

CONTROL DE LA POTENCIA DE TRANSMISIÓN

CAMPO DE LA TÉCNICA

La presente divulgación se refiere, en general, al campo de la comunicación inalámbrica. Más particularmente, se refiere al control de la potencia de transmisión en la comunicación inalámbrica.

ANTECEDENTES

Los enfoques de coexistencia pueden ser necesarios, o al menos beneficiosos, cuando diferentes dispositivos comparten un canal de comunicación inalámbrica. Esto puede aplicar cuando los dispositivos operan según el mismo estándar de comunicación (p. ej., IEEE 802.11) pero sin coordinación de red general, así como cuando los dispositivos operan según diferentes estándares de comunicación. Un ejemplo particularmente relevante es cuando el canal de comunicación está comprendido en una banda de frecuencia sin licencia (p. ej., la banda ISM de 2,45 GHz o una de las bandas de 5 GHz).

Un enfoque de coexistencia que se utiliza frecuentemente se basa en el principio de escuchar antes de hablar (LBT), que también se conoce como acceso múltiple por detección de portador y prevención de colisiones (CSMA/CA). Según este enfoque, un dispositivo que tiene la intención de utilizar el canal de comunicación inalámbrica para la transmisión detecta el canal y determina si el canal de comunicación está ocupado (en uso u ocupado de otra forma) o inactivo (desocupado). Si se determina que el canal de comunicación está ocupado, se aplaza la transmisión. Si se determina que el canal de comunicación está inactivo, se inicia la transmisión. El enfoque tiene como objetivo evitar colisiones al iniciar la transmisión solo cuando el canal de comunicación no se esté utilizando.

Normalmente, el proceso de detección se basa en un valor de umbral (p. ej., definido en términos de potencia de señal recibida). El canal de comunicación puede determinarse como inactivo cuando la métrica de detección (p. ej., la potencia de la

señal recibida) está por debajo del valor de umbral, y puede determinarse como ocupado en caso contrario.

Una consideración típica para la selección del valor de umbral es que debe ser lo suficientemente bajo para que se detecten las transmisiones en curso de otros dispositivos si es probable que el inicio prospectivo de una transmisión cause una colisión. Sin embargo, otra consideración típica para la selección del valor de umbral es que debe ser lo suficientemente alto como para no aplazar una transmisión prospectiva cuando no causaría daño en términos de colisiones. Si se reduce el valor de umbral, aumenta la probabilidad de aplazar el acceso al canal. Si se aumenta el valor de umbral, aumenta la probabilidad de causar una colisión.

Como ejemplo ilustrativo, en IEEE 802.11, el valor de umbral de potencia para declarar que el canal está inactivo es -82 dBm si se detecta un preámbulo de IEEE 802.11 y -62 dBm si no se detecta ningún preámbulo, sino solo energía. Esto significa efectivamente que cuando un dispositivo IEEE 802.11 detecta el canal, es 20 dB más agresivo hacia los dispositivos de transmisión que no utilizan un preámbulo de IEEE 802.11. Los valores seleccionados en IEEE 802.11 pueden verse como un compromiso entre la probabilidad de aplazar el acceso al canal de forma innecesaria y la probabilidad de causar una colisión.

Incluso si el valor de umbral se selecciona con cuidado, un valor de umbral adecuado normalmente puede depender mucho de la situación. Por lo tanto, en algunos enfoques (p. ej., como se aplica en IEEE 802.11ax), existe un valor de umbral adaptativo que se varía en respuesta a una potencia máxima de transmisión seleccionada. En dichos enfoques, una potencia máxima de transmisión reducida puede permitir un valor de umbral más alto, ya que la probabilidad de causar una colisión disminuye cuando se reduce la potencia máxima de transmisión.

El documento US 2013/0203458 A1 divulga la selección de una configuración de potencia de transmisión para la comunicación dentro de una banda compartida, donde la selección es entre una configuración de potencia de transmisión baja que

aplica una potencia de transmisión por debajo de un umbral de potencia predeterminado sin un enfoque de escuchar antes de hablar y una configuración de potencia de transmisión alta que aplica una potencia de transmisión de al menos el umbral de potencia predeterminado.

El documento US 2016/0309420 A1 divulga el ajuste de la potencia de transmisión según la información de interferencia, el ajuste del tamaño del paquete cuando la tasa de error medida es diferente de la tasa de error objetivo y la transmisión del paquete según la potencia de transmisión.

Sin embargo, todavía existen desventajas de los enfoques según la técnica anterior.

Por ejemplo, si se determina una potencia máxima de transmisión y la detección mediante un valor de umbral correspondiente determina que el canal está ocupado, el uso de una potencia de transmisión aún menor podría haber demostrado que el canal está inactivo para la detección mediante el valor de umbral correspondientemente más alto. Si la potencia de transmisión aún menor hubiera sido suficiente para una transmisión exitosa, la capacidad del canal se ha desperdiciado en este escenario.

Además, si se determina una potencia máxima de transmisión y la detección mediante un valor de umbral correspondiente determina que el canal está inactivo, el uso de una potencia de transmisión aún mayor podría haber demostrado que el canal está inactivo para la detección mediante el valor de umbral correspondientemente más bajo. El uso de una potencia de transmisión aún mayor normalmente habría permitido una mayor velocidad de datos. De este modo, la capacidad del canal se ha desperdiciado también en este escenario.

Por lo tanto, existe la necesidad de enfoques alternativos, y preferentemente mejorados, para el control de la potencia de transmisión en asociación con los procedimientos de escuchar antes de hablar (LBT). Preferentemente, los enfoques alternativos son más eficaces en términos de utilización de la capacidad del canal.

Dicha eficacia puede medirse en términos de una o más de: un número de aplazamientos innecesarios de las transmisiones potenciales y un número de colisiones.

SUMARIO

Es preciso destacar que cuando se utiliza el término “comprende/que comprende” en esta memoria, se hace para especificar la presencia de características, números enteros, pasos o componentes declarados, pero no excluye la presencia o incorporación de una o más características, números enteros, etapas, componentes o grupos de estos. Como se usan en el presente documento, las formas singulares “un”, “una” y “el/la” pretenden incluir también las formas plurales, a menos que el contexto lo indique claramente de cualquier otra manera.

El objetivo de algunas realizaciones es resolver o mitigar, aliviar o eliminar al menos algunas de las anteriores u otras desventajas.

Según un primer aspecto, esto se logra mediante un método para un nodo de comunicación inalámbrica configurado para funcionar de conformidad con un procedimiento de escuchar antes de hablar (LBT). El método comprende, para una próxima transmisión, la realización de una detección de canal para determinar un nivel de interferencia experimentado por el nodo de comunicación inalámbrica, la determinación de un nivel máximo de potencia de transmisión para la próxima transmisión en respuesta al nivel de interferencia determinado, y la selección de al menos una velocidad de codificación y una modulación, que se utilizarán para la próxima transmisión, en respuesta al nivel máximo de potencia de transmisión determinado.

En algunas realizaciones, el método comprende además la realización de la próxima transmisión mediante la transmisión de un paquete de transmisión con la velocidad de codificación y/o la modulación seleccionadas.

En algunas realizaciones, la detección de canal comprende la medición de una o más potencias de señal recibida, energías de señal recibida y potencias recibidas de una secuencia de señal predefinida.

En algunas realizaciones, el método comprende además la preparación de una pluralidad de variantes de paquetes de transmisión antes de realizar la detección de canal, donde cada variante de paquete de transmisión se asocia con un nivel de potencia de transmisión respectivo. Entonces, la selección de al menos una velocidad de codificación y la modulación puede comprender la selección de una variante de paquete de transmisión de la pluralidad de variantes de paquetes de transmisión en respuesta al nivel máximo de potencia de transmisión determinado y los niveles de potencia de transmisión respectivos de la pluralidad de variantes de paquetes de transmisión.

En algunas realizaciones, la variante de paquete de transmisión seleccionada pertenece a un subconjunto de la pluralidad de variantes de paquetes de transmisión, donde cada variante de paquete de transmisión del subconjunto cuenta con un nivel de potencia de transmisión respectivo que es menor o igual que el nivel máximo de potencia de transmisión determinado.

En algunas realizaciones, el nivel de potencia de transmisión respectivo de la variante de paquete de transmisión seleccionada es un nivel máximo de potencia de transmisión entre los niveles de potencia de transmisión respectivos del subconjunto.

En algunas realizaciones, cada variante de paquete de transmisión está configurada para proporcionar una velocidad de datos respectiva, donde la velocidad de datos respectiva de la variante de paquete de transmisión seleccionada es una velocidad máxima de datos entre las velocidades de datos respectivas del subconjunto.

En algunas realizaciones, cada variante de paquete de transmisión de la pluralidad de variantes de paquetes de transmisión se asocia con una velocidad de codificación y una modulación respectivas.

En algunas realizaciones, la preparación de la pluralidad de variantes de paquetes de transmisión comprende la preparación de cada variante de paquete de transmisión mediante la utilización de una pluralidad respectiva de esquemas de codificación y modulación (MCS) predefinidos.

En algunas realizaciones, la preparación de la pluralidad de variantes de paquetes de transmisión comprende la preparación de un paquete de transmisión único mediante la utilización de un código sistemático. Entonces, la selección de la variante de un paquete de transmisión puede comprender la selección de un número de bits de paridad del código sistemático.

En algunas realizaciones, la preparación de la pluralidad de variantes de paquetes de transmisión comprende la preparación de un paquete de transmisión único. Entonces, la selección de la variante de un paquete de transmisión puede comprender la selección de un orden de modulación.

Un segundo aspecto es un producto de programa informático que comprende un medio legible por computadora no transitorio, que tiene sobre este un programa informático que comprende instrucciones del programa. El programa informático se puede cargar en una unidad de procesamiento de datos y configurarse para causar la ejecución del método según el primer aspecto cuando el programa informático se ejecuta por la unidad de procesamiento de datos.

Un tercer aspecto implica una disposición para un nodo de comunicación inalámbrica configurado para funcionar de conformidad con un procedimiento de escuchar antes de hablar (LBT). La disposición comprende circuitería de control configurada para causar, para una próxima transmisión, la realización de una detección de canal para determinar un nivel de interferencia experimentado por el nodo de comunicación inalámbrica, la determinación de un nivel máximo de potencia de transmisión para la próxima transmisión en respuesta al nivel de interferencia determinado, y la selección de al menos una velocidad de codificación y una

modulación que se utilizarán para la próxima transmisión en respuesta al nivel máximo de potencia de transmisión determinado.

Un cuarto aspecto implica un nodo de comunicación inalámbrica que comprende la disposición del tercer aspecto.

En algunas realizaciones, cualquiera de los aspectos anteriores puede tener adicionalmente características idénticas o correspondientes a cualquiera de las diversas características que se explicaron anteriormente para cualquiera de los otros aspectos.

Una ventaja de algunas realizaciones es que se proporcionan enfoques alternativos para el control de la potencia de transmisión en asociación con los procedimientos de escuchar antes de hablar (LBT).

Otra ventaja de algunas realizaciones es que se permite una utilización más eficaz de la capacidad del canal.

Otra ventaja más de algunas realizaciones es que es posible tener en cuenta variaciones instantáneas de canal para el control de la potencia de transmisión.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

La siguiente descripción detallada de las realizaciones proporcionará otros objetivos, características y ventajas, con referencia a los dibujos adjuntos. Los dibujos no están necesariamente a escala, sino que se hace hincapié en ilustrar las realizaciones de ejemplo.

La Figura 1 es un dibujo esquemático que ilustra un escenario de ejemplo en el que pueden aplicarse algunas realizaciones;

la Figura 2 es un diagrama de flujo que ilustra los pasos de un método de ejemplo según algunas realizaciones;

la Figura 3 es un dibujo esquemático que ilustra ejemplos de variantes de paquetes de transmisión según algunas realizaciones;

la Figura 4 es un diagrama de bloques esquemático que ilustra una disposición de ejemplo según algunas realizaciones;

la Figura 5 es un dibujo esquemático que ilustra un medio legible por computadora de ejemplo según algunas realizaciones;

la Figura 6 ilustra una red de telecomunicación conectada a través de una red intermedia a un equipo *host* de conformidad con algunas realizaciones;

la Figura 7 ilustra un equipo *host* que se comunica mediante una estación base con un equipo de usuario a través de una conexión parcialmente inalámbrica de conformidad con algunas realizaciones;

la Figura 8 es un diagrama de flujo que ilustra los pasos de un método de ejemplo implementados en un sistema de comunicación que incluye un equipo *host*, una estación base y un equipo de usuario de conformidad con algunas realizaciones;

la Figura 9 es un diagrama de flujo que ilustra los pasos de un método de ejemplo implementados en un sistema de comunicación que incluye un equipo *host*, una estación base y un equipo de usuario de conformidad con algunas realizaciones;

la Figura 10 es un diagrama de flujo que ilustra los pasos de un método de ejemplo implementados en un sistema de comunicación que incluye un equipo *host*, una estación base y un equipo de usuario de conformidad con algunas realizaciones;
y

la Figura 11 es un diagrama de flujo que ilustra los pasos de un método de ejemplo implementados en un sistema de comunicación que incluye un equipo *host*, una estación base y un equipo de usuario de conformidad con algunas realizaciones.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

Como ya se mencionó anteriormente, es preciso destacar que cuando se utiliza el término “comprende/que comprende” en esta memoria se hace para especificar la presencia de características, números enteros, pasos o componentes declarados, pero no excluye la presencia o adición de una o más características, números enteros, etapas, componentes o grupos de estos. Como se usan en el presente documento, las formas singulares “un”, “una” y “el/la” pretenden incluir también las formas plurales, a menos que el contexto lo indique claramente de cualquier otra manera.

Las realizaciones de la presente divulgación se describirán y ejemplificarán de forma más completa de aquí en adelante con referencia a los dibujos adjuntos. Sin embargo, las soluciones que se divulgan en el presente documento pueden realizarse de muchas formas diferentes y no deben interpretarse como una limitación para las realizaciones que se exponen en el presente documento.

En enfoques típicos que utilizan el principio de LBT (también conocido como CSMA/CA), el paquete está, al menos en parte, preparado para la transmisión una vez que se establece la potencia máxima de transmisión y antes de que se realice la detección real. Esto se debe a que, por lo general, la preparación del paquete tarda demasiado en realizarse en su totalidad después de que se haya determinado que el canal está inactivo. En un ejemplo típico, la preparación del paquete antes de la detección del canal puede comprender la generación del paquete codificado mediante un esquema de modulación y codificación (MCS) seleccionado según la potencia máxima de transmisión, así como la generación y codificación de la información de control necesaria para que un receptor decodifique el paquete.

Si se determina que el canal está inactivo, se puede finalizar la preparación del paquete y este último puede transmitirse. En un ejemplo típico, la finalización de la preparación de paquetes después de la detección del canal puede comprender modulación y conversión ascendente a radiofrecuencia. Si se determina que el canal está ocupado, normalmente no se finaliza la preparación del paquete y la transmisión de este último puede aplazarse.

Incluso si una selección adaptativa del valor de umbral de detección según la potencia máxima de transmisión es beneficiosa, no existe garantía de que la potencia máxima de transmisión sea adecuada para la situación en cuestión en el momento de la detección, con el riesgo de desperdiciar la capacidad del canal como se mencionó anteriormente. Por ejemplo, el MCS puede no estar optimizado para las condiciones instantáneas del canal.

A continuación, se describirán realizaciones para un nodo de comunicación inalámbrica configurado para funcionar de conformidad con un procedimiento de escuchar antes de hablar (LBT). El nodo de comunicación inalámbrica puede ser un dispositivo de comunicación inalámbrica (p. ej., una estación, STA, o un equipo de usuario, UE) o un nodo de red (p. ej., un punto de acceso, AP, o una estación base, BS). En las realizaciones que se describen en el presente documento, la detección de canal se realiza antes de la determinación de un nivel máximo de potencia, y el nivel máximo de potencia se determina según el resultado de la detección de canal. Por lo tanto, el nivel máximo de potencia se adapta según las condiciones reales del canal y el desperdicio de capacidad del canal mencionado anteriormente puede mitigarse, al menos en parte.

La Figura 1 ilustra de forma esquemática un escenario de ejemplo en el que se pueden aplicar algunas realizaciones. Un dispositivo de comunicación inalámbrica (STA1) 100 se prepara para una transmisión potencial (próxima) 102 a un nodo de red (AP1) 110. Otro dispositivo de comunicación inalámbrica (STA2) 120 transmite 122 a otro nodo de red (AP2) 130. Cuando STA1 detecta el canal en preparación para la transmisión potencial 102, puede determinar un nivel de interferencia, que se ilustra en 121, causado por la transmisión 122 de STA2. De forma alternativa o adicional, pueden aplicarse consideraciones parecidas a otras fuentes de interferencia (p. ej., otras STA distintas de STA2 y/o AP).

La Figura 2 ilustra un método 200 según algunas realizaciones. El método 200 puede realizarse típicamente por un nodo de comunicación inalámbrica. Por ejemplo, el nodo de comunicación inalámbrica puede ser un dispositivo de comunicación inalámbrica (p. ej., STA1 de la Figura 1) o un nodo de red (p. ej., AP1 de la Figura 1).

En el paso 220, se realiza la detección de canal para una próxima transmisión para determinar un nivel de interferencia experimentado por el nodo de comunicación inalámbrica. La detección de canal puede realizarse de cualquier forma adecuada y puede utilizar cualquier métrica adecuada para cuantificar el nivel de interferencia.

Por ejemplo, la detección de canal puede comprender la medición de la intensidad de la señal recibida en términos de potencia de señal recibida, energía de señal recibida o potencia recibida de una secuencia señal predefinida (p. ej., detección de preámbulo).

Cabe señalar que, a diferencia de los enfoques de la técnica anterior, la detección de canal normalmente no implica la comparación del nivel de interferencia determinado con un valor de umbral para determinar si el canal está inactivo u ocupado. En cambio, el método procede al paso 230 donde se determina un nivel máximo de potencia de transmisión (permisible/permitido) para la próxima transmisión en respuesta al nivel de interferencia determinado.

Normalmente, el nivel máximo de potencia de transmisión se determina de manera que, si el nivel máximo de potencia de transmisión resultara en un nivel de umbral correspondiente para la detección, el nivel de interferencia determinado daría como resultado que el canal se determinara como inactivo en un enfoque de detección según la técnica anterior. Además, el nivel máximo de potencia de transmisión puede determinarse como el nivel de potencia de transmisión más alto que cumple esta condición.

En algunas realizaciones, el nivel máximo de potencia de transmisión se determina en el paso 230 mediante la selección de un nivel máximo de potencia de transmisión a partir de una pluralidad limitada de niveles máximos de potencia de transmisión.

En el paso 240, se selecciona al menos una velocidad de codificación y una modulación, que se utilizarán para la próxima transmisión en respuesta al nivel máximo de potencia de transmisión determinado.

En algunos escenarios, el nivel de interferencia determinado puede ser tan alto que no es posible (o factible) hallar un nivel máximo de potencia de transmisión que cumpla la condición anterior para permitir la determinación del canal inactivo (o cualquier otra condición adecuada). Un ejemplo es cuando la pluralidad limitada de

niveles máximos de potencia de transmisión no comprende ningún nivel máximo de potencia de transmisión que cumpla la condición. En tales escenarios, el paso 230 puede comprender la determinación del nivel máximo de potencia de transmisión a cero y la postergación o abstención de la próxima transmisión.

Sin embargo, en muchos escenarios es posible (o factible) hallar un nivel máximo de potencia de transmisión que cumpla la condición anterior para permitir la determinación del canal inactivo (o cualquier otra condición adecuada). Entonces, el método puede proceder al paso 250, donde la próxima transmisión se realiza al transmitir un paquete de transmisión, a una potencia de transmisión no mayor al nivel máximo de potencia de transmisión determinado, mediante la velocidad de codificación y/o la modulación seleccionadas.

En algunas realizaciones, el método 200 puede comprender la preparación de una pluralidad (p. ej., dos o más) de variantes de paquetes de transmisión antes de realizar la detección de canal, como se ilustra en el paso opcional 210. Entonces, cada variante de paquete de transmisión se asocia con un nivel de potencia de transmisión respectivo, formando así una pluralidad limitada de niveles máximos de potencia de transmisión. Los niveles de potencia de transmisión respectivos pueden ser diferentes para todas las variantes de paquetes de transmisión de la pluralidad, o pueden coincidir en algunas de las variantes de paquetes de transmisión.

Normalmente, todas las variantes de paquetes de transmisión de la pluralidad de variantes de paquetes de transmisión tienen la misma carga útil y se asocian con una velocidad de codificación y/o una modulación respectivas que da como resultado el nivel de potencia de transmisión respectivo. La velocidad de codificación y/o la modulación respectivas pueden ser diferentes para todas las variantes de paquetes de transmisión de la pluralidad de variantes de paquetes de transmisión, o pueden ser las mismas para algunas de las variantes de paquetes de transmisión de la pluralidad de variantes de paquetes de transmisión.

Así, la selección de al menos una velocidad de codificación y la modulación en el paso 240 puede comprender la selección de una variante de paquete de transmisión de la pluralidad de variantes de paquetes de transmisión, como se ilustra en el subpaso opcional 245, en respuesta al nivel máximo de potencia de transmisión determinado y los niveles de potencia de transmisión respectivos de la pluralidad de variantes de paquetes de transmisión.

La variante de paquete de transmisión seleccionada puede pertenecer a un subconjunto de la pluralidad de variantes de paquetes de transmisión, donde cada variante de paquete de transmisión del subconjunto cuenta con un nivel de potencia de transmisión respectivo que es menor o igual que el nivel máximo de potencia de transmisión determinado.

Normalmente, una condición de selección puede ser que el nivel de potencia de transmisión respectivo de la variante de paquete de transmisión seleccionada sea un nivel máximo de potencia de transmisión entre los niveles de potencia de transmisión respectivos del subconjunto.

De forma alternativa o adicional, si cada variante de paquete de transmisión está configurada para proporcionar una velocidad de datos respectiva, una condición de selección puede ser que la velocidad de datos respectiva de la variante de paquete de transmisión seleccionada sea una velocidad máxima de datos entre las velocidades de datos respectivas del subconjunto. Las velocidades de datos respectivas pueden ser velocidades de datos diferentes para todas las variantes de paquetes de transmisión de la pluralidad de variantes de paquetes de transmisión, o pueden ser las mismas velocidades de datos para algunas de las variantes de paquetes de transmisión de la pluralidad de variantes de paquetes de transmisión.

En un ejemplo típico, en el paso 210 se prepara una pluralidad de variantes de paquetes de transmisión, cada una según la velocidad de codificación y/o modulación respectivas, lo que da como resultado niveles de potencia de transmisión respectivos de las variantes de paquetes de transmisión. El nivel de interferencia determinado en

el paso 220 se usa luego para seleccionar una de las variantes de paquete de transmisión (seleccionando así la velocidad de codificación y/o modulación según el paso 240). Esta selección se hace a través del paso 230, con la condición de que la variante de paquete de transmisión seleccionada tenga niveles de potencia de transmisión respectivos que sean inferiores al nivel máximo de potencia de transmisión, donde el nivel máximo de potencia de transmisión se asocia con una determinación inactiva de un canal que tiene el nivel de interferencia determinado. Normalmente, la variante de paquete de transmisión seleccionada debe tener el nivel de potencia de transmisión respectivo más alto entre las variantes de paquetes de transmisión que cumplen la condición.

La preparación de la pluralidad de variantes de paquetes de transmisión puede comprender la realización de la codificación de corrección de errores hacia adelante (FEC), el entrelazado y la adición de preámbulo, por ejemplo. El paso 250 puede comprender la derivación del paquete de transmisión a partir de la variante de paquete de transmisión seleccionada. La derivación del paquete de transmisión puede comprender la realización de la modulación y la adición de información de control, por ejemplo.

La Figura 3 es un dibujo esquemático que ilustra tres ejemplos (a, b, c) de pluralidades de variantes de paquetes de transmisión según algunas realizaciones.

La Figura 3 (a) ilustra un enfoque donde la preparación de la pluralidad de variantes de paquetes de transmisión comprende la preparación de cada variante de paquete de transmisión mediante la utilización de una pluralidad respectiva de esquemas de codificación y modulación (MCS) predefinidos. En este enfoque, el paso 240 de la Figura 2 puede comprender la selección de una de las variantes de paquetes de transmisión preparadas. Normalmente, al menos algunas de las variantes de paquetes de transmisión en la pluralidad de variantes de paquetes de transmisión pueden tener una duración diferente en tiempo como se ilustra en la Figura 3(a).

En el ejemplo de la Figura 3(a), la pluralidad de variantes de paquetes de transmisión comprende dos variantes de paquetes de transmisión 310, 320. La variante de paquete de transmisión 310 tiene un preámbulo (PA) 311, una parte de control (CNTR) 312 y una parte de carga útil 313, donde la parte de carga útil comprende datos codificados (ENC DATA) mediante un primer esquema de modulación y codificación (MCS1). La variante de paquete de transmisión 320 tiene un preámbulo (PA) 321, una parte de control (CNTR) 322 y una parte de carga útil 323, donde la parte de carga útil comprende datos codificados (ENC DATA) mediante un segundo esquema de modulación y codificación (MCS2).

En otro ejemplo, se pueden preparar tres paquetes diferentes utilizando MCS0, MCS4 y MCS7. Luego, se detecta el canal y se aplican las siguientes reglas para seleccionar cuáles de los paquetes deben transmitirse según el nivel máximo de potencia de transmisión (potencia máxima de TX):

- Potencia máxima de TX 15 dB o más => transmisión de paquete con MCS7
- Potencia máxima de TX inferior a 15 dBm, pero 6 dBm o más => transmisión de paquete con MCS4
- Potencia máxima de TX inferior a 6 dBm, pero -6 dBm o más => transmisión de paquete con MCS0
- Potencia máxima de TX inferior a -6 dBm o más => postergación de la transmisión

Como se ejemplifica en la Figura 3(a), un paquete completo puede comprender, por lo general, más que solo los datos codificados 313, 323.

Normalmente, algún tipo de preámbulo 311, 321 se adjunta previamente a los datos. El preámbulo puede ser necesario, por ejemplo, para la sincronización de tiempo, la estimación de frecuencia y la estimación de canal. Dicho preámbulo se puede generar de manera muy simple, en cuyo caso la generación se puede hacer sobre la marcha, o también se puede generar con anticipación.

Además, un paquete normalmente también contiene algún tipo de información de control 312, 322 necesaria para la recepción adecuada del paquete. Esta información de control normalmente puede contener información sobre qué MCS se utiliza y el tamaño del paquete.

Por lo general, el número de paquetes que se preparan antes de que se detecte el canal puede ser una compensación entre rendimiento y complejidad. Para optimizar aún más el uso del canal, que puede verse como un ejemplo de una medida de rendimiento, se puede preparar un paquete para cada uno de los MCS disponibles. Por otro lado, el número de paquetes preparados puede estar limitado por razones de complejidad.

La Figura 3 (b) ilustra un enfoque donde la preparación de la pluralidad de variantes de paquetes de transmisión comprende la preparación de un paquete de transmisión único mediante la utilización de un código sistemático. En este enfoque, el paso 240 de la Figura 2 puede comprender la selección de un número de bits de paridad del código sistemático. De este modo, la pluralidad de variantes de paquetes de transmisión se forma mediante diferentes números de bits de paridad del paquete de transmisión único. Por consiguiente, las variantes de paquetes de transmisión en la pluralidad de variantes de paquetes de transmisión tienen inherentemente una duración diferente en tiempo.

En el ejemplo de la Figura 3(b), el paquete de transmisión único 330 tiene un preámbulo (PA) 331, una parte de control (CNTR) 332 y una parte de carga útil 333, donde la parte de carga útil comprende datos codificados (ENC DATA) mediante un código sistemático. Por consiguiente, los datos codificados comprenden una primera parte 337 de bits de información y una segunda parte 338 de bits de paridad. La selección del paso 240 puede comprender el uso de todo el paquete de transmisión único 330, o el uso de una parte del paquete de transmisión único 330, donde se eliminan algunos bits de paridad (mediante truncamiento en 335 o 336) o se eliminan todos los bits de paridad (mediante truncamiento en 334). De este modo, en el ejemplo

de la Figura 3(a), la pluralidad de variantes de paquetes de transmisión comprende cuatro variantes de paquetes de transmisión. La pluralidad de variantes de paquetes de transmisión en este ejemplo puede típica, pero no necesariamente, usar la misma modulación.

La Figura 3(c) ilustra un enfoque donde la preparación de la pluralidad de variantes de paquetes de transmisión comprende la preparación de un paquete de transmisión único. En este enfoque, el paso 240 de la Figura 2 puede comprender la selección de un orden de modulación. De este modo, la pluralidad de variantes de paquetes de transmisión se forma mediante un orden diferente de modulación para modular el paquete de transmisión único. Por consiguiente, las variantes de paquetes de transmisión en la pluralidad de variantes de paquetes de transmisión normalmente tienen la misma duración en tiempo, pero diferentes anchos de banda. Así, este enfoque es particularmente adecuado para multiplexar usuarios en frecuencia (p. ej., en un sistema que usa multiplexación por división de frecuencias ortogonales, OFDM).

En el ejemplo de la Figura 3(c), el paquete de transmisión único 340 tiene un preámbulo (PA) 341, una parte de control (CNTR) 342 y una parte de carga útil 343, donde la parte de carga útil comprende datos codificados (ENC DATA). La selección del paso 240 puede comprender el uso de todo el paquete de transmisión único 340, modulado mediante diferentes órdenes de modulación. Los diferentes órdenes de modulación normalmente dan como resultado diferentes anchos de banda 344, 345, 346, 347 (p. ej., correspondiente a 256QAM: modulación de amplitud en cuadratura, 16QAM, QPSK: modulación por desplazamiento de fase en cuadratura, y BPSK: modulación por desplazamiento de fase binaria, respectivamente). De este modo, en el ejemplo de la Figura 3(c), la pluralidad de variantes de paquetes de transmisión comprende cuatro variantes de paquetes de transmisión.

En un ejemplo específico, un paquete de datos se codifica utilizando el mismo código y la modulación se selecciona según el nivel máximo de potencia de

transmisión que se puede utilizar. Se detecta el canal y se aplican las siguientes reglas para seleccionar cómo se debe modular el paquete antes de la transmisión según el nivel máximo de potencia de transmisión (potencia máxima de TX):

- Potencia máxima de TX 15 dBm o más => 256-QAM
- Potencia máxima de TX inferior a 15 dBm, pero 10 dBm o más => 16-QAM
- Potencia máxima de TX inferior a 10 dBm, pero 5 dBm o más => QPSK
- Potencia máxima de TX inferior a 5 dBm o más => BPSK

Dado que 256-QAM porta 8 bits de información en un símbolo, 16-QAM porta 4 bits de información en un símbolo, QPSK porta 2 bits de información en un símbolo y BPSK porta un bit de información en un símbolo, el ancho de banda se selecciona de forma preferente correspondientemente.

Si se utiliza el acceso de multiplexación por división de frecuencias ortogonales (OFDMA) y el ancho de banda más pequeño de una unidad de recursos (RU) es 2 MHz, el número de RU asignadas para la transmisión de un paquete puede basarse en el nivel máximo de potencia de transmisión que se puede utilizar según el nivel de interferencia determinado por la detección del canal. Para continuar con el ejemplo numérico anterior, esto se puede manifestar de la siguiente manera:

- Potencia máxima de TX 15 dBm o más => 1 RU
- Potencia máxima de TX inferior a 15 dBm, pero 10 dBm o más => 2 RU
- Potencia máxima de TX inferior a 10 dBm, pero 5 dBm o más => 4 RU
- Potencia máxima de TX inferior a 5 dBm o más => 8 RU

De este modo, según estas realizaciones, se puede usar un ancho de banda más pequeño cuando se puede usar un nivel máximo de potencia de transmisión más

alto, lo que permite más transmisiones simultáneas a otros usuarios mediante multiplexación de frecuencia en OFDMA.

La Figura 4 ilustra de forma esquemática una disposición 420 de ejemplo según algunas realizaciones. La disposición de ejemplo puede, por ejemplo, estar comprendida en un nodo de comunicación inalámbrica 410 configurado para funcionar de conformidad con un procedimiento de escuchar antes de hablar (LBT). La disposición de ejemplo puede configurarse para causar la ejecución del método como se describe en relación con la Figura 2. Por ejemplo, la disposición de ejemplo puede configurarse para realizar el método tal como se describe en conexión con la Figura 2.

La disposición comprende circuitería de control (CNTR) 400 configurada para causar, para una próxima transmisión, la realización de una detección de canal para la determinación de un nivel de interferencia experimentado por el nodo de comunicación inalámbrica (en comparación con el paso 220 de la Figura 2), la determinación de un nivel máximo de potencia de transmisión para la próxima transmisión en respuesta al nivel de interferencia determinado (en comparación con el paso 230 de la Figura 2), y la selección de al menos una velocidad de codificación y una modulación, que se utilizarán para la próxima transmisión, en respuesta al nivel máximo de potencia de transmisión determinado (en comparación con el paso 240 de la Figura 2).

Con este fin, la circuitería de control 400 puede comprender, o estar asociada de otro modo con, una o más: circuitería de detección de canal (CS) 401, circuitería de determinación (DET) 402 y circuitería de selección (SEL) 403. La circuitería de detección de canal 401 puede configurarse para realizar la detección de canal para la determinación de un nivel de interferencia experimentado por el nodo de comunicación inalámbrica. La circuitería de determinación 402 puede configurarse para determinar un nivel máximo de potencia de transmisión para la próxima transmisión en respuesta al nivel de interferencia determinado. La circuitería de

selección 403 puede configurarse para seleccionar al menos una velocidad de codificación y una modulación, que se utilizarán para la próxima transmisión, en respuesta al nivel máximo de potencia de transmisión determinado.

La circuitería de control puede configurarse además para causar la preparación de una pluralidad de variantes de paquetes de transmisión (en comparación con el paso 210 de la Figura 2) antes de realizar la detección de canal. Con este fin, la circuitería de control 400 puede comprender, o estar asociada de otro modo con, circuitería de preparación (PREP) 404 configurada para preparar la pluralidad de variantes de paquetes de transmisión.

La circuitería de control puede configurarse además para causar la transmisión de paquetes de transmisión (en comparación con el paso 250 de la Figura 2). Con este fin, la circuitería de control 400 puede estar asociada con la circuitería de transmisión (p. ej., un transmisor; que se ilustra en la Figura 4 como un transceptor, TX/RX) 430 configurada para transmitir el paquete de transmisión.

Algunas realizaciones proporcionan métodos y aparatos para el uso de una potencia óptima de transmisión en un sistema LBT. Los métodos y aparatos pueden ser adecuados para la transmisión de paquetes en situaciones en las que se desconoce, cuando se formatea el paquete, qué potencia de transmisión se puede utilizar. Se proporcionan enfoques que permiten una adaptación eficaz sobre la marcha de un paquete de transmisión al nivel de potencia de transmisión apropiado, incluso cuando la mayor parte del procesamiento de banda base, o incluso todo, puede ser necesario antes de que se conozca el nivel de potencia de transmisión apropiado (es decir, antes de la detección del canal). Las realizaciones permiten posponer la selección de qué forma de paquete transmitir hasta que se sepa qué nivel de potencia de transmisión se puede usar.

Según algunas realizaciones, se puede aplicar un esquema de escuchar antes de hablar donde se evita la compensación convencional entre baja probabilidad de acceso al canal con alta potencia de transmisión y alta probabilidad de acceso al canal

con baja potencia de transmisión. Al usar un enfoque que se adapta a las condiciones instantáneas del canal, se aumenta la probabilidad de acceso al canal con una potencia de transmisión relativamente grande y, por lo tanto, se mejora el rendimiento del sistema.

Cuando se transmiten datos a través de un canal inalámbrico, normalmente se desea transmitir a una velocidad lo más alta posible, al tiempo que se garantiza una alta probabilidad de que el receptor pueda decodificar los datos transmitidos de forma correcta. Si se usa una velocidad de datos innecesariamente baja, se desperdicia la capacidad del canal; lo que puede, por ejemplo, dar como resultado que la ocupación del canal sea innecesariamente grande (con desperdicio de capacidad). Si se usa una velocidad de datos demasiado alta, el paquete no se puede decodificar correctamente y debe retransmitirse (con desperdicio de capacidad).

En los sistemas que operan en una banda sin licencia y cuyo acceso al canal se basa en el principio de escuchar antes de hablar (LBT; también conocido como CSMA/CA), la transmisión de información suele ser un desafío. Las razones de esto incluyen que puede llevar un tiempo relativamente largo obtener acceso al canal y que las condiciones de interferencia pueden variar mucho.

Para acceder al canal en LBT, primero se debe determinar que el canal está inactivo. Una vez que se determinó que el canal está inactivo, el dispositivo que tiene un paquete para la transmisión puede comenzar a competir por el canal. Normalmente, la disputa por el canal se basa en un mecanismo que incluye retroceso aleatorio, que tiene como objetivo reducir la probabilidad de que dos o más dispositivos que tienen datos para enviar inicien la transmisión al mismo tiempo; lo que da como resultado una colisión. Si se determina que el canal está ocupado, el dispositivo espera a que el canal quede inactivo para realizar el procedimiento que se describió anteriormente. En situaciones con muchas transmisiones en curso desde varias redes superpuestas, existe una alta probabilidad de que el canal se determine

muy a menudo como ocupado, lo que significa que un dispositivo tendrá que esperar mucho tiempo para comenzar a competir por el canal.

En muchas situaciones prácticas puede ser innecesario esperar a que se determine que el canal está inactivo. Específicamente, en muchas situaciones puede ser posible acceder al canal y transmitir un paquete con éxito sin arruinar la transmisión detectada ya en curso si se usa un nivel de potencia de transmisión adecuado. Para obtener un rendimiento agregado alto cuando varias celdas se superponen e interfieren entre sí, un enfoque puede ser no transmitir a un nivel de potencia superior al necesario; lo que reduce la interferencia general y permite la transmisión concurrente.

El inventor se ha dado cuenta de que detectar el canal primero y comparar la potencia de la señal recibida con un umbral predeterminado puede no ser un buen enfoque para acceder al canal de una manera eficaz cuando la potencia de la señal interferente varía. En cambio, se puede utilizar el orden inverso. Específicamente, en lugar de seleccionar un valor de umbral de detección según un nivel de potencia de transmisión determinado, un nivel máximo de potencia de transmisión permitido puede basarse en el nivel de potencia de interferencia experimentado. Por consiguiente, el acceso al canal puede (en principio) asegurarse siempre mediante la aplicación de un nivel de potencia de transmisión suficientemente bajo. En la práctica, sin embargo, lo más probable es que haya un límite inferior para la potencia de transmisión, por debajo del cual el acceso al canal no tiene sentido. Cuando el nivel de interferencia es tan alto que el nivel máximo de potencia de transmisión permitido está por debajo de este límite inferior, simplemente no se puede acceder al canal de conformidad con algunas realizaciones.

Las realizaciones descritas y sus equivalentes pueden realizarse en *software* o *hardware* o una combinación de estos. Las realizaciones pueden realizarse mediante circuitería de uso general. Los ejemplos de circuitería de uso general incluyen procesadores de señales digitales (DSP), unidades de procesamiento central

(CPU), unidades de coprocesador, matrices de puertas programables (FPGA) y otro *hardware* programable. De forma alternativa o adicional, las realizaciones se pueden realizar mediante circuitería especializada, tales como circuitos integrados de aplicación específica (ASIC). La circuitería de uso general y/o la circuitería especializada pueden, por ejemplo, estar asociadas o comprendidas en un aparato tal como un dispositivo de comunicación inalámbrica o un nodo de red (p. ej., un punto de acceso; una estación base).

Las realizaciones pueden aparecer dentro de un aparato electrónico (tal como un dispositivo de comunicación inalámbrica o un nodo de red) que comprende disposiciones, circuitería y/o lógica según cualquiera de las realizaciones que se describen en el presente documento. De forma alternativa o adicional, un aparato electrónico (tal como un dispositivo de comunicación inalámbrica o un nodo de red) puede configurarse para realizar métodos según cualquiera de las realizaciones que se describen en el presente documento.

Según algunas realizaciones, un producto de programa informático comprende un medio legible por computadora tal como, por ejemplo, una memoria de bus serie universal (USB), una tarjeta extraíble, una unidad incorporada o una memoria de solo lectura (ROM). La Figura 5 ilustra un medio legible por computadora de ejemplo en forma de un disco compacto (CD) ROM 500. El medio legible por computadora tiene almacenado en el mismo un programa informático que comprende instrucciones del programa. El programa informático se puede cargar en un procesador de datos (PROC) 520, que puede, por ejemplo, estar comprendido en un dispositivo de comunicación inalámbrica o en un nodo de red 510. Cuando se carga en la unidad de procesamiento de datos, el programa informático puede almacenarse en una memoria (MEM) 530 asociada o comprendida en la unidad de procesamiento de datos. Según algunas realizaciones, el programa informático puede, cuando se carga y ejecuta en la unidad de procesamiento de datos, causar la realización de los pasos del método

según, por ejemplo, el método que se ilustra en la Figura 2 o que se describe de otro modo en el presente documento.

Con referencia a la Figura 6, de conformidad con una realización, un sistema de comunicación incluye la red de telecomunicación QQ410, tal como una red celular de tipo 3GPP, que comprende la red de acceso QQ411, tal como una red de acceso de radio, y la red central QQ414. La red de acceso QQ411 comprende una pluralidad de estaciones base QQ412a, QQ412b, QQ412c, tales como NB, eNB, gNB u otros tipos de puntos de acceso inalámbrico, cada uno de las cuales define un área de cobertura correspondiente QQ413a, QQ413b, QQ413c. Cada estación base QQ412a, QQ412b, QQ412c es conectable con la red central QQ414 sobre una conexión cableada o inalámbrica QQ415. Un primer UE QQ491 ubicado en el área de cobertura QQ413c se configura para conectarse de manera inalámbrica a, o para que sea localizado por, la estación base QQ412c correspondiente. Un segundo UE QQ492 en el área de cobertura QQ413a es conectable de manera inalámbrica con la estación base QQ412a correspondiente. Si bien en este ejemplo se ilustran una pluralidad de UE QQ491, QQ492, las realizaciones divulgadas son igualmente aplicables a una situación en la que un UE único está en el área de cobertura o donde un UE único se conecta a la estación base QQ412 correspondiente.

La red de telecomunicación QQ410 está conectada al equipo *host* QQ430, que puede estar incorporado en el *hardware* y/o *software* de un servidor independiente, un servidor implementado en la nube, un servidor distribuido o como recursos de procesamiento en una granja de servidores. El equipo *host* QQ430 puede estar bajo la propiedad o el control de un proveedor de servicios, o puede ser operado por el proveedor de servicios o en nombre de este. Las conexiones QQ421 y QQ422 entre la red de telecomunicación QQ410 y el equipo *host* QQ430 pueden extenderse directamente desde la red central QQ414 a un equipo *host* QQ430 o pueden navegar mediante una red intermedia opcional QQ420. La red intermedia QQ420 puede consistir en una red pública, privada o *host*, o una combinación de más de una de

estas; la red intermedia QQ420, si aplica, puede ser una red troncal o el Internet; en particular, la red intermedia QQ420 puede comprender dos o más subredes (no se muestran).

El sistema de comunicación de la Figura 6 en su conjunto permite la conectividad entre los UE conectados QQ491, QQ492 y el equipo *host* QQ430. La conectividad se puede describir como una conexión de libre transmisión (OTT) QQ450. El equipo *host* QQ430 y los UE conectados QQ491, QQ492 se configuran para comunicar datos y/o señalización mediante la conexión OTT QQ450, usando la red de acceso QQ411, la red central QQ414, cualquier red intermedia QQ420 y otra posible infraestructura (no se muestra) como intermediarios. La conexión OTT QQ450 puede ser transparente en el sentido de que los dispositivos de comunicación participantes, mediante los cuales pasa la conexión OTT QQ450, no tienen conocimiento del enrutamiento de las comunicaciones de enlace ascendente y descendente. Por ejemplo, la estación base QQ412 puede no estar informada o puede no requerir estar informada sobre el enrutamiento pasado de una comunicación de enlace descendente entrante con datos que se originan del equipo *host* QQ430 a enviar (p. ej., entregados) a un UE conectado QQ491. De manera similar, la estación base QQ412 no necesita conocer el enrutamiento futuro de una comunicación de enlace ascendente saliente que se origina desde el UE QQ491 hacia el equipo *host* QQ430.

Las implementaciones de ejemplo, de conformidad con una realización, del UE, la estación base y el equipo *host* analizados en los párrafos anteriores, se describirán ahora con referencia a la Figura 7. En el sistema de comunicación QQ500, el equipo *host* QQ510 comprende el *hardware* QQ515 que incluye una interfaz de comunicación QQ516 configurada para establecer y mantener una conexión cableada o inalámbrica con una interfaz de un dispositivo de comunicación diferente del sistema de comunicación QQ500. El equipo *host* QQ510 comprende además la circuitería de procesamiento QQ518, que puede tener capacidades de almacenamiento y/o

procesamiento. En particular, la circuitería de procesamiento QQ518 puede comprender uno o más procesadores programables, circuitos integrados específicos para la aplicación, matrices de puertas programables o combinaciones de estos (no se muestran) adaptados para ejecutar instrucciones. El equipo *host* QQ510 puede comprender además un *software* QQ511, que está almacenado en, o es accesible mediante, el equipo *host* QQ510 y ejecutable por la circuitería de procesamiento QQ518. El *software* QQ511 incluye una aplicación *host* QQ512. La aplicación *host* QQ512 puede funcionar para proporcionar un servicio a un usuario remoto, tal como UE QQ530, que se conecta a través de una conexión OTT QQ550, que termina en el UE QQ530 y el equipo *host* QQ510. Al proporcionar el servicio al usuario remoto, la aplicación *host* QQ512 puede proporcionar datos de usuario que se transmiten al usar la conexión OTT QQ550.

Además, el sistema de comunicación QQ500 incluye la estación de base QQ520 provista en un sistema de telecomunicación y que comprende un *hardware* QQ525 que le permite comunicarse con el equipo *host* QQ510 y con el UE QQ530. El *hardware* QQ525 puede incluir una interfaz de comunicación QQ526 para configurar y mantener una conexión cableada o inalámbrica con una interfaz de un dispositivo de comunicación diferente del sistema de comunicación QQ500, así como una interfaz de radio QQ527 para configurar y mantener al menos una conexión inalámbrica QQ570 con el UE QQ530 ubicado en un área de cobertura (no se muestra en la Figura 7) servida por la estación base QQ520. La interfaz de comunicación QQ526 se puede configurar para facilitar la conexión QQ560 al equipo *host* QQ510. La conexión QQ560 puede ser directa o puede pasar a través de una red central (no se muestra en la Figura 7) del sistema de telecomunicación y/o a través de una o más redes intermedias fuera del sistema de telecomunicación. En la realización que se exhibe, el *hardware* QQ525 de la estación base QQ520 además incluye la circuitería de procesamiento QQ528, la cual puede comprender uno o más procesadores programables, circuitos integrados de aplicación específica, matrices

de puertas programables o combinaciones de estos (no se muestran) adaptados para ejecutar instrucciones. La estación base QQ520 tiene además un *software* QQ521 almacenado internamente o accesible a través de una conexión externa.

El sistema de comunicación QQ500 además incluye el UE QQ530 al que ya se hizo referencia. Su *hardware* QQ535 puede incluir la interfaz de radio QQ537 configurada para configurar y mantener la conexión inalámbrica QQ570 con una estación base que brinda servicio a un área de cobertura en la que el UE QQ530 se encuentra ubicado en la actualidad. El *hardware* QQ535 del UE QQ530 además incluye circuitería de procesamiento QQ538, la cual puede comprender uno o más procesadores programables, circuitos integrados de aplicación específica, matrices de puertas programables o combinaciones de estos (no se muestran) adaptados para ejecutar instrucciones. Además, el UE QQ530 puede comprender un *software* QQ531, que está almacenado en, o es accesible mediante, el UE QQ530 y ejecutable por la circuitería de procesamiento QQ538. El *software* QQ531 incluye una aplicación de cliente QQ532. La aplicación de cliente QQ532 puede funcionar para proporcionar un servicio a un usuario humano o no humano a través del UE QQ530, con el soporte de equipo *host* QQ510. En el equipo *host* QQ510, una aplicación *host* en ejecución QQ512 puede comunicarse con la aplicación de cliente en ejecución QQ532 por medio de la conexión OTT QQ550 que termina en el UE QQ530, y el equipo *host* QQ510. Al proporcionar el servicio al usuario, la aplicación de cliente QQ532 puede recibir datos de solicitud desde la aplicación *host* QQ512 y proporcionar datos de usuario en respuesta a los datos de solicitud. La conexión OTT QQ550 puede transferir los datos de solicitud y los datos de usuario. La aplicación de cliente QQ532 puede interactuar con el usuario para generar los datos de usuario que proporciona.

Se observa que el equipo *host* QQ510, la estación base QQ520 y el UE QQ530 que se ilustran en la Figura 7 pueden ser parecidos o idénticos al equipo *host* QQ430, una de las estaciones base QQ412a, QQ412b, QQ412c y uno de los UE QQ491,

QQ492 de la Figura 6, respectivamente. Es decir, el funcionamiento interno de estas entidades puede ser el que se muestra en la Figura 7 e, independientemente, la topología de red circundante puede ser la de la Figura 6.

En la Figura 7, la conexión OTT QQ550 se ha dibujado de forma abstracta para ilustrar la comunicación entre el equipo *host* QQ510 y el UE QQ530, a través de la estación base QQ520, sin referencia explícita a cualquier dispositivo intermediario y el enrutamiento preciso de los mensajes mediante estos dispositivos. La infraestructura de la red puede determinar el enrutamiento, que puede estar configurado para ocultarse del UE QQ530, del proveedor de servicios que opera el equipo *host* QQ510 o de ambos. Si bien la conexión OTT QQ550 está activa, la infraestructura de la red puede además tomar decisiones mediante las cuales cambia dinámicamente el enrutamiento (p. ej., en función de la consideración del equilibrio de carga o la reconfiguración de la red).

La conexión inalámbrica QQ570 entre el UE QQ530 y la estación base QQ520 es de conformidad con las enseñanzas de las realizaciones que se describen a lo largo de esta divulgación. Una o más de las diversas realizaciones mejoran el rendimiento de los servicios OTT proporcionados al UE QQ530 usando la conexión OTT QQ550, donde la conexión inalámbrica QQ570 forma el último segmento. Más precisamente, las enseñanzas de estas realizaciones pueden mejorar la utilización de la capacidad del canal y, por lo tanto, proporcionar beneficios tales como un mejor rendimiento del sistema.

Se puede proporcionar un procedimiento de medición con el fin de controlar la velocidad de datos, la latencia y otros factores en los que mejoran una o más realizaciones. Además, podría haber una funcionalidad de red opcional para reconfigurar la conexión OTT QQ550 entre el equipo *host* QQ510 y el UE QQ530, en respuesta a las variaciones en los resultados de medición. El procedimiento de medición y/o la funcionalidad de red para reconfigurar la conexión OTT QQ550 se podría implementar en el *software* QQ511 y el *hardware* QQ515 del equipo

host QQ510 o en el *software* QQ531 y el *hardware* QQ535 del UE QQ530, o ambos. En realizaciones, los sensores (no se muestran) se podrían emplear en o en asociación con dispositivos de comunicación mediante los cuales atraviesa la conexión OTT QQ550, los sensores podrían participar en el procedimiento de medición al suministrar valores de las cantidades supervisadas que se ejemplifican arriba o al suministrar valores de otras cantidades físicas de las cuales el *software* QQ511, QQ531 podría computar o estimar las cantidades supervisadas. La reconfiguración de la conexión OTT QQ550 puede incluir un formato de mensaje, configuraciones de retransmisión, enrutamiento preferido, etc.; la reconfiguración no necesita afectar a la estación base QQ520, y puede ser desconocida o imperceptible para la estación base QQ520. Dichos procedimientos y funcionalidades pueden ser conocidos y practicados en la técnica. En determinadas realizaciones, las mediciones pueden involucrar mediciones del equipo *host* QQ510 que facilitan la señalización del UE de propiedad del rendimiento, tiempos de propagación, latencia y similares. Las mediciones pueden implementarse en el sentido de que el *software* QQ511 y QQ531 que genera la transmisión de mensajes, en particular mensajes vacíos “falsos”, mediante la conexión OTT QQ550 a la vez que monitorea los tiempos de propagación, errores, etc.

La Figura 8 es un diagrama de flujo que muestra un método que se implementa en un sistema de comunicación, de conformidad con una realización. El sistema de comunicación incluye un equipo *host*, una estación base y un UE, que pueden ser aquellos descritos con referencia a las Figuras 6 y 7. Para simplificar la presente divulgación, solo se incluirán en esta sección las referencias de los dibujos a la Figura 8. En el paso QQ610, el equipo *host* proporciona datos del usuario. En el subpaso QQ611 (que puede ser opcional) del paso QQ610, el equipo *host* proporciona los datos de usuario al ejecutar una aplicación *host*. En el paso QQ620, el equipo *host* inicia una transmisión que transporta los datos de usuario al UE. En el paso QQ630 (que puede ser opcional), la estación base transmite al UE los datos de

usuario que se transportaron en la transmisión que inició el equipo *host*, de conformidad con las enseñanzas de las realizaciones que se describen a lo largo de esta divulgación. En el paso QQ640 (que también puede ser opcional), el UE ejecuta una aplicación de cliente asociada con la aplicación *host* ejecutada por el equipo *host*.

La Figura 9 es un diagrama de flujo que muestra un método que se implementa en un sistema de comunicación, de conformidad con una realización. El sistema de comunicación incluye un equipo *host*, una estación base y un UE, que pueden ser aquellos descritos con referencia a las Figuras 6 y 7. Para simplificar la presente divulgación, solo se incluirán en esta sección las referencias de los dibujos a la Figura 9. En el paso QQ710 del método, el equipo *host* proporciona datos de usuario. En un subpaso opcional (no se muestra), el equipo *host* proporciona los datos de usuario ejecutando una aplicación *host*. En el paso QQ720, el equipo *host* inicia una transmisión que transporta los datos de usuario al UE. La transmisión puede pasar a través de la estación, de conformidad con las enseñanzas de las realizaciones descritas a lo largo de esta divulgación. En el paso QQ730 (que puede ser opcional), el UE recibe los datos de usuario transportados en la transmisión.

La Figura 10 es un diagrama de flujo que muestra un método que se implementa en un sistema de comunicación, de conformidad con una realización. El sistema de comunicación incluye un equipo *host*, una estación base y un UE, que pueden ser aquellos descritos con referencia a las Figuras 6 y 7. Para simplificar la presente divulgación, solo se incluirán en esta sección las referencias de los dibujos a la Figura 10. En el paso QQ810 (que puede ser opcional), el UE recibe datos de entrada proporcionados por el equipo *host*. De manera adicional o alternativa, en el paso QQ820, el UE proporciona datos de usuario. En el subpaso QQ821 (que puede ser opcional) del paso QQ820, el UE proporciona los datos de usuario al ejecutar una aplicación de cliente. En el subpaso QQ811 (que puede ser opcional) del paso QQ810, el UE ejecuta una aplicación de cliente que proporciona los datos de usuario en reacción a los datos de entrada recibidos proporcionados por el equipo

host. Al proporcionar los datos de usuario, la aplicación de cliente ejecutada puede considerar además la entrada de usuario recibida del usuario. Independientemente de la forma específica en que se proporcionaron los datos de usuario, el UE inicia, en el subpaso QQ830 (que puede ser opcional), la transmisión de los datos de usuario al equipo *host*. En el paso QQ840 del método, el equipo *host* recibe los datos de usuario transmitidos desde el UE, de conformidad con las enseñanzas de las realizaciones que se describen a lo largo de esta divulgación.

La Figura 11 es un diagrama de flujo que muestra un método que se implementa en un sistema de comunicación, de conformidad con una realización. El sistema de comunicación incluye un equipo *host*, una estación base y un UE, que pueden ser aquellos descritos con referencia a las Figuras 6 y 7. Para simplificar la presente divulgación, solo se incluirán en esta sección las referencias de los dibujos a la Figura 11. En el paso QQ910 (que puede ser opcional), de conformidad con las enseñanzas de las realizaciones que se describen a lo largo de esta divulgación, la estación base recibe datos de usuario del UE. En el paso QQ920 (que puede ser opcional), la estación base inicia una transmisión de los datos de usuario recibidos hacia el equipo *host*. En el paso QQ930 (que puede ser opcional), el equipo *host* recibe los datos de usuario transportados en la transmisión iniciada por la estación base.

En general, todos los términos utilizados en el presente documento deben interpretarse según su significado común en el campo de la técnica relevante, a menos que se proporcione un significado claramente diferente y/o que esté implícito en el contexto en el que se utiliza.

En el presente documento, se ha hecho referencia a diversas realizaciones. Sin embargo, un experto en la materia reconocería numerosas variaciones de las realizaciones descritas que aún estarían dentro del alcance de las reivindicaciones.

Por ejemplo, las realizaciones del método que se describen en el presente documento divulgan métodos de ejemplo a través de pasos que se realizan en un

cierto orden. Sin embargo, se reconoce que estas secuencias de eventos pueden tener lugar en otro orden sin apartarse del alcance de las reivindicaciones. Además, algunos pasos del método pueden realizarse en paralelo, aunque se hayan descrito como realizados en secuencia. Los pasos de cualquiera de los métodos que se divulgan en el presente documento no deben realizarse en el orden exacto que se describe, a menos que un paso se describa explícitamente como siguiente o anterior a otro paso y/o en los casos en los que esté implícito que un paso debe seguir o preceder a otro paso.

De la misma manera, debe observarse que, en la descripción de las realizaciones, la partición de bloques funcionales en unidades particulares no se pretende en modo alguno como limitante. Por el contrario, estas particiones son solo ejemplos. Los bloques funcionales que se describen en el presente documento como una unidad pueden dividirse en dos o más unidades. Además, los bloques funcionales que se describen en el presente documento como implementados como dos o más unidades pueden fusionarse en menos (p. ej., una sola) unidades.

Cualquier característica de cualquiera de las realizaciones que se describen en el presente documento puede aplicarse a cualquier otra realización, siempre que sea adecuado. Del mismo modo, cualquier ventaja de cualquiera de las realizaciones puede aplicarse a cualquier otra realización, y viceversa.

Por lo tanto, se debe entender que los detalles de las realizaciones descritas son simplemente ejemplos con fines ilustrativos, y que todas las variaciones que entran dentro del alcance de las reivindicaciones deben incluirse en estas.

REALIZACIONES DE EJEMPLO

Realizaciones del Grupo A

A1. Un método para el control de la potencia de transmisión realizado por un dispositivo inalámbrico configurado para funcionar de conformidad con un procedimiento de escuchar antes de hablar, LBT; el método comprende, para una próxima transmisión:

la realización (220) de la detección de canal para la determinación de un nivel de interferencia experimentado por el nodo de comunicación inalámbrica;

la determinación (230) de un nivel máximo de potencia de transmisión para la próxima transmisión en respuesta al nivel de interferencia determinado; y

la selección (240) de al menos una velocidad de codificación y una modulación, que se utilizarán para la próxima transmisión, en respuesta al nivel máximo de potencia de transmisión determinado.

A2. El método de cualquiera de las realizaciones anteriores del Grupo A, que además comprende:

proporcionar los datos de usuario; y

reenviar los datos del usuario a un equipo *host* a través de la transmisión a la estación base.

Realizaciones del Grupo B

B1. Un método para el control de la potencia de transmisión realizado por una estación base; el método comprende, para una próxima transmisión:

la realización (220) de la detección de canal para la determinación de un nivel de interferencia experimentado por el nodo de comunicación inalámbrica;

la determinación (230) de un nivel máximo de potencia de transmisión para la próxima transmisión en respuesta al nivel de interferencia determinado; y

la selección (240) de al menos una velocidad de codificación y una modulación, que se utilizarán para la próxima transmisión, en respuesta al nivel máximo de potencia de transmisión determinado.

B2. El método de cualquiera de las realizaciones anteriores del Grupo B, que además comprende:

obtener los datos de usuario; y

reenviar los datos de usuario a un equipo *host* o a un dispositivo inalámbrico.

Realizaciones del Grupo C

C1. Un dispositivo inalámbrico para el control de la potencia de transmisión; el dispositivo inalámbrico comprende:

circuitería procesamiento configurados para realizar cualquiera de los pasos de cualquiera de las realizaciones del Grupo A; y

circuitería de suministro de energía configurados para suministrar energía al dispositivo inalámbrico.

C2. Una estación base para el control de la potencia de transmisión; la estación base comprende:

circuitería procesamiento configurados para realizar cualquiera de los pasos de cualquiera de las realizaciones del Grupo B; y

circuitería de suministro de energía configurado para suministrar energía a la estación base.

C3. Un equipo de usuario (UE) para el control de la potencia de transmisión; el UE comprende:

Una antena configurada para enviar y recibir señales inalámbricas;

circuitería de interfaz de usuario de radio conectados a la antena y a los circuitos de procesamiento, y configurados para condicionar señales comunicadas entre la antena y la circuitería de procesamiento;

la circuitería de procesamiento configurados para realizar cualquiera de los pasos de cualquiera de las realizaciones del Grupo A;

una interfaz de entrada conectada a la circuitería procesamiento y configurada para permitir la entrada de información al UE para que sea procesada por circuitería de procesamiento;

una interfaz de salida conectada a la circuitería de procesamiento y configurada para permitir la salida de información del UE que ha sido procesada por la circuitería de procesamiento; y

una batería conectada a la circuitería de procesamiento y configurada para que suministre energía al UE.

Realizaciones del Grupo D

D1. Un sistema de comunicación que incluye un equipo *host* que comprende:

circuitería de procesamiento configurados para proporcionar datos de usuario; y

una interfaz de comunicación configurada para enviar los datos de usuario a una red celular para su transmisión a un equipo de usuario (UE),

donde la red celular comprende una estación base que tiene una interfaz de radio y circuitería de procesamiento, y la circuitería de procesamiento de la estación base está configurada para realizar cualquiera de los pasos que se describen para las realizaciones del Grupo B.

D2. El sistema de comunicación de la realización D1 que incluye además la estación base.

D3. El sistema de comunicación de cualquiera de las realizaciones D1 a D2, que incluye además el UE, donde el UE está configurado para comunicarse con la estación base.

D4. El sistema de comunicación de cualquiera de las realizaciones D1 a D3, donde:

la circuitería de procesamiento del equipo *host* está configurada para ejecutar una aplicación *host*, y proporcionar así los datos de usuario; y

el UE comprende circuitería de procesamiento configurados para ejecutar una aplicación de cliente asociada con la aplicación *host*.

D5. Un método implementado en un sistema de comunicación que incluye un equipo *host*, una estación base y un equipo de usuario (UE); el método comprende:

en el equipo *host*, proporcionar los datos de usuario; y

en el equipo *host*, el inicio de una transmisión que lleva los datos de usuario al UE a través de una red celular que comprende la estación base, donde la estación base realiza cualquiera de los pasos que se describen para las realizaciones del Grupo B.

D6. El método de la realización D5, que comprende, además, en la estación base, la transmisión de los datos de usuario.

D7. El método de cualquiera de las realizaciones D5 a D6, donde los datos de usuario se proporcionan en el equipo *host* mediante la ejecución de la aplicación *host*. Además, el método comprende, en el UE, la ejecución de la aplicación de cliente asociada con la aplicación *host*.

D8. Un equipo de usuario (UE) configurado para comunicarse con una estación base, el UE comprende una interfaz de radio y circuitería de procesamiento configurada para realizar el método de cualquiera de las realizaciones D5 a D7.

D9. Un sistema de comunicación que incluye un equipo *host* que comprende:

circuitería de procesamiento configurados para proporcionar datos de usuario; y

una interfaz de comunicación configurada para enviar los datos de usuario a una red celular para su transmisión a un equipo de usuario (UE),

donde el UE comprende una interfaz de radio y circuitería de procesamiento, los componentes del UE están configurados para realizar cualquiera de los pasos que se describen para las realizaciones del Grupo A.

D10. El sistema de comunicación de la realización D9, donde la red celular incluye además una estación base configurada para comunicarse con el UE.

D11. El sistema de comunicación de cualquiera de las realizaciones D9 a D10, donde:

la circuitería de procesamiento del equipo *host* está configurada para ejecutar una aplicación *host*, y proporcionar así los datos de usuario; y

la circuitería de procesamiento del UE está configurada para ejecutar una aplicación de cliente asociada con la aplicación *host*.

D12. Un método implementado en un sistema de comunicación que incluye un equipo *host*, una estación base y un equipo de usuario (UE); el método comprende:

en el equipo *host*, proporcionar los datos de usuario; y

en el equipo *host*, el inicio de una transmisión que lleva los datos de usuario al UE a través de una red celular que comprende la estación base, donde el UE realiza cualquiera de los pasos que se describen para las realizaciones del Grupo A.

D13. El método de la realización D12, que comprende, además, en el UE, la recepción de los datos de usuario de la estación base.

D14. Un sistema de comunicación que incluye un equipo *host* que comprende:

una interfaz de comunicación configurada para recibir los datos de usuario procedentes de una transmisión de un equipo de usuario (UE) a una estación base,

donde el UE comprende una interfaz de radio y circuitería de procesamiento, la circuitería de procesamiento del UE está configurada para realizar cualquiera de los pasos que se describen para las realizaciones del Grupo A.

D15. El sistema de comunicación de la realización D14, que incluye además el UE.

D16. El sistema de comunicación de cualquiera de las realizaciones D14 a D15, que incluye además la estación base, donde la estación base comprende una interfaz de radio configurada para comunicarse con el UE y una interfaz de comunicación configurada para enviarle al equipo *host* los datos del usuario transmitidos a través de una transmisión del UE hacia la estación base.

D17. El sistema de comunicación de cualquiera de las realizaciones D14 a D16, donde:

la circuitería de procesamiento del equipo *host* está configurada para ejecutar una aplicación *host*; y

la circuitería de procesamiento del UE está configurada para ejecutar una aplicación de cliente asociada con la aplicación *host*, y proporcionar así los datos de usuario.

D18. El sistema de comunicación de cualquiera de las realizaciones D14 a D17, donde:

la circuitería de procesamiento del equipo *host* está configurada para ejecutar una aplicación *host*, y proporcionar así los datos de solicitud; y

la circuitería de procesamiento del UE está configurada para ejecutar una aplicación de cliente asociada con la aplicación *host*, y proporcionar así los datos de usuario en respuesta a los datos de solicitud.

D19. Un método implementado en un sistema de comunicación que incluye un equipo *host*, una estación base y un equipo de usuario (UE); el método comprende:

en el equipo *host*, la recepción de los datos de usuario transmitidos a la estación base desde el UE, donde el UE realiza cualquiera de los pasos que se describen para las realizaciones del Grupo A.

D20. El método de la realización D19, que comprende, además, en el UE, el suministro de los datos de usuario a la estación base.

D21. El método de cualquiera de las realizaciones D19 a D20, que comprende, además:

en el UE, ejecutar una aplicación de cliente, y proporcionar así los datos de usuario que se van a transmitir; y

en el equipo *host*, ejecutar una aplicación *host* asociada con la aplicación de cliente.

D22. El método de cualquiera de las realizaciones D19 a D21, que comprende, además:

en el UE, ejecutar una aplicación de cliente; y

en el UE, recibir datos de entrada para la aplicación de cliente, donde los datos de entrada se proporcionan en el equipo *host* cuando se ejecuta una aplicación *host* asociada con la aplicación de cliente.

donde la aplicación de cliente proporciona los datos de usuario que deben transmitirse en respuesta a los datos de entrada.

D23. Un equipo de usuario (UE) configurado para comunicarse con una estación base, el UE comprende una interfaz de radio y circuitería de procesamiento configurada para realizar el método de cualquiera de las realizaciones D19 a D22.

D24. Un sistema de comunicación, incluido un equipo *host*, que comprende una interfaz de comunicación configurada para recibir datos de usuario que se originan desde una transmisión proveniente de un equipo de usuario (UE) hacia una estación base, donde la estación base comprende una interfaz de radio y circuitería de procesamiento donde la circuitería de

procesamiento de la estación base está configurada para llevar a cabo cualquiera de los pasos que se describen para las realizaciones del Grupo B.

D25. El sistema de comunicación de la realización D24 que incluye además la estación base.

D26. El sistema de comunicación de cualquiera de las realizaciones D24 a D25, que incluye además el UE, donde el UE está configurado para comunicarse con la estación base.

D27. El sistema de comunicación de cualquiera de las realizaciones D24 a D25, donde:

la circuitería de procesamiento del equipo *host* está configurada para ejecutar una aplicación *host*;

el UE está configurado para ejecutar una aplicación de cliente asociada a la aplicación *host*, y proporcionar así los datos del usuario que serán recibidos por el equipo *host*.

D28. Un método implementado en un sistema de comunicación que incluye un equipo *host*, una estación base y un equipo de usuario (UE); el método comprende:

en el equipo *host*, la recepción, desde la estación base, de los datos de usuario procedentes de una transmisión que la estación base ha recibido del UE, donde la estación base realiza cualquiera de los pasos que se describen para las realizaciones del Grupo A.

D29. El método de la realización D28, que comprende, además, en la estación base, la recepción de los datos de usuario del UE.

D30. El método de cualquiera de las realizaciones D28 a D29, que comprende además en la estación base, el inicio de una transmisión de los datos de usuario recibidos al equipo *host*.

D31. Un método implementado en un sistema de comunicación que incluye un equipo *host*, una estación base y un equipo de usuario (UE); el método comprende:

en el equipo *host*, la recepción, desde la estación base, de los datos de usuario procedentes de una transmisión que la estación base ha recibido del UE, donde la estación base realiza cualquiera de los pasos que se describen para las realizaciones del Grupo B.

D32. El método de la realización D31, que comprende, además, en la estación base, la recepción de los datos de usuario del UE.

D33. El método de cualquiera de las realizaciones D31 a D32, que comprende además en la estación base, el inicio de una transmisión de los datos del usuario recibidos al equipo *host*.