicación inalámbrica adicional. La información de control puede, por ejemplo, recibirse en una trama de control inmediatamente anterior a la transmisión inalámbrica de datos. Por ejemplo, el dispositivo de comunicación inalámbrica puede recibir la información de control en una trama CTS transmitida por el dispositivo de comunicación inalámbrica adicional, por ejemplo, como se explica en relación con la Fig. 4A. Alternativamente, el dispositivo de comunicación inalámbrica podría recibir la información de control en un mensaje de activación transmitido por el dispositivo de comunicación inalámbrica adicional para activar la transmisión de datos inalámbrica, por ejemplo, en una trama de activación como se explica en relación con la Fig. 4B.

En algunos escenarios, la información de control incluye una SNR estimada por el dispositivo de comunicación inalámbrica adicional. Alternativa o adicionalmente, la información de control puede incluir una SINR estimada por el dispositivo de comunicación inalámbrica adicional. Alternativa o adicionalmente, la información de control puede incluir una SIR estimada por el dispositivo de comunicación inalámbrica adicional. Alternativa o adicionalmente, la información de control puede incluir una duración de interferencia estimada por el dispositivo de comunicación inalámbrica adicional. En algunos escenarios, la información de control puede determinarse individualmente para cada una de las una o más porciones de ancho de banda inactivas. En algunos escenarios, la información de control indica la parte de ancho de banda inactivo.

En algunos escenarios, el dispositivo de comunicación inalámbrica puede realizar una o más mediciones en el canal inalámbrico y estimar la una o más condiciones de recepción en función de la una o más mediciones.

La una o más condiciones de recepción pueden incluir una SNR. Alternativa o adicionalmente, la una o más condiciones de recepción pueden incluir una SINR. Alternativa o adicionalmente, la una o más condiciones de recepción pueden incluir una SIR. Alternativa o adicionalmente, la una o más condiciones de recepción pueden incluir una duración de interferencia. En algunos escenarios, la una o más condiciones de recepción pueden determinarse individualmente para cada una de la una o más porciones de ancho de banda inactivas.

En la etapa 630, el dispositivo de comunicación inalámbrica estima una o más condiciones de recepción en el dispositivo de comunicación inalámbrica adicional. La estimación de la etapa 630 puede basarse en la información de control recibida en la etapa 620.

En la etapa 640, el dispositivo de comunicación inalámbrica envía la transmisión de datos inalámbrica al dispositivo de comunicación inalámbrica adicional. Esto se logra utilizando un ancho de banda de transmisión en la (s) parte(s) de ancho de banda inactiva (s) del canal inalámbrico. El ancho de banda de transmisión de la transmisión de datos inalámbrica se perfora selectivamente en función de una o más condiciones de recepción estimadas en la etapa 630. En algunos escenarios, la etapa 640 también puede implicar que, en función de la una o más condiciones de recepción estimadas en la etapa 630, el dispositivo de comunicación inalámbrica decida si perforar selectivamente el ancho de banda de transmisión. En algunos escenarios, la etapa 640 también puede implicar que, en función de la una o más condiciones de recepción estimadas en la etapa 630, el dispositivo de comunicación inalámbrica decida si suspender la transmisión inalámbrica de datos y, en respuesta a la decisión de no suspender la transmisión inalámbrica de datos, el dispositivo de comunicación inalámbrica envía la transmisión inalámbrica de datos al dispositivo de comunicación inalámbrica adicional. En algunos escenarios, la etapa 640 también puede implicar que el dispositivo de comunicación inalámbrica adapte un MCS de la transmisión inalámbrica de datos y/o la potencia de transmisión de la transmisión inalámbrica de datos. Esta adaptación puede basarse en una o más condiciones de recepción estimadas en la etapa 630.

La Fig. 7 muestra un diagrama de bloques para ilustrar las funcionalidades de un dispositivo de comunicación inalámbrica 700 que funciona de acuerdo con el método de la Fig. 6. El dispositivo de comunicación inalámbrica puede corresponder a un AP, por ejemplo, uno de los AP 10 mencionados anteriormente, o a una STA no AP, por ejemplo, una de las STA 11 mencionadas anteriormente. Como se ilustra, el dispositivo de comunicación inalámbrica 700 puede estar provisto de un módulo 710 configurado para determinar una o más porciones de

ancho de banda inactivas de un canal inalámbrico, tal como se explica en relación con la etapa 610. Además, el dispositivo de comunicación inalámbrica 700 puede estar provisto de un módulo 720 configurado para recibir información de control, tal como se explica en relación con la etapa 620. Además, el dispositivo de comunicación inalámbrica 700 puede estar provisto de un módulo 730 configurado para estimar una o más condiciones de recepción, tal como se explica en relación con la etapa 630. Además, el dispositivo de comunicación inalámbrica 700 puede estar provisto de un módulo 740 configurado para enviar una transmisión de datos inalámbrica perforada selectivamente, tal como se explica en relación con la etapa 640.

Cabe señalar que el dispositivo de comunicación inalámbrica 700 puede incluir módulos adicionales para implementar otras funcionalidades, tales como funcionalidades conocidas de una STA AP o no AP en una tecnología IEEE 802.11. Además, se observa que los módulos del dispositivo de comunicación inalámbrica 700 no representan necesariamente una estructura de hardware del dispositivo de comunicación inalámbrica 700, sino que también pueden corresponder a elementos funcionales, por ejemplo, implementados por hardware, software o una combinación de los mismos.

La Fig. 8 muestra un diagrama de flujo para ilustrar un método adicional para controlar las transmisiones inalámbricas en un sistema de comunicación inalámbrica, que puede utilizarse para implementar los conceptos ilustrados. El método de la Fig. 8 se puede utilizar para implementar los conceptos ilustrados en un dispositivo de comunicación inalámbrica que es un receptor previsto de una transmisión de datos inalámbrica desde un dispositivo de comunicación inalámbrica adicional. El dispositivo de comunicación inalámbrica y el dispositivo de comunicación inalámbrica adicional pueden corresponder, por ejemplo, a las RX STA y TX STA previstas mencionadas anteriormente, respectivamente. 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. El dispositivo de comunicación inalámbrica puede corresponder a un AP, por ejemplo, uno de los AP mencionados anteriormente, o a una STA no AP, por ejemplo, una de las STA mencionadas anteriormente.

Si se utiliza una implementación basada en procesador del dispositivo de comunicación inalámbrica, al menos algunos de los pasos del método de la Fig. 8 pueden ser realizados y/o controlados por uno o más procesadores del dispositivo de comunicación inalámbrica. Dicho dispositivo de comunicación inalámbrica 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, el dispositivo de comunicación inalámbrica determina una o más partes de ancho de banda inactivas de un canal inalámbrico. Esta determinación puede basarse en varios tipos de procedimiento LBT o CCA, por ejemplo, en CCA usando un umbral ED, detección de portadora virtual basada en NAV o CCA usando un umbral PD. La (s) parte(s) de ancho de banda inactiva (s) se puede (n) determinar con una cierta granularidad en el dominio de la frecuencia. Por ejemplo, la etapa 810 puede implicar que para cada subcanal del canal inalámbrico, por ejemplo, de 20 MHz de ancho de banda, se determine si el subcanal está inactivo u ocupado.

En la etapa 820, el dispositivo de comunicación inalámbrica estima una o más condiciones de recepción en el dispositivo de comunicación inalámbrica. La una o más condiciones de recepción pueden incluir una SNR. Alternativa o adicionalmente, la una o más condiciones de recepción pueden incluir una SINR. Alternativa o adicionalmente, la una o más condiciones de recepción pueden incluir una SIR. Alternativa o adicionalmente, la una o más condiciones de recepción pueden incluir una duración de interferencia. En algunos escenarios, la una o más condiciones de recepción pueden determinarse individualmente para cada una de las múltiples partes de la porción de ancho de banda inactiva.

En algunos escenarios, el dispositivo de comunicación inalámbrica puede realizar una o más mediciones en el canal inalámbrico y estimar la una o más condiciones de recepción en función de la una o más mediciones.

En la etapa 830, el dispositivo de comunicación inalámbrica puede enviar información de control al dispositivo de comunicación inalámbrica adicional. La información de control puede, por ejemplo, enviarse en una trama de control inmediatamente anterior a la transmisión inalámbrica de datos. Por ejemplo, el dispositivo de comunicación inalámbrica puede enviar la información de control en una trama CTS al dispositivo de comunicación inalámbrica adicional, por ejemplo, como se explica en relación con la Fig. 4A. Alternativamente, el dispositivo de comunicación inalámbrica podría enviar la información de control en un mensaje de activación enviado al dispositivo de comunicación inalámbrica adicional para activar la transmisión de datos inalámbrica, por ejemplo, en una trama de activación como se explica en relación con la Fig. 4B. La información de control puede indicar al menos una parte de las condiciones de recepción estimadas en la etapa 820.

En la etapa 840, el dispositivo de comunicación inalámbrica recibe la transmisión de datos inalámbrica desde el dispositivo de comunicación inalámbrica adicional. Esto se logra utilizando un ancho de banda de transmisión en la (s) parte(s) de ancho de banda inactiva (s) del canal inalámbrico. El ancho de banda de transmisión de la transmisión de datos inalámbrica se perfora selectivamente en función de una o más condiciones de recepción en el dispositivo de comunicación inalámbrica, por ejemplo, como se estima en la etapa 820. En algunos escenarios, un MCS y/ o una potencia de transmisión de la transmisión inalámbrica de datos depende de una o más condiciones de recepción.

La Fig. 9 muestra un diagrama de bloques para ilustrar las funcionalidades de un dispositivo de comunicación inalámbrica 900 que funciona de acuerdo con el método de la Fig. 8. El dispositivo de comunicación inalámbrica puede corresponder a un AP, por ejemplo, uno de los AP 10 mencionados anteriormente, o a una STA no AP, por ejemplo, una de las STA 11 mencionadas anteriormente. Como se ilustra, el dispositivo de comunicación inalámbrica 900 puede estar provisto de un módulo 910 configurado para determinar una porción de ancho de banda inactivo de un canal inalámbrico, tal como se explica en relación con la etapa 810. Además, el dispositivo de comunicación inalámbrica 900 puede estar provisto de un módulo 920 configurado para estimar una o más condiciones de recepción, tal como se explica en relación con la etapa 820. Además, el dispositivo de comunicación inalámbrica 900 puede estar provisto de un módulo 930 configurado para enviar información de control, tal como se explica en relación con la etapa 830. Además, el dispositivo de comunicación inalámbrica 900 puede estar provisto de un módulo 940 configurado para recibir una transmisión de datos inalámbrica perforada selectivamente, tal como se explica en relación con la etapa 840.

Cabe señalar que el dispositivo de comunicación inalámbrica 900 puede incluir módulos adicionales para implementar otras funcionalidades, tales como funcionalidades conocidas de una STA AP o no AP en una tecnología IEEE 802.11. Además, se observa que los módulos del dispositivo de comunicación inalámbrica 900 no representan necesariamente una estructura de hardware del dispositivo de comunicación inalámbrica 900, sino que también pueden corresponder a elementos funcionales, por ejemplo, implementados por hardware, software o una combinación de estos.

Cabe señalar que el método de la Fig. 6 y el método de la Fig. 8 también podrían combinarse en un sistema que incluye un dispositivo de comunicación inalámbrica de transmisión que funciona de acuerdo con el método de la Fig. 6 y un dispositivo de comunicación inalámbrica de recepción que funciona de acuerdo con el método de la Fig. 8. Además, se observa que el mismo dispositivo de comunicación inalámbrica podría funcionar de acuerdo con el método

de la Fig. 6 como un dispositivo de comunicación inalámbrica de transmisión y de acuerdo con el método de la Fig. 8 como un dispositivo de comunicación inalámbrica de recepción.

La Fig. 10 ilustra una implementación basada en procesador de un AP 1000. Las estructuras
5 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
10 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. Además, el AP 1000 está 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 las interfaces
15 1010, 1020 y una memoria 1060 acoplada a los procesadores 1050. A modo de ejemplo, las interfaces 1010, 1020, 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),
20 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
25 implementar las funcionalidades descritas anteriormente para controlar las transmisiones inalámbricas, tal como se explica en relación con los métodos de la Fig. 6 u 8.

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,
30 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 en una tecnología IEEE 802.11. 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
35 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 sta 1100. Las estructuras ilustradas en la Fig. 11 se pueden utilizar para implementar los conceptos descritos anteriormente. La STA 1100 puede corresponder, por ejemplo, a una de las STA 11 mencionadas anteriormente.

5

Como se ilustra, la STA 1100 incluye una interfaz de radio 1110. La interfaz de radio 1110 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.

10

Además, la STA 1100 puede incluir uno o más procesadores 1150 acoplados a la interfaz 1110 y una memoria 1160 acoplada a los procesadores 1150. A modo de ejemplo, la interfaz 1110, el o los procesadores 1150 y la memoria 1160 podrían acoplarse mediante uno o más sistemas de bus internos de la STA 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 los métodos de la Fig. 6 u 8.

20

Debe entenderse que las estructuras ilustradas en la Fig. 11 son meramente esquemáticas y que la STA 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 no AP en una tecnología IEEE 802.11. De acuerdo con algunas formas de realización, también se puede proporcionar un programa informático para implementar funcionalidades de la STA 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.

25

30

Como se puede ver, los conceptos descritos anteriormente se pueden utilizar para adaptar eficientemente las transmisiones inalámbricas con el objetivo de una transmisión inalámbrica confiable y eficiente de datos desde un transmisor a un receptor. Se puede mejorar la probabilidad de recepción exitosa de datos, lo que ayuda a reducir la necesidad de

35

retransmisiones. Esto a su vez puede mejorar tanto la eficiencia como la latencia. Además, se puede optimizar el rendimiento alcanzable en el sistema de comunicación inalámbrica.

5 Debe entenderse que los ejemplos y formas de realización como se explicaron anteriormente son meramente ilustrativos y susceptibles de diversas modificaciones. Por ejemplo, los conceptos ilustrados se pueden aplicar en relación con varios tipos de tecnologías inalámbricas, sin limitación a las tecnologías WLAN. Además, los conceptos también se pueden aplicar con respecto a múltiples receptores previstos de la transmisión de datos inalámbrica. Además, debe entenderse que los conceptos anteriores pueden implementarse
10 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 cada uno de los aparatos o dispositivos ilustrados puede implementarse como un único dispositivo o como un sistema de múltiples dispositivos o módulos que interactúan.