

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 933 044**

51 Int. Cl.:

H04W 74/08

(2009.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **12.07.2017** **PCT/EP2017/067627**

87 Fecha y número de publicación internacional: **18.01.2018** **WO18011310**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.07.2017** **E 17751029 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **30.11.2022** **EP 3485692**

54 Título: **Restauración de imparcialidad en una red 802.11 que implementa unidades de recurso**

30 Prioridad:

13.07.2016 GB 201612151

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

31.01.2023

73 Titular/es:

CANON KABUSHIKI KAISHA (100.0%)
30-2 Shimomaruko 3-chome, Ohta-ku
Tokyo 146-8501, JP

72 Inventor/es:

BARON, STÉPHANE;
VIGER, PASCAL y
NEZOU, PATRICE

74 Agente/Representante:

DURAN-CORRETJER, S.L.P

ES 2 933 044 T3

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

DESCRIPCIÓN

Restauración de imparcialidad en una red 802.11 que implementa unidades de recurso

5 SECTOR TÉCNICO DE LA INVENCION

La presente invención se refiere, en general, a redes de comunicación y, más específicamente, a redes de comunicación que ofrecen accesos al canal a nodos a través de contienda y proporcionan accesos secundarios a los nodos a subcanales (o unidades de recurso) dividiendo una oportunidad de transmisión, TXOP, concedida a un punto de acceso, con el fin de transmitir datos.

La invención encuentra aplicación en redes de comunicación inalámbrica, en particular en redes 802.11ax, ofreciendo a los nodos un acceso a un canal compuesto 802.11ax y/o a unidades de recurso de OFDMA que forman, por ejemplo, un canal compuesto 802.11ax concedido al punto de acceso, y permitiendo que se lleve a cabo una comunicación de enlace ascendente.

ESTADO DE LA TÉCNICA ANTERIOR

El estándar de MAC IEEE 802.11 define la forma en la que las redes de área local inalámbricas (WLAN) deben funcionar en el nivel físico y de control de acceso al medio (Medium Access Control, MAC). Habitualmente, el modo de funcionamiento de MAC (control de acceso al medio) de 802.11 implementa la bien conocida función de coordinación distribuida (Distributed Coordination Function, DCF), que se basa en un mecanismo basado en contienda basado en la denominada técnica de "acceso múltiple por detección de portadora con prevención de colisiones (CSMA/CA).

El estándar del protocolo de acceso al medio 802.11 o su modo de funcionamiento está dirigido principalmente a la gestión de nodos de comunicación que esperan a que el medio inalámbrico esté inactivo para intentar acceder al medio inalámbrico.

El modo de funcionamiento de red definido por el estándar IEEE 802.11ac proporciona un rendimiento muy alto (Very High Throughput, VHT) mediante, entre otros medios, el desplazamiento desde la banda de 2,4 GHz, que se considera altamente susceptible a la interferencia, a la banda de 5 GHz, permitiendo así utilizar canales contiguos en frecuencia más anchos de 80 MHz, dos de los cuales se pueden combinar, opcionalmente, para obtener un canal de 160 MHz como la banda de funcionamiento de la red inalámbrica.

El estándar 802.11ac también adapta las tramas de control, tales como las tramas de solicitud de envío (Request-To-Send, RTS) y libre para envío (Clear-To-Send, CTS) para permitir canales compuestos de anchos de banda variables y predefinidos de 20, 40 u 80 MHz, estando formados los canales compuestos por uno o varios canales de comunicación que son contiguos dentro de la banda de funcionamiento. El canal compuesto de 160 MHz es posible mediante la combinación de dos canales compuestos de 80 MHz dentro de la banda de funcionamiento de 160 MHz. Las tramas de control especifican el ancho de canal (ancho de banda) para el canal compuesto objetivo.

Por lo tanto, un canal compuesto está formado por un canal principal en el que un nodo determinado lleva a cabo el procedimiento de contención EDCA para acceder al medio, y, como mínimo, un canal secundario de, por ejemplo, 20 MHz cada uno.

EDCA (Enhanced Distributed Channel Access, acceso al canal distribuido mejorado) define categorías de tráfico y cuatro categorías de acceso correspondientes que hacen posible tratar de forma diferente el tráfico de alta prioridad en comparación con el tráfico de baja prioridad.

La implementación de EDCA en los nodos se puede realizar utilizando una pluralidad de colas de tráfico para servir tráfico de datos a diferentes prioridades, a las cuales se asocia una pluralidad respectiva de motores de contención de cola. Los motores de contención de cola se configuran para utilizar parámetros de contienda de cola, incluyendo valores de contención de cola respectivos, para competir por el acceso a un canal compuesto, con el fin de transmitir los datos almacenados en las colas de tráfico asociadas.

Por tanto, gracias al procedimiento de contención EDCA, el nodo puede acceder a la red de comunicación utilizando el mecanismo de acceso de tipo de contienda basándose en los parámetros de contención de cola, habitualmente basándose en un contador o valor de contención de cola calculado.

Los nodos de comunicación utilizan el canal principal para detectar si el canal está o no inactivo, y el canal principal se puede ampliar utilizando el canal o canales secundarios para formar un canal compuesto. El canal principal también se puede utilizar solo.

Dado un desglose en árbol de la banda de funcionamiento en canales elementales de 20 MHz, algunos canales

secundarios se denominan canales terciarios o cuaternarios.

En 802.11ac, todas las transmisiones y, por tanto, los posibles canales compuestos, incluyen el canal principal. Esto se debe a que los nodos llevan a cabo el seguimiento completo del acceso múltiple por detección de portadora/prevenición de colisiones (CSMA/CA) y del vector de asignación de red (Network Allocation Vector, NAV) solo en el canal principal. Los otros canales se asignan como canales secundarios, en los cuales los nodos solo tienen capacidad de CCA (evaluación de canal libre), es decir, detección de un estado inactivo u ocupado de dicho canal secundario.

Un problema con la utilización de canales compuestos tal como se definen en el estándar 802.11n u 802.11ac (u 802.11ax) es que los nodos compatibles con una utilización de canales compuestos (es decir, nodos que cumplen los estándares 802.11n y 802.11ac o "nodos HT", que significa nodos de alto rendimiento) tienen que coexistir con nodos heredados que no son capaces de utilizar canales compuestos, sino que se basan solo en canales de 20 MHz convencionales (es decir, nodos no HT que cumplen solo, por ejemplo, los estándares 802.11a/b/g); existen dentro de la misma red inalámbrica y, por tanto, tienen que compartir los mismos canales de 20 MHz.

Para hacer frente a este problema, los estándares 802.11n, 802.11ac y 802.11ax proporcionan la posibilidad de duplicar las tramas de control (por ejemplo, tramas RTS/CTS o CTS a uno mismo (CTS-to-Self), o ACK para acusar recibo de la recepción correcta o errónea de los datos enviados) sobre cada canal de 20 MHz en un formato heredado 802.11a (denominado "no HT") para establecer la protección de la TXOP requerida sobre todo el canal compuesto.

Esto es para que cualquier nodo 802.11a heredado que utilice cualquiera de los canales de 20 MHz implicados en el canal compuesto tenga en cuenta las comunicaciones en curso en el canal de 20 MHz. Como resultado, se evita que el nodo heredado inicie una nueva transmisión hasta el final de la TXOP del canal compuesto actual concedida a un nodo 802.11n/ac/ax.

Como se proponía originalmente en 802.11n, se proporciona una duplicación de la transmisión 802.11a convencional o "no HT" para permitir enviar las dos tramas de control no HT de 20 MHz idénticas simultáneamente en los canales principal y secundarios que forman el canal compuesto utilizado.

Este enfoque se ha extendido a 802.11ac para permitir la duplicación sobre los canales que forman un canal compuesto de 80 MHz o 160 MHz. En el resto del presente documento, la "trama no HT duplicada" o "la trama de control no HT duplicada" o la "trama de control duplicada" significa que el dispositivo de nodo duplica la transmisión convencional o "no HT" de una trama de control determinada sobre el(los) canal(es) secundario(s) de 20 MHz de la banda de funcionamiento (40 MHz, 80 MHz o 160 MHz).

En la práctica, para solicitar un canal compuesto (mayor o igual que 40 MHz) para una nueva TXOP, un nodo 802.11n/ac lleva a cabo un procedimiento de contención EDCA en el canal de 20 MHz principal, como se menciona anteriormente. En paralelo, lleva a cabo un mecanismo de detección de canal, tal como la detección de la señal de evaluación de canal libre (CCA), en los canales secundarios para detectar el canal o canales secundarios que están inactivos (el estado del canal es inactivo) durante un intervalo PIFS antes del comienzo de la nueva TXOP (es decir, antes de que venza cualquier contador de contención de cola).

Más recientemente, el Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (Institute of Electrical and Electronics Engineers, IEEE) aprobó oficialmente el grupo de trabajo de 802.11ax, como el sucesor de 802.11ac. El objetivo principal del grupo de trabajo de 802.11ax consiste en buscar una mejora de la velocidad de datos para dispositivos de comunicación inalámbrica utilizados en escenarios de despliegue denso.

Los desarrollos recientes del estándar 802.11ax buscaban optimizar la utilización del canal compuesto por múltiples nodos en una red inalámbrica que tiene un punto de acceso (Access Point, AP). De hecho, los contenidos habituales tienen cantidades importantes de datos relacionados, por ejemplo, con contenido audiovisual de alta definición en tiempo real e interactivo. Asimismo, es bien conocido que el rendimiento del protocolo CSMA/CA utilizado en el estándar IEEE 802.11 se deteriora rápidamente a medida que aumenta el número de nodos y la cantidad de tráfico, es decir, en escenarios de WLAN densa.

En este contexto, se ha considerado que la transmisión multiusuario (MU) permita múltiples transmisiones simultáneas a/desde diferentes usuarios en las direcciones del enlace descendente (DL) y del enlace ascendente (UL) durante una oportunidad de transmisión concedida al AP. En el enlace ascendente, las transmisiones multiusuario se pueden utilizar para mitigar la probabilidad de colisión permitiendo que múltiples nodos transmitan simultáneamente.

Para llevar a cabo realmente dicha transmisión multiusuario, se ha propuesto dividir un canal concedido en subcanales, también denominados unidades de recurso (RU), que son compartidos en el dominio de la frecuencia por múltiples usuarios, basándose, por ejemplo, en una técnica de acceso múltiple por división ortogonal de frecuencia (Orthogonal Frequency Division Multiple Access, OFDMA). Cada RU se puede definir mediante un cierto

número de tonos, conteniendo el canal de 80 MHz hasta 996 tonos utilizables.

OFDMA es una variación multiusuario de OFDM, que se ha convertido en una nueva tecnología clave para mejorar la eficiencia en redes inalámbricas avanzadas basadas en infraestructura. Combina OFDM en la capa física con acceso múltiple por división de frecuencia (Frequency Division Multiple Access, FDMA) en la capa MAC, permitiendo asignar diferentes subportadoras a diferentes nodos con el fin de aumentar la concurrencia.

Las subportadoras adyacentes a menudo experimentan condiciones del canal similares y, por tanto, se agrupan en subcanales: un subcanal o RU de OFDMA es, por tanto, un conjunto de subportadoras.

Como se concibe actualmente, la granularidad de dichos subcanales de OFDMA es más fina que la de la banda del canal de 20 MHz original. Habitualmente, un subcanal de 2 MHz o 5 MHz se puede contemplar como un ancho mínimo, definiendo así, por ejemplo, 9 subcanales o unidades de recurso dentro de un único canal de 20 MHz.

La característica multiusuario de OFDMA permite que el AP asigne diferentes RU a diferentes nodos con el fin de aumentar la competencia. Esto puede ayudar a reducir la contienda y las colisiones de las redes 802.11.

Al contrario que en el OFDMA de enlace descendente, en el que el AP puede enviar directamente múltiples datos a múltiples estaciones (soportado mediante indicaciones concretas dentro de la cabecera PLCP), se ha adoptado un mecanismo de activación para que el AP active las comunicaciones de enlace ascendente de varios nodos.

Para soportar un enlace ascendente multiusuario, es decir, la transmisión de enlace ascendente al punto de acceso (AP) de 802.11ax durante una TXOP priorizada, el AP de 802.11ax tiene que proporcionar información de señalización para que los nodos heredados (nodos no 802.11ax) establezcan sus NAV y para que los nodos 802.11ax determinen la asignación de las unidades de recurso, RU, proporcionadas por el AP.

Se ha propuesto que el AP envíe una trama de activación (Trigger Frame, TF) a los nodos 802.11ax para activar las comunicaciones de enlace ascendente.

El documento IEEE 802.11-15/0365 propone que el AP envíe una trama de activación (TF) para solicitar la transmisión de PPDU (OFDMA) multiusuario de enlace ascendente (UL) desde múltiples nodos. La TF define las unidades de recurso proporcionadas por el AP a los nodos. En respuesta, los nodos transmiten PPDU (OFDMA) MU de UL como respuestas inmediatas a la trama de activación. Todos los transmisores pueden enviar datos al mismo tiempo, pero utilizando conjuntos disjuntos de RU (es decir, de frecuencias en el esquema OFDMA), dando lugar a transmisiones con menos interferencia.

El ancho de banda o ancho del canal compuesto objetivo se señala en la trama TF, lo que significa que se añade el valor de 20, 40, 80 o 160 MHz. La trama TF se envía sobre el canal de 20 MHz principal y se duplica (replica) en cada uno del resto de canales de 20 MHz que forman el canal compuesto objetivo, si corresponde. Tal como se ha descrito anteriormente para la duplicación de las tramas de control, se espera que cada nodo heredado cercano (nodos no HT o 802.11ac) que reciba la TF en su canal principal, ajuste entonces su NAV al valor especificado en la trama TF en orden. Esto evita que estos nodos heredados accedan a los canales del canal compuesto objetivo durante la TXOP.

Se puede reservar una unidad de recurso, RU, para un nodo concreto, en cuyo caso el AP indica, en la TF, el nodo para el que está reservada la RU. Dicha RU se denomina RU planificada. El nodo indicado no necesita llevar a cabo la contienda para acceder a una RU planificada reservada al mismo.

Con el fin de mejorar más la eficiencia del sistema con respecto al tráfico sin gestionar para el AP (por ejemplo, tramas de gestión de enlace ascendente procedentes de nodos asociados, nodos no asociados que pretenden alcanzar un AP o sencillamente tráfico de datos sin gestionar), el AP puede proponer las unidades de recurso a los nodos 802.11ax a través de un acceso basado en contienda. En otras palabras, más de un nodo (del grupo de nodos registrados con el AP) puede acceder aleatoriamente a la unidad de recurso, RU. Dicha RU se denomina RU aleatoria, y se indica como tal en la TF. Las RU aleatorias pueden servir como una base para la contienda entre nodos que desean acceder al medio de comunicación para enviar datos.

Un procedimiento de selección de recursos aleatorios ejemplar se define en el documento IEEE 802.11-15/1105. Según este procedimiento, cada nodo 802.11ax mantiene un motor de contención dedicado, denominado a continuación motor de contención de OFDMA o RU (unidad de recurso), que utiliza parámetros de contienda de RU, incluyendo un valor de contención de RU, para competir por el acceso a una de las RU aleatorias. Una vez que su valor de contención de OFDMA o RU alcanza el cero (por ejemplo, se decrementa en cada nueva trama TF-R en el número de RU aleatorias definidas en el mismo), un nodo se convierte en elegible para el acceso a la RU y, por tanto, selecciona aleatoriamente una RU de entre todas las RU aleatorias definidas en la trama de activación recibida. A continuación, utiliza la RU seleccionada para transmitir datos de por lo menos una de las colas de tráfico.

Como resulta muy evidente a partir de lo anterior, el esquema de acceso al medio multiusuario de enlace

ascendente (o esquema de acceso de OFDMA o RU) permite que el número de colisiones generadas por intentos de acceso al medio simultáneos se reduzca, reduciendo al mismo tiempo la sobrecarga debida al acceso al medio, ya que el coste de acceso al medio se comparte entre varios nodos. Por tanto, el esquema de acceso de OFDMA o RU parece ser bastante más eficiente (con respecto al uso del medio) que el esquema de acceso al medio basado en contienda de EDCA convencional (en el contexto de una celda 802.11 de alta densidad).

Aunque el esquema de acceso de OFDMA o RU parece más eficiente, el esquema de acceso de EDCA también debe sobrevivir y, por tanto, coexistir con el esquema de acceso de OFDMA o RU.

Esto se debe, por ejemplo, a la existencia de nodos 802.11 heredados que no conocen el esquema de acceso de OFDMA o RU.

También es incluso más necesario que los nodos 802.11ax también deberían tener la oportunidad de obtener acceso al medio a través del acceso al medio basado en contienda de EDCA convencional, por ejemplo, para enviar datos a otro nodo (es decir, para tráfico diferente del tráfico de enlace ascendente para el AP). Por tanto, los dos esquemas de acceso al medio, los esquemas de acceso de EDCA y OFDMA/RU, tienen que coexistir.

Esta coexistencia tiene aspectos negativos.

Por ejemplo, los nodos 802.11ax y los nodos heredados tienen la misma probabilidad de acceso al medio utilizando el esquema de acceso de EDCA. Sin embargo, los nodos 802.11ax tienen oportunidades de acceso al medio adicionales utilizando el esquema de acceso de enlace ascendente multiusuario o de OFDMA o RU.

Esto da lugar a que el acceso al medio no sea completamente imparcial entre los nodos 802.11ax y los nodos heredados.

Se conoce a partir de la contribución de Khorov n.º 16/684r2 a IEEE 802.11 (marca comercial registrada) la utilización de otro conjunto de parámetros de EDCA para aquellas estaciones o nodos a los que se les concedan RU planificadas en las tramas de activación. Aumentando el límite inferior de la ventana de contienda CW_{min} y AIFSN, el punto de acceso puede limitar la utilización de EDCA por estas estaciones, y, por tanto, reducir la contienda.

El documento de WOOJIN AHN (YONSEI UNIV): "Congestion control for UL MU random access", BORRADOR DEL IEEE, da a conocer otro ejemplo de la técnica anterior.

El documento de Dmitriy Kuptsov *et al.*: "How penalty leads to improvement: A measurement study of wireless backoff in IEEE 802.11 networks" da a conocer un ejemplo de la técnica anterior.

El documento de Patente WO 2015/066175 A1 da a conocer un ejemplo de la técnica anterior.

CARACTERÍSTICAS DE LA INVENCION

Un objetivo amplio de la presente invención es dar a conocer procedimientos y dispositivos de comunicación mejorados y más imparciales en una red de comunicación. La red de comunicación incluye una pluralidad de nodos y un punto de acceso en el que se han registrado algunos nodos (por ejemplo, nodos 802.11ax), compartiendo todos los nodos (incluyendo nodos 802.11ax y heredados) el medio físico de la red de comunicación.

La presente invención se ha ideado para superar una o varias de las limitaciones anteriores, en particular para dar a conocer procedimientos de comunicación que ofrezcan un acceso imparcial tanto a nodos heredados (que no implementan el segundo esquema de acceso) como a nodos mejorados (por ejemplo, nodos 802.11ax, que implementan el segundo esquema de acceso).

La presente invención también puede favorecer, opcionalmente, la utilización del segundo esquema de acceso más eficiente (esquema de acceso de enlace ascendente MU u OFDMA o de RU en 802.11ax) para mejorar la eficiencia de la celda 802.11 al mismo tiempo que se mantiene un buen nivel de imparcialidad con respecto a los nodos heredados. Esto puede dar lugar a tener una utilización más eficiente del ancho de banda de red (de las RU) con riesgos limitados de colisiones.

La invención se puede aplicar a cualquier red de comunicación, por ejemplo, una red inalámbrica, en la que las unidades de recurso, ya sean RU aleatorias o RU planificadas o ambas, se proporcionan para enlace ascendente MU al AP, dentro de una oportunidad de transmisión concedida. Las RU son subcanales de uno o varios canales de comunicación. El canal de comunicación es el canal elemental en el que los nodos llevan a cabo la detección para determinar si está libre u ocupado.

La invención es especialmente apropiada para la transmisión de datos de enlace ascendente desde nodos hasta el AP de una red IEEE 802.11ax (y versiones futuras), en cuyo caso se accede a las RU utilizando OFDMA. Las realizaciones de la invención también se pueden aplicar entre nodos (sin AP), así como en cualquier red de

comunicación distinta de 802.11ax, siempre que ofrezca dos esquemas de acceso alternativos (uno a un canal de comunicación, el otro a RU o similares a las que se pueda acceder simultáneamente).

5 En este contexto, las realizaciones de la invención dan a conocer un procedimiento de comunicación en una red de comunicación que comprende una pluralidad de nodos, tal como se define en la reivindicación 1.

10 Por tanto, la presente invención restaura la imparcialidad en la red de comunicación. Esto se consigue penalizando el esquema de acceso al canal convencional (para reducir la probabilidad de acceder al canal de comunicación utilizando este esquema) para aquellos nodos que utilicen eficientemente enlace ascendente multiusuario a través de las RU a las que acceden. De hecho, de este modo se ofrecen a los nodos heredados más oportunidades para acceder a los canales de comunicación, con respecto a los nodos que también implementan el esquema de acceso a RU.

15 La presente invención también favorece la utilización de las unidades de recurso para los nodos que implementan enlace ascendente multiusuario, en lugar del esquema de acceso EDCA convencional, lo que da lugar, por tanto, a una mejor eficiencia de red. Esto se debe a que la penalización aplicada al esquema de acceso al canal convencional aumenta la utilización de unidades de recurso, aumentando de este modo la compartición de los costes de acceso al medio entre los nodos.

20 De forma correspondiente, las realizaciones de la invención dan a conocer a un dispositivo de comunicación tal como se define en la reivindicación 10.

El dispositivo ofrece las mismas ventajas que el procedimiento descrito anteriormente.

25 Las realizaciones de la invención desde la perspectiva de un punto de acceso dan a conocer un procedimiento de comunicación tal como se define en la reivindicación 7.

30 Por tanto, actuando sobre el valor de penalización utilizado por los nodos para ajustar sus parámetros de contienda de canal, el punto de acceso puede dirigir eficientemente a los nodos hacia una utilización más imparcial de la red de comunicación. Además, un valor apropiado para el valor de penalización puede ayudar a favorecer una utilización eficiente del esquema de acceso a RU, con respecto a la utilización del esquema de acceso al canal convencional.

35 De forma correspondiente, las realizaciones de la invención dan a conocer un punto de acceso tal como se define en la reivindicación 11.

El punto de acceso proporciona las mismas ventajas que el procedimiento descrito anteriormente.

40 Características opcionales de las realizaciones de la invención se definen en las reivindicaciones adjuntas. Algunas de estas características se explican en la presente memoria descriptiva a continuación haciendo referencia a un procedimiento, mientras que se pueden trasladar a características de sistema dedicadas para cualquier dispositivo según las realizaciones de la invención.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

45 Otras ventajas de la presente invención resultarán evidentes para los expertos en la materia después de examinar los dibujos y la descripción detallada. A continuación, se describirán las realizaciones de la invención, solo a modo de ejemplo, y haciendo referencia a los siguientes dibujos.

50 La figura 1 muestra un sistema de comunicación inalámbrica típico, en el que se pueden implementar las realizaciones de la invención;
 las figuras 2a y 2b muestran el EDCA de IEEE 802.11e, que implica categorías de acceso;
 la figura 3 muestra la asignación de canales de 802.11ac que soporta un ancho de banda de canal de 20 MHz, 40 MHz, 80 MHz o 160 MHz como se conoce en la técnica;
 55 la figura 4 muestra un ejemplo de un esquema de transmisión de OFDMA de enlace ascendente 802.11ax, en el que el AP envía una trama de activación para reservar una oportunidad de transmisión de subcanales (unidades de recurso) OFDMA en un canal de 80 MHz como se conoce en la técnica;
 la figura 5 muestra una representación esquemática de un dispositivo o estación de comunicación;
 la figura 6 muestra una representación esquemática de un dispositivo de comunicación inalámbrica;
 la figura 7 muestra un bloque de transmisión a modo de ejemplo de un nodo de comunicación;
 60 la figura 8 muestra, utilizando un diagrama de flujo, las etapas principales que lleva a cabo la capa MAC de un nodo, cuando recibe nuevos datos para transmitir;
 la figura 9 muestra, utilizando un diagrama de flujo, las etapas de acceso al medio basadas en el esquema de acceso al medio EDCA convencional;
 la figura 10 muestra, utilizando un diagrama de flujo, las etapas del acceso a unidades de recurso basado en un esquema de acceso a RU u OFDMA después de recibir una trama de activación que define las RU;
 65 la figura 11a muestra, utilizando un diagrama de flujo, las etapas generales para que el punto de acceso calcule y

envíe uno o varios valores de penalización; y
la figura 11b muestra la estructura de una trama de activación tal como se define en el estándar 802.11ax.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

5

A continuación, se describirá la invención por medio de realizaciones de ejemplo no limitativas concretas y haciendo referencia a las figuras.

10

La figura 1 muestra un sistema de comunicación en el que varios nodos (o estaciones) de comunicación 101 a 107 intercambian tramas de datos sobre un canal de transmisión de radio 100 de una red de área local inalámbrica (WLAN), bajo la gestión de una estación central o punto de acceso (AP) 110 en el que se han registrado los nodos. El canal de transmisión de radio 100 se define por una banda de frecuencias de funcionamiento constituida por un único canal o una pluralidad de canales que forman un canal compuesto.

15

El acceso al medio de radio compartido para enviar tramas de datos se basa en la técnica CSMA/CA, para detectar la portadora y evitar colisiones separando las transmisiones concurrentes en el espacio y el tiempo.

20

La detección de portadora en CSMA/CA se lleva a cabo mediante mecanismos físicos y virtuales. La detección virtual de portadora se consigue transmitiendo tramas de control para reservar el medio antes de la transmisión de las tramas de datos.

25

A continuación, un nodo de origen o de transmisión, incluyendo el AP, intenta en primer lugar, a través del mecanismo físico, detectar un medio que ha estado inactivo durante como mínimo un período temporal DIFS (que significa espacio intertrama de DCF), antes de transmitir tramas de datos.

30

Sin embargo, si se detecta que el medio de radio compartido está ocupado durante el período DIFS, el nodo de origen sigue esperando hasta que el medio de radio se vuelve inactivo.

35

Para acceder al medio, el nodo inicia un contador de contención de cuenta atrás diseñado para vencer después de un número de ranuras temporales, seleccionado aleatoriamente en la ventana de contienda [0, CW], denominándose también CW (entero) ventana de contienda y definiendo el límite superior (o tamaño de ventana de contienda) del intervalo de selección de contención. Este mecanismo o procedimiento de contención, también denominado esquema de acceso al canal, es la base del mecanismo de prevención de colisiones que difiere el tiempo de transmisión durante un intervalo aleatorio, reduciendo así la probabilidad de colisiones en el canal compartido. Después del período temporal de contención (es decir, el contador de contención alcanza el cero), el nodo de origen puede enviar tramas de datos o de control si el medio está inactivo.

40

Un problema de las comunicaciones de datos inalámbricas es que no es posible que el nodo de origen escuche mientras envía, impidiendo así que el nodo de origen detecte la corrupción de los datos debida a fenómenos de desvanecimiento o interferencia en el canal o de colisión. El nodo de origen sigue desconociendo la corrupción de las tramas de datos enviadas, y sigue transmitiendo las tramas innecesariamente, desperdiciando así tiempo de acceso.

45

El mecanismo de prevención de colisiones de CSMA/CA proporciona, por tanto, un acuse de recibo (ACK) positivo de las tramas de datos enviadas por el nodo de recepción si las tramas se reciben con éxito, para notificar al nodo de origen que no se ha producido ninguna corrupción de las tramas de datos enviadas.

50

El ACK se transmite al final de la recepción de la trama de datos, inmediatamente después de un período de tiempo denominado espacio corto intertrama (Short InterFrame Space, SIFS).

55

Si el nodo de origen no recibe el ACK dentro de un tiempo de espera de ACK especificado o si detecta la transmisión de una trama diferente en el canal, puede inferir la pérdida de la trama de datos. En ese caso, en general replanifica la transmisión de la trama según el procedimiento de contención mencionado anteriormente.

60

Para mejorar la eficiencia de la prevención de colisiones de CSMA/CA, se implementa, opcionalmente, un mecanismo de negociación en cuatro pasos. Una implementación se conoce como el intercambio de RTS/CTS, definido en el estándar 802.11.

El intercambio de RTS/CTS consiste en intercambiar tramas de control para reservar el medio de radio antes de transmitir las tramas de datos durante una oportunidad de transmisión denominada TXOP en el estándar 802.11, protegiendo así las transmisiones de datos frente a más colisiones. El mecanismo de negociación en cuatro pasos de CTS/RTS es bien conocido y, por tanto, no se describirá adicionalmente en la presente memoria descriptiva. Se hace referencia al estándar para obtener más detalles.

65

El mecanismo de negociación en cuatro pasos de RTS/CTS es muy eficiente en términos de rendimiento del sistema, en concreto con respecto a tramas grandes, ya que reduce la longitud de los mensajes implicados en el

proceso de contienda.

En detalle, suponiendo una detección del canal perfecta por cada nodo de comunicación, la colisión solo puede producirse si se transmiten dos (o más) tramas dentro de la misma ranura temporal después de un DIFS (espacio intertrama de DCF), o si su propio contador de contención ha llegado a cero aproximadamente al mismo tiempo. Si ambos nodos de origen utilizan el mecanismo RTS/CTS, esta colisión solo puede producirse para las tramas RTS. Afortunadamente, los nodos de origen detectan dicha colisión de forma temprana, ya que se determina con rapidez que no se ha recibido ninguna respuesta de CTS.

Las figuras 2a y 2b muestran el EDCA de IEEE 802.11e, que implica categorías de acceso con el fin de mejorar la calidad de servicio (QoS). En el estándar de DCF original, un nodo de comunicación incluye solo una cola/memoria intermedia de transmisión. Sin embargo, dado que una trama de datos subsiguiente no se puede transmitir hasta que finaliza la transmisión/retransmisión de una trama precedente, el retardo en la transmisión/retransmisión de la trama precedente evita que la comunicación tenga QoS.

El IEEE 802.11e ha anulado esta deficiencia al proporcionar mejoras de calidad de servicio (QoS) para hacer un uso más eficiente del medio inalámbrico.

Este estándar se basa en una función de coordinación, denominada función de coordinación híbrida (HCF), que tiene dos modos de funcionamiento: acceso al canal distribuido mejorado (EDCA) y acceso al canal controlado por HCF (HCCA).

EDCA mejora o amplía la funcionalidad del procedimiento de DCF de acceso original: EDCA se ha diseñado para soportar tráfico priorizado del mismo modo que DiffServ (servicios diferenciados), que es un protocolo para especificar y controlar el tráfico de red por clase, de modo que determinados tipos de tráfico obtienen preferencia.

EDCA es el esquema o mecanismo de acceso al canal dominante en WLAN, porque consiste en un mecanismo distribuido y de fácil implementación. El esquema compite por el acceso a por lo menos un canal de comunicación de la red de comunicación utilizando parámetros de contienda de canal, con el fin de que el nodo transmita datos almacenados localmente sobre un canal de comunicación al que ha accedido.

La deficiencia anterior de no tener una QoS satisfactoria debido al retardo en la retransmisión de tramas se ha solucionado con una pluralidad de colas/memorias intermedias de transmisión.

El soporte para la QoS en EDCA se consigue con la introducción de cuatro categorías de acceso (AC) y, por lo tanto, de cuatro colas o memorias intermedias de transmisión/tráfico correspondientes (310). Por supuesto, se puede contemplar otro número de colas de tráfico.

Cada AC tiene su propia cola/memoria intermedia de tráfico para almacenar tramas de datos correspondientes a transmitir sobre la red. Las tramas de datos, concretamente las MSDU, procedentes de una capa superior de la pila de protocolos, se asignan a una de las cuatro colas/memorias intermedias de AC y, por tanto, se introducen en la memoria intermedia de AC asignada.

Cada AC también tiene su propio conjunto de parámetros de contienda de canal o "parámetros de contención de cola", y está asociada con un valor de prioridad, definiendo, por tanto, tráfico de mayor o menor prioridad de MSDU. Por tanto, existe una pluralidad de colas de tráfico para servir tráfico de datos a diferentes prioridades.

Eso significa que cada AC (y memoria intermedia correspondiente) actúa como una entidad de contienda de DCF independiente, incluyendo su motor de contención de cola 311 respectivo. Por tanto, cada motor de contención de cola 311 se asocia con una cola de tráfico respectiva para utilizar parámetros de contienda de cola incluyendo un valor de contención de cola calculado respectivo, a utilizar para competir por el acceso a por lo menos un canal de comunicación con el fin de transmitir datos almacenados en la cola de tráfico respectiva sobre un canal de comunicación al que se ha accedido.

Por consiguiente, las AC dentro del mismo nodo de comunicación compiten entre sí para acceder al medio inalámbrico y para obtener una oportunidad de transmisión, utilizando, por ejemplo, el esquema de EDCA convencional o de contienda de canal como se ha explicado anteriormente.

La diferenciación de servicio entre las AC se consigue estableciendo diferentes parámetros de contención de cola entre las AC, tales como diferentes parámetros de ventana de contienda (CW_{min} , CW_{max}), diferentes espacios intertrama de arbitraje (AIFSN) y diferentes límites de duración de la oportunidad de transmisión (TXOP_Limit).

Con EDCA, el tráfico de alta prioridad tiene una mayor posibilidad de ser enviado que el tráfico de baja prioridad: un nodo con tráfico de alta prioridad espera un poco menos (CW_{baja}) antes de enviar su paquete, en promedio, que un nodo con tráfico de baja prioridad.

En la figura 2a se muestran las cuatro memorias intermedias de AC (210).

Las memorias intermedias AC3 y AC2 se reservan normalmente para aplicaciones en tiempo real (por ejemplo, transmisión de voz o de vídeo). Tienen, respectivamente, la mayor prioridad y la penúltima mayor prioridad.

Las memorias intermedias AC1 y AC0 se reservan para tráfico de mejor esfuerzo y de segundo plano. Tienen, respectivamente, la penúltima menor prioridad y la menor prioridad.

Cada unidad de datos, MSDU, que llega a la capa MAC desde una capa superior (por ejemplo, la capa de enlace) con una prioridad se asigna a una AC según unas reglas de asignación. La figura 2b muestra un ejemplo de asignación entre ocho prioridades de clase de tráfico (prioridades de usuario o UP, 0 a 7 según IEEE 802.1d) y las cuatro AC. La trama de datos se almacena entonces en la memoria intermedia correspondiente a la AC asignada.

Cuando el procedimiento de contención para una cola de tráfico (o una AC) finaliza, el controlador de MAC (referencia 604 en la figura 6 a continuación) del nodo de transmisión transmite una trama de datos de esta cola de tráfico a la capa física para su transmisión sobre la red de comunicación inalámbrica.

Dado que las AC funcionan de forma simultánea al acceder al medio inalámbrico, puede ocurrir que en dos AC del mismo nodo de comunicación su contención finalice simultáneamente. En dicha situación, un gestor de colisiones virtuales (212) del controlador de MAC realiza una selección de la AC que tiene la mayor prioridad (como se muestra en la figura 2b) entre las AC en conflicto, y detiene la transmisión de tramas de datos de las AC que tienen menores prioridades.

A continuación, el gestor de colisiones virtuales ordena que las AC que tienen menores prioridades inicien de nuevo una operación de contención utilizando un valor de CW incrementado.

La QoS resultante de la utilización de las AC se puede señalar en las tramas de datos de MAC, por ejemplo, en un campo de control de QoS incluido en la cabecera de la trama de MAC de IEEE 802.11e.

Para cumplir la demanda creciente de redes inalámbricas más rápidas que soporten aplicaciones intensivas en ancho de banda, 802.11ac tiene como objetivo una transmisión de ancho de banda más grande a través de operaciones multicanal. La figura 3 muestra la asignación de canales de 802.11ac, que soporta un ancho de banda del canal compuesto de 20 MHz, 40 MHz, 80 MHz o 160 MHz.

IEEE 802.11ac introduce el soporte de un número restringido de subconjuntos predefinidos de canales de 20 MHz para formar las configuraciones de único canal compuesto predefinido que están disponibles para que cualquier nodo 802.11ac en la red inalámbrica las reserve para transmitir datos.

Los subconjuntos predefinidos se muestran en la figura, y corresponden a anchos de banda de canal de 20 MHz, 40 MHz, 80 MHz y 160 MHz, en comparación con solo los 20 MHz y 40 MHz soportados por 802.11n. En efecto, los canales componentes de 20 MHz 300-1 a 300-8 se concatenan para formar canales compuestos de comunicación más anchos.

En el estándar 802.11ac, los canales de cada subconjunto de 40 MHz, 80 MHz o 160 MHz predefinido son contiguos dentro de la banda de frecuencias de funcionamiento, es decir, no se permite ningún hueco (canal faltante) en el canal compuesto ordenado en la banda de frecuencias de funcionamiento.

El ancho de banda de canal de 160 MHz está compuesto por dos canales de 80 MHz que pueden ser contiguos en frecuencia o no. Los canales de 80 MHz y 40 MHz están compuestos, respectivamente, por dos canales de 40 MHz y 20 MHz adyacentes o contiguos en frecuencia. Sin embargo, la presente invención puede tener realizaciones con cualquier composición del ancho de banda del canal, es decir, incluyendo solo canales contiguos o formado por canales no contiguos dentro de la banda de funcionamiento.

Una TXOP se concede a un nodo a través del mecanismo de acceso al canal distribuido mejorado (EDCA) en el "canal principal" (300-3). En efecto, para cada canal compuesto que tiene un ancho de banda, 802.11ac designa un canal como "principal", lo que significa que se utiliza para competir por el acceso al canal compuesto. El canal de 20 MHz principal es común a todos los nodos (STA) que pertenecen al mismo conjunto básico, es decir, gestionados o registrados en el mismo punto de acceso (AP) local.

Sin embargo, para asegurarse de que ningún otro nodo heredado (es decir, que no pertenece al mismo conjunto) utiliza los canales secundarios, se prevé que las tramas de control (por ejemplo, trama RTS/trama CTS) que reservan el canal compuesto se dupliquen sobre cada canal de 20 MHz de dicho canal compuesto.

Como se ha indicado antes, el estándar IEEE 802.11ac permite unir hasta cuatro, o incluso ocho, canales de 20 MHz. Debido al número limitado de canales (19 en la banda de 5 GHz en Europa), la saturación de canales se vuelve problemática. En efecto, en áreas muy pobladas, la banda de 5 GHz seguramente tenderá a saturarse

incluso con una utilización de ancho de banda de 20 o 40 MHz por celda LAN inalámbrica.

Los desarrollos en el estándar 802.11ax buscan mejorar la eficiencia y la utilización del canal inalámbrico para entornos densos.

Desde esta perspectiva, se pueden considerar características de transmisión multiusuario (MU), que permiten múltiples transmisiones simultáneas hasta/desde diferentes usuarios, en las direcciones del enlace descendente (DL) y del enlace ascendente (UL). En el enlace ascendente, las transmisiones multiusuario se pueden utilizar para mitigar la probabilidad de colisión permitiendo que múltiples nodos transmitan simultáneamente.

Para llevar a cabo realmente dicha transmisión multiusuario, se ha propuesto dividir un canal de 20 MHz (300-1 a 300-4) concedido en subcanales 410 (subcanales elementales), también denominados subportadoras o unidades de recurso (RU), que se comparten en el dominio de la frecuencia por múltiples usuarios, basándose, por ejemplo, en una técnica de acceso múltiple por división ortogonal de frecuencia (OFDMA).

Esto se ilustra haciendo referencia a la figura 4.

La característica multiusuario de OFDMA permite que el AP asigne diferentes RU a diferentes nodos con el fin de aumentar la competencia. Esto puede ayudar a reducir la contienda y las colisiones de las redes 802.11.

Al contrario que en el OFDMA de enlace descendente MU, en el que el AP puede enviar directamente múltiples datos a múltiples nodos (soportado por indicaciones concretas dentro de la cabecera PLCP), se ha adoptado un mecanismo de activación para que el AP active las comunicaciones de enlace ascendente MU de varios nodos.

Para soportar una transmisión de enlace ascendente MU (durante una TXOP priorizada), el AP de 802.11ax tiene que proporcionar información de señalización tanto para que los nodos heredados (nodos no 802.11ax) ajusten sus NAV como para que los nodos 802.11ax determinen la asignación de las unidades de recurso.

En la siguiente descripción, el término heredado se refiere a nodos no 802.11ax, que significa nodos 802.11 de tecnologías anteriores que no soportan comunicaciones OFDMA.

Como se muestra en el ejemplo de la figura 4, el AP envía una trama de activación (TF) 430 a los nodos 802.11ax objetivo. El ancho de banda o ancho del canal compuesto objetivo se señala en la trama TF, lo que significa que se señala el valor de 20, 40, 80 o 160 MHz. La trama TF se envía sobre el canal de 20 MHz principal y se duplica (replica) en cada uno del resto de canales de 20 MHz que forman el canal compuesto objetivo. Tal como se describe anteriormente para la duplicación de las tramas de control, se espera que cada nodo heredado cercano (nodos no HT o 802.11ac) que reciba la TF en su canal principal, establezca entonces su NAV al valor especificado en la trama TF. Esto evita que estos nodos heredados accedan a los canales del canal compuesto objetivo durante la TXOP.

Basándose en la decisión del AP, la trama de activación TF puede definir una pluralidad de unidades de recurso (RU) 410, o RU aleatorias, a las que los nodos de la red pueden acceder aleatoriamente. En otras palabras, las RU aleatorias designadas o asignadas por el AP en la TF pueden servir como base para la contienda entre nodos que desean acceder al medio de comunicación para enviar datos. Una colisión se produce cuando dos o más nodos intentan transmitir al mismo tiempo sobre la misma RU.

En ese caso, la trama de activación se denomina una trama de activación para acceso aleatorio (TF-R). El AP puede emitir una TF-R para permitir que múltiples nodos lleven a cabo un acceso aleatorio MU de UL (multiusuario de enlace ascendente) para obtener una RU para sus transmisiones de UL.

La trama de activación TF también puede designar unidades de recurso planificadas, además o en sustitución de las RU aleatorias. El AP puede reservar RU planificadas para ciertos nodos, en cuyo caso no se necesita ninguna contienda para que estos nodos accedan a dichas RU. Dichas RU y sus nodos planificados correspondientes se indican en la trama de activación. Por ejemplo, un identificador de nodo, tal como el ID de asociación (AID) asignado a cada nodo después del registro, se añade en asociación con cada RU planificada con el fin de indicar explícitamente el nodo que tiene permitido utilizar cada RU planificada.

Un AID igual a 0 se puede utilizar para identificar RU aleatorias.

La característica multiusuario de OFDMA permite que el AP asigne diferentes RU a diferentes nodos con el fin de aumentar la competencia. Esto puede ayudar a reducir la contienda y las colisiones de las redes 802.11.

En el ejemplo de la figura 4, cada canal de 20 MHz (400-1, 400-2, 400-3 o 400-4) se subdivide en el dominio de la frecuencia en cuatro subcanales o RU 410, habitualmente de tamaño 5 MHz.

Por supuesto, el número de RU que dividen un canal de 20 MHz puede ser distinto de cuatro. Por ejemplo, se pueden proporcionar entre dos y nueve RU (teniendo cada una, por tanto, un tamaño entre 10 MHz y

aproximadamente 2 MHz).

Una vez que los nodos han utilizado las RU para transmitir datos al AP, el AP responde con un acuse de recibo (no mostrado en la figura) para acusar recibo de los datos en cada RU.

El documento IEEE 802.11-15/1105 da a conocer un procedimiento de asignación aleatoria a modo de ejemplo que pueden utilizar los nodos para acceder a las RU aleatorias indicadas en la TF. Este procedimiento de asignación aleatoria, denominado esquema de contienda de RU, está gestionado por un módulo de acceso a RU dedicado independiente del módulo de acceso al canal mencionado anteriormente y está configurado para gestionar el acceso a por lo menos una unidad de recurso proporcionada por el otro nodo (normalmente el AP) dentro de una oportunidad de transmisión concedida al otro nodo sobre el canal de comunicación, con el fin de transmitir datos almacenados localmente sobre una unidad de recurso a la que se ha accedido. Preferentemente, el módulo de acceso a RU incluye un motor de contención de RU independiente de los motores de contención de cola, que utiliza parámetros de contienda de RU, incluyendo un valor de contención de RU calculado, para competir por el acceso a las RU aleatorias.

En otras palabras, el esquema de contienda de RU se basa en un nuevo contador de contención, denominado a continuación contador/valor de contención de OFDMA o de RU (u OBO), dentro de los nodos 802.11ax para permitir una contienda dedicada cuando se accede a una RU aleatoria para enviar datos.

Cada nodo STA1 a STAn es un nodo de transmisión con respecto al AP de recepción, y, como consecuencia, cada nodo tiene un motor de contención de RU activo independiente de los motores de contención de cola, para calcular un valor de contención de RU (OBO) a utilizar para competir por el acceso a por lo menos una unidad de recurso aleatoria dividiendo una oportunidad de transmisión concedida sobre el canal de comunicación, con el fin de transmitir datos almacenados en cualquier cola de tráfico, AC.

El procedimiento de asignación aleatoria comprende, para un nodo de una pluralidad de nodos que tienen un valor de contención de RU activo, OBO, una primera etapa de determinar, a partir de la trama de activación, los subcanales o RU aleatorios del medio de comunicación disponibles para la contienda, una segunda etapa de verificar si el valor del valor de contención de RU activo, OBO, local al nodo considerado no es mayor que el número de RU aleatorias detectadas como disponibles, y, a continuación, en caso de una verificación exitosa, una tercera etapa de seleccionar aleatoriamente una RU aleatoria entre las RU aleatorias detectadas como disponibles para enviar datos. En caso de que no se verifique la segunda etapa, se lleva a cabo la cuarta etapa (en lugar de la tercera) con el fin de decrementar el valor de contención de RU, OBO, en el número de RU detectadas como disponibles.

Como se muestra en la figura, es posible que algunas unidades de recurso no se utilicen (410u) porque ningún nodo con un valor de contención de RU, OBO, menor que el número de RU aleatorias disponibles ha seleccionado aleatoriamente una de estas RU aleatorias, mientras que otros han colisionado (por ejemplo 410c) porque dos de estos nodos han seleccionado aleatoriamente la misma RU.

El esquema de acceso al medio de enlace ascendente MU demuestra ser muy eficiente en comparación con el esquema de acceso EDCA convencional. Esto se debe a que se reducen el número de colisiones generadas por intentos simultáneos de acceso al medio y la sobrecarga debida al acceso al medio.

Sin embargo, el esquema de acceso EDCA y el esquema de acceso OFDMA/RU MU de enlace ascendente tienen que coexistir, en particular para permitir que los nodos 802.11 heredados accedan al medio y para permitir incluso que los nodos 802.11ax inicien una comunicación con nodos distintos del AP.

Aunque el esquema de acceso de EDCA tomado por sí solo proporciona un acceso al medio imparcial a todos los nodos, su asociación con el esquema de acceso OFDMA/RU MU de enlace ascendente introduce una desviación en la imparcialidad. Esto se debe a que, en comparación con los nodos heredados, los nodos 802.11ax tienen oportunidades adicionales de enviar datos a través de las unidades de recurso ofrecidas en las oportunidades de transmisión concedidas a otro nodo, en particular al AP.

Esta desviación debería reducirse todo lo posible.

Un objetivo amplio de la presente invención es dar a conocer procedimientos y dispositivos de comunicación mejorados y más imparciales en una red de comunicación.

Para conseguirlo, la presente invención propone actualizar los parámetros de contienda de canal (o de EDCA), en particular los contadores de contención de EDCA, utilizando valores de penalización después de que el nodo se aproveche de una oportunidad adicional para enviar datos sobre una unidad de recurso. El valor de penalización aplicado a los parámetros de contienda de canal puede reducir, por tanto, la probabilidad de que el nodo acceda a un nuevo canal de comunicación a través de contienda convencional (EDCA).

El valor de penalización es proporcionado, preferentemente, por el AP, que tiene una visión general del sistema y se puede ajustar basándose en información local a un nodo determinado (por ejemplo, la cantidad de datos transmitidos o la ventana de contienda actual).

5 Por ejemplo, el valor de penalización se añade al valor actual de los contadores de contención de EDCA después de una transmisión de OFDMA con éxito por el nodo. Por tanto, la probabilidad de acceder de nuevo al canal de comunicación se ajusta, normalmente se reduce, cada vez que el nodo accede con éxito a una unidad de recurso y transmite datos sobre la misma.

10 Por tanto, esta invención tiene lugar cuando el nodo transmite datos almacenados localmente sobre una unidad de recurso a la que se ha accedido proporcionada (al nodo) por otro nodo (por ejemplo, el AP) dentro de una oportunidad de transmisión concedida al otro nodo en el canal de comunicación. El nodo modifica, en respuesta a transmitir los datos sobre la unidad de recurso a la que se ha accedido, un valor actual de por lo menos un parámetro de contienda de canal a un valor penalizado, para reducir la probabilidad de que el nodo acceda a un canal de comunicación a través de contienda.

15 Otro ejemplo tiene lugar en el lado del AP para dirigir eficientemente a los nodos para que modifiquen su valor actual de por lo menos un parámetro de contienda de canal a un valor penalizado basado en el valor de penalización enviado después de que cada nodo transmita datos sobre una unidad de recurso a la que ha accedido. De nuevo, se trata de reducir la probabilidad de que estos nodos accedan al canal de comunicación a través de contienda, porque utilizaron una oportunidad adicional para enviar datos ofrecida por las unidades de recurso dividiendo una oportunidad de transmisión concedida al AP.

20 En uso, el AP recibe datos de uno o varios nodos sobre cualesquiera canales de comunicación a los que acceden el uno o varios nodos, y las unidades de recurso a las que acceden el uno o varios nodos, proporcionándose cada unidad de recurso por el punto de acceso dentro de una oportunidad de transmisión concedida al punto de acceso en el canal de comunicación.

25 Por tanto, el AP puede crear estadísticas sobre el historial de los datos recibidos y, a continuación, determinar un valor de penalización a partir del historial de los datos recibidos.

Para dirigir los nodos de la forma mencionada anteriormente, el AP envía el valor de penalización determinado a los nodos.

35 La figura 5 muestra esquemáticamente un dispositivo de comunicación 500 de la red de radio 100. El dispositivo de comunicación 500 puede ser, preferentemente, un dispositivo tal como un microordenador, una estación de trabajo o un dispositivo portátil ligero. El dispositivo de comunicación 500 comprende un bus de comunicación 513 al que se conectan, preferentemente:

- 40 - una unidad central de procesamiento 511, tal como un microprocesador, denominada CPU;
- una memoria de solo lectura 507, denominada ROM, para almacenar programas informáticos para implementar la invención;
- una memoria de acceso aleatorio 512, denominada RAM, para almacenar el código ejecutable de procedimientos según las realizaciones de la invención, así como los registros adaptados para registrar las variables y los parámetros necesarios para implementar procedimientos según las realizaciones de la invención; y
- 45 - por lo menos una interfaz de comunicación 502 conectada a la red de comunicación de radio 100 sobre la que se transmiten paquetes o tramas de datos digitales o tramas de control, por ejemplo, una red de comunicación inalámbrica según el protocolo 802.11ax. Las tramas se escriben desde una memoria de envío FIFO de la RAM 512 en la interfaz de red para su transmisión, o se leen desde la interfaz de red para su recepción y escritura en una memoria de recepción FIFO de la RAM 512 bajo el control de una aplicación de software que se ejecuta en la CPU 511.

Opcionalmente, el dispositivo de comunicación 500 también puede incluir los siguientes componentes:

- 55 - medios de almacenamiento de datos 504, tales como un disco duro, para almacenar programas informáticos para implementar procedimientos según una o varias realizaciones de la invención;
- una unidad de disco 505 para un disco 506, estando adaptada la unidad de disco para leer datos del disco 506 o para escribir datos en dicho disco;
- una pantalla 509 para visualizar datos descodificados y/o para servir como una interfaz gráfica con el usuario, por medio de un teclado 510 o cualquier otro medio de apuntamiento.

60 El dispositivo de comunicación 500 se puede conectar, opcionalmente, a varios periféricos, tales como, por ejemplo, una cámara digital 508, estando conectado cada uno de ellos a una tarjeta de entrada/salida (no mostrada) para suministrar datos al dispositivo de comunicación 500.

65 Preferentemente, el bus de comunicación proporciona comunicación e interoperabilidad entre los diversos elementos

incluidos en el dispositivo de comunicación 500 o conectados al mismo. La representación del bus no es limitativa, y, en particular, la unidad central de procesamiento se puede operar para comunicar instrucciones a cualquier elemento del dispositivo de comunicación 500 directamente o por medio de otro elemento del dispositivo de comunicación 500.

El disco 506 se puede sustituir, opcionalmente, por cualquier medio de información, tal como, por ejemplo, un disco compacto (CD-ROM), regrabable o no, un disco ZIP, una llave USB o una tarjeta de memoria, y, en términos generales, por un medio de almacenamiento de información que se pueda leer mediante un microordenador o mediante un microprocesador, integrado o no en el aparato, posiblemente extraíble y adaptado para almacenar uno o varios programas cuya ejecución permite implementar un procedimiento según la invención.

El código ejecutable se puede almacenar, opcionalmente, en una memoria de solo lectura 507, en el disco duro 504 o en un medio digital extraíble, tal como, por ejemplo, un disco 506, tal como se ha descrito anteriormente. Según una variante opcional, el código ejecutable de los programas se puede recibir por medio de la red de comunicación 503, a través de la interfaz 502, con el fin de almacenarse en uno de los medios de almacenamiento del dispositivo de comunicación 500, tal como el disco duro 504, antes de ejecutarse.

La unidad central de procesamiento 511 está adaptada, preferentemente, para controlar y dirigir la ejecución de las instrucciones o partes de código de software del programa o programas según la invención, cuyas instrucciones están almacenadas en uno de los medios de almacenamiento mencionados anteriormente. Al encender, el programa o programas que están almacenados en una memoria no volátil, por ejemplo, en el disco duro 504, o en la memoria de solo lectura 507, se transfieren a la memoria de acceso aleatorio 512, que contiene entonces el código ejecutable del programa o programas, así como los registros para almacenar las variables y los parámetros necesarios para implementar la invención.

En una realización preferente, el aparato es un aparato programable que utiliza software para implementar la invención. Sin embargo, alternativamente, la presente invención se puede implementar en hardware (por ejemplo, en la forma de un circuito integrado específico de la aplicación o ASIC).

La figura 6 es un diagrama de bloques que muestra esquemáticamente la arquitectura de un dispositivo de comunicación o nodo 500, en particular uno de los nodos 100 a 107.

Como se muestra, el nodo 500 comprende un bloque de capa física (PHY) 603, un bloque de capa MAC 602 y un bloque de capa de aplicación 601.

El bloque de capa PHY 603 (aquí una capa PHY estandarizada según 802.11) tiene la tarea de formatear tramas, modular tramas en o desmodular tramas desde cualquier canal de 20 MHz o el canal compuesto, y, por tanto, enviar o recibir tramas sobre el medio de radio utilizado 100. Las tramas pueden ser tramas 802.11, por ejemplo, tramas de activación TF 430 de acceso al medio para definir unidades de recurso en una oportunidad de transmisión concedida, tramas de datos MAC y de gestión basadas en un ancho de 20 MHz para interactuar con estaciones 802.11 heredadas, así como tramas de datos MAC de tipo de OFDMA que tienen un ancho más pequeño que las heredadas de 20 MHz (habitualmente 2 o 5 MHz) a/desde ese medio de radio.

El bloque o controlador de capa MAC 602 preferentemente comprende una capa MAC 802.11 604 que implementa operaciones de MAC 802.11ax convencionales, y un bloque adicional 605 para realizar la invención, como mínimo parcialmente. El bloque de capa MAC 602 puede implementarse, opcionalmente, en software, software que se carga en la RAM 512 y se ejecuta mediante la CPU 511.

Preferentemente, el bloque adicional, denominado módulo de actualización de parámetros de EDCA 605, implementa la parte de la invención que se refiere al nodo 500, es decir, la modificación del uno o varios parámetros de contienda de canal/EDCA a valores penalizados, después de transmitir datos sobre unidades de recurso a las que se ha accedido en el caso de un nodo de transmisión, o el cálculo de un valor de penalización a transmitir a los nodos en el caso del punto de acceso.

La capa MAC 802.11 604 y el módulo de actualización de parámetros de EDCA 605 interactúan entre sí con el fin de proporcionar gestión del módulo de acceso al canal, que gestiona los motores de contención de cola, y un módulo de acceso a RU, que gestiona el motor de contención de RU, tal como se describe a continuación.

En la parte superior de la figura, el bloque de capa de aplicación 601 ejecuta una aplicación que genera y recibe paquetes de datos, por ejemplo, paquetes de datos de un flujo de vídeo. El bloque de capa de aplicación 601 representa todas las capas apiladas por encima de la capa MAC según la estandarización ISO.

Aunque los ejemplos propuestos utilizan la trama de activación 430 (véase la figura 4) enviada por un AP para una transmisión multiusuario de enlace ascendente, se pueden utilizar mecanismos equivalentes en un entorno centralizado o en un entorno *ad hoc* (es decir, sin un AP). Esto significa que cualquier nodo en un entorno *ad hoc* puede llevar a cabo las operaciones descritas a continuación con referencia al AP.

Estos ejemplos se describen principalmente en el contexto de IEEE 802.11ax considerando unidades de recurso de OFDMA. Sin embargo, la aplicación de la invención no se limita al contexto de IEEE 802.11ax.

Además, la presente invención no se basa necesariamente en el uso de un esquema de acceso MU tal como se describe en 802.11ax. También se puede utilizar cualquier otro esquema de acceso a RU que defina esquemas de acceso al medio alternativos que permitan el acceso simultáneo de los nodos al mismo medio.

La figura 7 muestra un bloque de transmisión a modo de ejemplo de un nodo de comunicación 500.

Como se ha mencionado anteriormente, el nodo incluye un módulo de acceso al canal y posiblemente un módulo de acceso a RU, ambos implementados en el bloque de capa MAC 602. El módulo de acceso al canal incluye:

una pluralidad de colas de tráfico 210 para servir tráfico de datos a diferentes prioridades;

una pluralidad de motores de contención de cola 211, cada uno de ellos asociado con una cola de tráfico respectiva para utilizar parámetros de contienda de cola, en particular para calcular un valor de contención de cola respectivo, a utilizar para competir por el acceso a por lo menos un canal de comunicación con el fin de transmitir datos almacenados en la cola de tráfico respectiva. Este es el esquema de acceso de EDCA.

El módulo de acceso a RU incluye un motor de contención de RU 700 independiente de los motores de contención de cola, para utilizar parámetros de contienda de RU, en particular, para calcular un valor de contención de RU, a utilizar para competir por el acceso a las unidades de recurso de OFDMA definidas en una TF recibida (enviada por el AP, por ejemplo), con el fin de transmitir datos almacenados en cualquier cola de tráfico en una RU de OFDMA. El motor de contención de RU 700 está asociado con un módulo de transmisión, denominado muxer de OFDMA 701. Por ejemplo, el muxer de OFDMA 701 se encarga, cuando el valor de contención de RU, OBO, descrito a continuación alcanza el cero, de seleccionar los datos a enviar de la cola de AC 210.

Los registros de contención de cola de AC 211 convencionales dirigen la solicitud de acceso al medio siguiendo el protocolo de EDCA (esquema de contienda de canal), mientras que, en paralelo, el motor de contención de RU 700 dirige la solicitud de acceso al medio siguiendo el protocolo multiusuario de OFDMA (esquema de contienda de RU).

Como estos dos esquemas de contienda coexisten, el nodo de origen implementa un mecanismo de acceso al medio con prevención de colisiones basado en un cálculo de valores de contención:

- un valor de contador de contención de cola correspondiente a un número de ranuras temporales que espera el nodo, después de que se ha detectado el medio de comunicación como libre, antes de acceder al medio. Se trata de EDCA.

- un valor de contador de contención de RU (OBO) correspondiente a un número de RU aleatorias inactivas que detecta el nodo, después de que se ha concedido una TXOP al AP o a cualquier nodo sobre un canal compuesto formado por RU, antes de acceder al medio. Se trata de OFDMA. Una variante de la cuenta atrás de OBO basada en el número de RU aleatorias inactivas se puede basar en una cuenta atrás basada en el tiempo.

El módulo de actualización de parámetros de EDCA 605 se encarga, para cada nodo, de modificar un valor actual de por lo menos un parámetro de contienda de canal (contención 211 o ventana de contienda de las colas de AC 210) del módulo de acceso al canal/EDCA a un valor penalizado, con el fin de reducir la probabilidad de que el nodo acceda a un canal de comunicación a través de contienda por el módulo de acceso al canal.

Después de la transmisión, preferentemente una transmisión con éxito, de datos por el nodo utilizando el esquema de transmisión MU de UL (es decir, a través de una unidad o unidades de recurso), el módulo de actualización de parámetros de EDCA 605 aplica un valor de penalización a uno o varios de los parámetros de contienda de EDCA.

Se trata de favorecer la utilización del mecanismo MU de UL al mismo tiempo que se restaura la imparcialidad con respecto a las oportunidades de acceso al medio, entre los nodos heredados y los nodos 802.11ax, ya que los últimos se benefician de oportunidades de acceso adicionales a través del acceso a unidades de recurso.

Hablando en general, el valor de penalización puede ser predefinido u obtenerse del AP, o incluso calcularse localmente. Por ejemplo, el AP puede enviar, en una TF o en una trama de baliza, el valor de penalización a aplicar directamente o a utilizar en un cálculo local para obtener un valor de penalización final a aplicar al valor de un parámetro de contienda actual. También se pueden transmitir o calcular varios valores de penalización correspondientes a cada uno de los tipos de tráfico mostrados en la figura 2b. Un cálculo local de un valor de penalización final puede implicar que la cantidad de datos transmitidos por el nodo active la actualización del parámetro de contienda. Se trata de evitar que un nodo se penalice mucho cuando solo envía una cantidad reducida de datos mediante el esquema de OFDMA. También puede implicar el valor actual de una ventana de contienda, local al nodo considerado.

Finalmente, el valor de penalización se puede aplicar, por ejemplo, añadirse, a uno o varios valores de contención de EDCA actuales, y/o aplicarse, por ejemplo, como un factor multiplicador, a una ventana de contienda local. Por supuesto, los valores de penalización utilizados pueden ser diferentes cuando se aplican a valores de contención de EDCA y cuando se aplican a una ventana de contienda local.

5 La figura 8 muestra, utilizando un diagrama de flujo, las etapas principales que lleva a cabo la capa MAC 602 del nodo 500, cuando recibe nuevos datos para transmitir. Muestra una alimentación FIFO convencional en el contexto de 802.11.

10 Justo al comienzo, ninguna cola de tráfico 210 almacena datos para transmitir. Como consecuencia, no se ha calculado ningún valor de contención de cola 211. Se dice que el motor de contención de cola correspondiente o la AC (categoría de acceso) correspondiente está inactivo. Tan pronto como hay datos almacenados en una cola de tráfico, se calcula un valor de contención de cola (a partir de los parámetros de contención de cola correspondientes), y se dice que el motor de contención de cola o la AC asociados están activos.

15 Cuando un nodo tiene datos listos para transmitirse en el medio, los datos se almacenan en una de las colas de AC 210, y el valor de contención asociado 211 debe actualizarse.

20 En la etapa 801, se reciben nuevos datos desde una aplicación que se ejecuta localmente en el dispositivo (desde la capa de aplicación 601, por ejemplo), desde otra interfaz de red, o desde cualquier otra fuente de datos. Los nuevos datos están listos para ser enviados por el nodo.

25 En la etapa 802, el nodo determina en qué cola de AC 210 deberían almacenarse los datos. Esta operación normalmente se lleva a cabo comprobando el valor del TID (identificador de tráfico) adjunto a los datos (según la correspondencia mostrada en la figura 2b).

A continuación, la etapa 803 almacena los datos en la cola de AC determinada. Esto significa que los datos se almacenan en la cola de AC que tiene el mismo tipo de datos que los datos.

30 En la etapa 804, el motor de contención de cola asociado con la cola de AC determinada lleva a cabo un cálculo de contención de AC según 802.11 convencional.

35 Si la cola de AC determinada estaba vacía justo antes del almacenamiento de la etapa 803 (es decir, la AC está inicialmente inactiva), entonces existe la necesidad de calcular un nuevo valor de contención de cola para el contador de contención correspondiente.

40 A continuación, el nodo calcula el valor de contención de cola como igual a un valor aleatorio seleccionado en el intervalo $[0, CW] + AIFS$, donde CW es el valor actual de la CW para la categoría de acceso considerada (tal como se define en el estándar 802.11 y se actualiza, por ejemplo, según algunas realizaciones de la invención tal como se describe en la etapa 1080 a continuación), y AIFS es un valor de desplazamiento que depende de la AC de los datos (estando definidos todos los valores de AIFS en el estándar 802.11) y que está diseñado para implementar la prioridad relativa de las diferentes categorías de acceso. CW es un valor de la ventana de congestión que se selecciona a partir del intervalo de selección $[CW_{min}, CW_{max}]$, donde ambos límites CW_{min} y CW_{max} dependen de la categoría de acceso considerada.

45 Como resultado, la AC se vuelve activa.

50 Los parámetros anteriores CW, CW_{min} , CW_{max} , AIFS y el valor de contención forman los parámetros de contienda de canal o de cola asociados con cada AC. Se utilizan para establecer la prioridad relativa para acceder al medio para las diferentes categorías de datos.

Algunos de estos parámetros normalmente tienen un valor fijo (por ejemplo, CW_{min} , CW_{max} y AIFS), mientras que los otros dos parámetros (CW y el valor de contención) evolucionan con el tiempo y con la disponibilidad del medio.

55 Además, la etapa 804 puede incluir el cálculo del valor de contención de RU, OBO, si es necesario. Un valor de contención de RU, OBO, debe calcularse si el motor de contención de RU 700 estaba inactivo (por ejemplo, porque no había datos en las colas de tráfico hasta la etapa anterior 803) y se han recibido nuevos datos a dirigir al AP.

60 El valor de contención de RU, OBO, se puede calcular de una forma similar al valor de contención de EDCA, es decir, utilizando parámetros de contienda de RU dedicados, tales como una ventana de contienda $[0, CWO]$ y un intervalo de selección $[CWO_{min}, CWO_{max}]$ dedicados.

65 Se debe observar que algunas realizaciones pueden proporcionar una distinción entre los datos que se pueden enviar a través de unidades de recurso (es decir, compatibles con la transmisión de OFDMA) y los que no. Dicha decisión se puede realizar durante la etapa 802, y se puede añadir un elemento de marca correspondiente a los datos almacenados.

En dicho caso, el valor de contención de RU, OBO, se calcula solo si los datos recién almacenados están marcados como compatibles con la transmisión de OFDMA.

5 Después de la etapa 804, el proceso de la figura 8 finaliza.

Una vez que los datos se almacenan en las colas de AC, el nodo puede acceder al medio directamente a través del esquema de acceso de EDCA, tal como se ilustra a continuación haciendo referencia a la figura 9, o a través de unidades de recurso proporcionadas por el AP a través de una o varias tramas de activación, como se ilustra a continuación haciendo referencia a la figura 10.

La figura 9 muestra, utilizando un diagrama de flujo, las etapas de acceso al medio basadas en el esquema de acceso al medio de EDCA convencional.

15 Las etapas 900 a 920 describen una espera convencional introducida en el mecanismo de EDCA para reducir las colisiones en un medio inalámbrico compartido. En la etapa 900, el nodo 500 detecta el medio esperando a que esté disponible (es decir, la energía detectada está por debajo de un umbral determinado en el canal principal).

20 Cuando el medio se vuelve libre durante una ranura temporal de contención o "período DIFS", se ejecuta la etapa 910, en la que el nodo 500 decrementa todos los contadores de contención de cola, AC[], activos (distintos de cero) 211 en uno. En otras palabras, el nodo decrementa los valores de contención de cola cada unidad de tiempo elemental DIFS que el canal de comunicación se detecta como inactivo.

25 A continuación, en la etapa 920, el nodo 600 determina si por lo menos uno de los contadores de contención de AC alcanza el cero.

Si ningún contador de contención de cola de AC alcanza el cero, el nodo 500 espera otra ranura temporal de contención (habitualmente 9 μ s), y, por tanto, vuelve a la etapa 900 con el fin de detectar el medio de nuevo durante la siguiente ranura temporal de contención.

30 Si por lo menos un valor de contención de cola de AC alcanza el cero, se ejecuta la etapa 930, en la que el nodo 500 (más concretamente, el gestor de colisiones virtuales 212) selecciona la cola de AC activa que tiene un contador de contención de cola igual a cero y que tiene la mayor prioridad.

35 En la etapa 940, se selecciona una cantidad apropiada de datos de esta AC seleccionada para su transmisión.

A continuación, en la etapa 950, el nodo 500 inicia una transmisión de EDCA, en caso de que, por ejemplo, se haya llevado a cabo con éxito un intercambio RTS/CTS para que se conceda una TXOP. Por tanto, el nodo 500 envía los datos seleccionados sobre el medio, durante la TXOP concedida.

40 A continuación, en la etapa 960, el nodo 500 determina si la transmisión de EDCA ha finalizado, en cuyo caso se ejecuta la etapa 970.

45 En la etapa 970, el nodo 500 actualiza la ventana de contienda, CW, de la cola de tráfico seleccionada basándose en el estado de la transmisión (ACK positivo o negativo, o ACK no recibido). Habitualmente, el nodo 500 duplica el valor de CW si la transmisión falló, hasta que CW alcanza el valor máximo CW_{max} definido por el estándar 802.11 y que depende del tipo de AC de los datos. Por otra parte, si la transmisión de EDCA tiene éxito, la ventana de contienda CW se establece al valor mínimo CW_{min} , también definido por el estándar 802.11 y que también depende del tipo de AC de los datos.

50 A continuación, si la cola de tráfico seleccionada no está vacía después de la transmisión de datos de EDCA, se selecciona aleatoriamente un nuevo contador de contención de cola asociado a partir de [0, CW], de forma similar a la etapa 804.

55 Esto finaliza el proceso de la figura 9.

Según las realizaciones de la invención, un valor actual de por lo menos un parámetro de contienda de canal, incluyendo, por ejemplo, dichos valores de contador de contención de cola, y/o las ventanas de contienda de AC, y/o incluso CW_{min} y/o CW_{max} , se pueden modificar a un valor penalizado. Se trata de reducir la probabilidad de que el nodo acceda a un canal de comunicación a través de contienda de EDCA, con el fin de restaurar la imparcialidad que se puede haber desviado debido a las oportunidades de acceso al medio adicionales proporcionadas a algunos nodos por el acceso OFDMA a RU.

65 Por tanto, un valor actual distinto de cero se puede modificar a un valor penalizado degradado y, por tanto, también distinto de cero.

Dicha modificación tiene lugar cuando el nodo transmite datos almacenados localmente sobre una unidad de recurso a la que se ha accedido formando parte de una oportunidad de transmisión concedida a otro nodo, normalmente el AP, en el canal de comunicación. En otras palabras, durante un acceso OFDMA a RU, tal como se describirá a continuación haciendo referencia a la figura 10.

La figura 10 muestra, utilizando un diagrama de flujo, las etapas del acceso a unidades de recurso basado en un esquema de acceso a RU u OFDMA después de recibir una trama de activación que define RU.

En la etapa 1010, el nodo determina si se recibe una trama de activación desde el punto de acceso en la red de comunicación, reservando la trama de activación una oportunidad de transmisión concedida al punto de acceso sobre el canal de comunicación y definiendo unidades de recurso, RU, que forman el canal de comunicación. En caso afirmativo, el nodo analiza el contenido de la trama de activación recibida.

En la etapa 1020, el nodo determina si puede transmitir o no datos sobre una de las RU definidas en la trama de activación recibida. La determinación puede implicar una o las dos de dos condiciones, relativas en particular al tipo de RU.

Analizando el contenido de la TF recibida, el nodo determina si una RU definida es o no una unidad de recurso planificada asignada al nodo por el punto de acceso. Esto se puede hacer buscando su propio AID en la TF recibida, cuyo AID se asociará con una RU planificada concreta a utilizar para la transmisión.

Además, analizando el contenido de la TF recibida, el nodo determina si se definen o no una o varias RU aleatorias en la TF, es decir, RU cuyo acceso se realiza a través de contienda utilizando parámetros de contienda de RU dedicados (incluyendo el valor de OBO 700 mencionado anteriormente). En ese caso, el nodo determina también si su valor de OBO 700 actual permite o no seleccionar una RU aleatoria (en particular, si OBO 700 es menor que el número de RU aleatorias en la TF).

Si una RU planificada se asigna al nodo o se permite que este último acceda a una RU aleatoria, el nodo determina el tamaño de la(s) RU(s) aleatoria(s)/planificada(s) a utilizar y se ejecuta la etapa 1030. De otro modo, el nodo decrementa el valor de contención de RU, OBO, 700 basándose en el número de unidades de recurso aleatorias definidas en la trama de activación recibida, y el proceso finaliza, ya que el nodo no puede acceder a ninguna RU definida por la TF recibida.

En la etapa 1030, el nodo selecciona por lo menos una de las colas de tráfico 210 de las que se seleccionan los datos a transmitir, y añade datos de la cola o colas seleccionadas a la memoria intermedia de transmisión hasta que la cantidad de datos alcanza el tamaño de la unidad de recurso seleccionada a utilizar.

Pueden existir diversos criterios para seleccionar una cola de tráfico actual.

Por ejemplo, se puede hacer de los siguientes modos:

seleccionando la cola de tráfico 210 que tiene el valor de contención de cola asociado más bajo. La selección de la cola de tráfico depende así del valor de la contención de EDCA 211;
seleccionando aleatoriamente una cola de tráfico no vacía de entre las colas de tráfico;
seleccionando la cola de tráfico que almacena la mayor cantidad de datos (es decir, la más cargada);
seleccionando una cola de tráfico no vacía que tiene la prioridad de tráfico asociada más alta (dadas las categorías AC mostradas en la figura 2b);
seleccionando una cola de tráfico no vacía asociada con un tipo de datos que se corresponde con un tipo de datos asociado con la unidad de recurso (el tipo de datos se puede definir en un campo dedicado de la TF cuando el AP define las RU) sobre la que se van a transmitir los datos a seleccionar.

A continuación, en la etapa 1040, el nodo almacena un elemento de información que representa la cantidad de datos seleccionados así de la cola de tráfico actual, para su transmisión en la RU. Por ejemplo, el nodo actualiza una lista de colas de emisión insertando la cantidad de datos seleccionada de la cola de tráfico actual.

Esta lista de colas de emisión se puede implementar a través de una tabla que contiene, para cada cola de tráfico, la cantidad de datos puestos en la memoria intermedia de transmisión.

Este elemento de información se puede utilizar para ajustar la forma en que se modifican algunos parámetros de contienda según las enseñanzas de la invención. A continuación, se describen las realizaciones basadas en dicho elemento de información.

En la etapa 1050, el nodo determina si la cantidad de datos almacenada en la memoria intermedia de transmisión es suficiente o no para llenar la unidad de recurso seleccionada.

En caso negativo, todavía hay espacio para datos adicionales en la unidad de recurso. Por tanto, el proceso vuelve a

la etapa 1030, durante la cual se selecciona otra cola de tráfico, utilizando el mismo criterio de selección. De este modo, la memoria intermedia de transmisión se llena progresivamente hasta alcanzar el tamaño de la unidad de recurso seleccionada.

- 5 En una variante que evita mezclar datos de dos o más colas de tráfico (es decir, los datos para la RU seleccionada se seleccionan desde una única cola de tráfico), se pueden añadir datos de relleno para llenar completamente la RU seleccionada. Esto se hace para garantizar que toda la duración de la RU tenga energía que puedan detectar los nodos heredados.
- 10 Una vez que la memoria intermedia de transmisión está llena para la RU seleccionada, la etapa 1060 inicia la transmisión de OFDMA de los datos almacenados en la memoria intermedia de transmisión al AP. La transmisión de OFDMA se basa en los subcanales y la modulación de OFDMA definidos en la trama de activación recibida, y, especialmente, en la definición de la RU.
- 15 A continuación, una vez que se ha llevado a cabo la transmisión, y, preferentemente, después de una transmisión con éxito (es decir, se recibe un acuse de recibo del AP), la etapa 1070 determina el valor o valores de penalización a aplicar a uno o varios parámetros de EDCA de la cola o colas de tráfico, con el fin de modificarlo(s) a valor o valores penalizados.
- 20 Se pueden contemplar varias posibilidades para determinar el valor o valores de la penalización en la etapa 1070.

En una primera posibilidad, la trama de activación recibida (en la etapa 1010) incluye uno o varios valores de penalización a aplicar por el nodo a uno o varios valores actuales para obtener el valor penalizado de uno o varios parámetros de contienda de cola (por ejemplo, el valor de contención de AC). Por tanto, el valor de penalización se recupera de la TF.
- 25 Ejemplos de cálculo de dicho valor o valores de penalización por el AP y de adición del mismo o de los mismos a la TF se describen a continuación haciendo referencia a las figuras 11a y 11b.
- 30 En una variante del primer ejemplo, una trama de baliza recibida incluye uno o varios valores de penalización (predeterminados) a aplicar por el nodo a uno o varios valores actuales para obtener el valor penalizado de uno o varios parámetros de contienda de cola (por ejemplo, el valor de contención de AC).
- 35 De hecho, el estándar 802.11 define una trama de baliza como una trama que difunde la información de red de 802.11 a todos los nodos de la red de comunicación. La trama de baliza se transmite periódicamente, aproximadamente cada 100 milisegundos, durante los cuales los nodos o el AP realizan una pluralidad de accesos a red. Por tanto, el nodo considerado recibe periódicamente dicha trama de baliza del punto de acceso, difundiendo cada trama de baliza información de red sobre la red de comunicación a la pluralidad de nodos.
- 40 Dado que el AP puede enviar varias tramas de activación entre dos tramas de baliza consecutivas, las realizaciones pueden dar a conocer la utilización del valor de penalización recuperado de una primera trama de baliza como un valor de penalización predeterminado, y la actualización de este valor de penalización predeterminado (a través de sustitución o a través de modificación) basándose en un valor de penalización recuperado de cada trama de activación sucesiva antes de la siguiente trama de baliza. De este modo, el AP puede ajustar a lo largo del tiempo el
- 45 valor de penalización a aplicar. En otras palabras, el nodo utiliza el valor de penalización incluido en la trama de activación para modificar el valor de penalización incluido en la trama de baliza, con el fin de obtener un valor de penalización final a aplicar al valor actual para obtener el valor penalizado del parámetro de contienda de cola.
- 50 En el segundo ejemplo, el valor de penalización es un valor fijo definido por el estándar y no transmitido desde el AP. Por tanto, el nodo lo recupera de una memoria local.
- 55 En el tercer ejemplo, el valor de la penalización a aplicar a los parámetros de contienda de EDCA/canal se puede determinar basándose en la cantidad de datos transmitidos en la etapa 1060. Esta información se puede recuperar de la lista actualizada en la etapa 1040. La cantidad de datos se puede expresar como un múltiplo de una cantidad de datos de referencia, habitualmente 256 bytes.
- 60 En el tercer ejemplo, el nodo multiplica esta cantidad de datos por un factor de penalización. Este enfoque hará posible que el nodo modifique el valor actual de un parámetro de contienda de canal a un valor penalizado dependiendo de la cantidad de datos transmitidos en la unidad de recurso a la que se ha accedido en la etapa 1060.
- 60 El primer ejemplo descrito anteriormente se puede utilizar para recuperar el factor de penalización: se puede recuperar de la TF, de una trama de baliza (y posiblemente actualizado) o puede ser un valor fijo.
- 65 Tener en cuenta la cantidad de datos realmente transmitida, hace posible ventajosamente evitar penalizar mucho a un nodo que solo envía una cantidad de datos reducida mediante el esquema de OFDMA.

En el cuarto ejemplo, el valor de penalización a aplicar a los parámetros de EDCA/canal depende de la prioridad de las colas de tráfico, es decir, depende del tipo de datos considerado (véase la figura 2b).

5 Por tanto, en este caso, el nodo recupera un conjunto de valores de penalización, estando asociado cada valor con una cola de AC o un tipo de datos específico. Por supuesto, cada uno de estos valores de penalización se puede calcular según cualquiera de la primera, la segunda y la tercera realizaciones anteriores.

10 En particular, la trama de baliza recibida o la trama de activación recibida pueden incluir una pluralidad de valores de penalización asociados con tipos de datos respectivos. En ese caso, el nodo selecciona un valor de penalización de la pluralidad basándose en un tipo de datos asociado con una cola de tráfico correspondiente a un parámetro de contienda de canal a modificar.

15 Una vez que se han recuperado el valor o valores de penalización, se ejecuta la etapa 1080 con el fin de modificar realmente el parámetro o parámetros de contienda de EDCA/canal. Tal como se ha mencionado anteriormente, se trata de reducir la probabilidad de transmisión de EDCA para el nodo.

20 Como se conoce ampliamente, la probabilidad de transmisión de EDCA se controla principalmente por dos parámetros: primero, el tamaño de la ventana de congestión CW de cada cola de AC 210, y segundo, el valor actual de las contenciones de AC/cola 211, siendo decrementadas por el nodo a lo largo del tiempo para acceder al canal de comunicación hasta alcanzar el cero. Los parámetros de EDCA también incluyen los límites CW_{min} , CW_{max} y el espacio intertrama de arbitraje AIFS.

25 Por tanto, la etapa 1080 de modificar uno o varios parámetros de EDCA aplicando un valor de penalización se puede realizar en uno o varios de esos elementos.

En ejemplos, el parámetro de contienda de canal modificado incluye un valor de contención de cola, por ejemplo, todos los valores de contención de cola 211.

30 En otros ejemplos, el parámetro de contienda de canal modificado incluye un tamaño de una ventana de contienda CW del que se selecciona inicialmente un valor de contención de cola 211.

35 Dado que el valor de penalización se puede calcular dinámicamente después de cada transmisión MU de UL, merece la pena modificar no solo el tamaño o tamaños de las ventanas de congestión de las colas de AC, sino también el valor o valores de contención de cola 211 actuales.

40 Con respecto a la modificación de un valor de contención de cola 211, el nodo puede añadir el valor de penalización recuperado (utilizado así como una compensación) a dicho valor de contención de cola, preferentemente a cada valor de contención de cola 211 (salvo que el valor de penalización específico se utilice por tipo de datos o por prioridad de AC, tal como se ha explicado anteriormente haciendo referencia al cuarto ejemplo de la etapa 1070).

45 En una variante que busca, de manera similar, afectar a las diversas colas de EDCA, el valor de penalización utilizado como valor de compensación se puede ajustar basándose en el tamaño de la ventana de congestión correspondiente (se debe realizar para cada cola de tráfico si es apropiado). En otras palabras, el valor de penalización añadido al valor de contención de cola es función del tamaño de la ventana de contienda desde la que se ha seleccionado inicialmente el valor de contención de cola. De hecho, cuanto mayor sea el tamaño de la ventana de contienda, mayor será el valor de contención de cola en general. Por tanto, para ser imparcial, el impacto sobre las colas de tráfico preferentemente se hace proporcional a la ventana de contienda.

50 Por ejemplo, el valor de penalización añadido (utilizado como una compensación) se puede calcular como el producto de un valor de penalización recuperado anteriormente (etapa 1070) por una relación entre el tamaño de la ventana de contienda CW y el límite inferior CW_{min} del intervalo de selección desde el que se selecciona CW. En consecuencia, la penalización también tiene en cuenta una estimación de la carga de red, para hacerla imparcial y eficiente.

55 Con respecto a la modificación del tamaño de la ventana de contienda CW (ya sean todas las CW o una CW específica de una cola de AC), se puede realizar multiplicando CW por el factor de penalización determinado en la etapa 1070.

60 Se puede proporcionar una modificación similar para el límite inferior CW_{min} y/o para el límite superior CW_{max} , definiendo ambos el intervalo de selección desde el que se selecciona CW.

65 Se puede observar que el acceso OFDMA puede vaciar una o varias colas de tráfico 210. Para garantizar la coherencia entre los valores de contención de EDCA 211 y el contenido de su cola de tráfico 210 asociada dada esta situación, también se da a conocer, en la etapa 1080, que el nodo puede borrar (es decir, desactivar), un valor de contención de cola correspondiente a una cola de tráfico cuando no quedan más datos a transmitir al punto de acceso en la cola de tráfico después de la etapa de transmitir datos.

Proporcionando (penalizando) ajustes de los parámetros de contienda de EDCA/canal, la presente invención restaura la imparcialidad entre los nodos heredados y los nodos 802.11ax, dadas las oportunidades adicionales para que los últimos accedan al medio a través de RU ofrecidas por el AP.

Tal como se ha mencionado anteriormente, el AP puede proporcionar uno o varios valores de penalización a los nodos. Se pueden añadir a las TF o a las tramas de baliza enviadas.

Con fines ilustrativos, el cálculo y la provisión de dichos valores de penalización por el AP se describe, a continuación, haciendo referencia a la figura 11a.

Tal como se ha mencionado anteriormente, el AP determina un valor (o valores) de penalización a partir de un historial de datos recibidos de los nodos (a través de transmisión de EDCA o de OFDM); y envía, a los nodos, el valor (o valores) de penalización determinados para dirigir a los nodos para que modifiquen sus valores actuales de uno o varios parámetros de contienda de EDCA/canal a valores penalizados basados en el valor (o valores) de penalización enviados después de que los nodos transmitan datos sobre una unidad de recurso a la que se ha accedido. De nuevo, se trata de reducir la probabilidad de que los nodos accedan al canal de comunicación a través de contienda, restaurando así la imparcialidad con respecto a los nodos heredados.

La figura 11a ilustra, utilizando un diagrama de flujo, las etapas generales para que el AP calcule y envíe uno o varios valores de penalización. Por supuesto, en caso de que el AP no envíe dichos valores de penalización, el AP lleva a cabo el procesamiento convencional.

La etapa 1100 se lleva a cabo de forma continua por el AP después de recibir datos de los nodos sobre uno de los dos canales de comunicación a los que acceden el uno o varios nodos, o sobre las unidades de recurso a las que acceden el uno o varios nodos, o ambos, formando parte cada unidad de recurso de una oportunidad de transmisión concedida al punto de acceso en el canal de comunicación. Por tanto, la etapa 1100 se realiza después de recibir cada nuevo paquete de datos de los nodos.

En la etapa 1100, el AP actualiza las estadísticas locales sobre la utilización de los dos esquemas de acceso al medio, el esquema de acceso de EDCA y el esquema de acceso de OFDMA/RU.

Por tanto, cada vez que el AP recibe un nuevo paquete mediante uno o el otro de los dos esquemas de acceso al medio, actualiza las estadísticas internas sobre la cantidad de datos recibida a través de cada uno de ambos esquemas.

El historial se puede basar en una ventana temporal móvil con el fin de reflejar eficientemente la situación actual de la red de comunicación, independientemente de eventos antiguos. Por ejemplo, la ventana temporal móvil se define como un múltiplo de la periodicidad de trama de baliza (por ejemplo, representando cinco periodicidades de trama de baliza una ventana de aproximadamente 500 ms). Por ejemplo, la ventana temporal móvil puede comenzar a partir de una trama de baliza. En una variante, puede ser una ventana temporal deslizante.

En variantes, el historial también se puede realizar a partir de la última transmisión de un valor de penalización, tal como se describe a continuación. Se aplica particularmente cuando dicha transmisión se hace condicional a criterios.

Todavía en la etapa 1100, la relación relativa de utilización de los dos accesos al medio, es decir, la relación de utilización de ancho de banda de unidades de recurso a las que se ha accedido (a través de OFDMA) por los nodos para transmitir datos al punto de acceso, con respecto a una utilización de ancho de banda total de canales de comunicación y unidades de recurso (EDCA y OFDMA) a los que acceden los nodos para transmitir datos al punto de acceso se puede evaluar para actualizar también las estadísticas internas. Esta relación proporciona una estimación de la eficiencia de la penalización.

Opcionalmente, el AP puede actualizar las estadísticas internas sobre la eficiencia de los dos esquemas de acceso al medio, por ejemplo, contando el número de colisiones que se producen en cada acceso al medio para el conjunto básico considerado. Dichas estadísticas adicionales proporcionan una indicación sobre la utilidad del proceso de penalización con respecto a la utilización actual de la red. Por tanto, se pueden utilizar para decidir si se debe transmitir o no el valor de penalización, tal como se describe a continuación haciendo referencia a la etapa opcional 1115.

Dado que las estadísticas sobre el historial evolucionan a lo largo del tiempo, el AP calcula ocasionalmente un nuevo valor de penalización a enviar a los nodos. Se trata de la etapa 1110. La última se activará periódicamente, por ejemplo, después de recibir cada paquete de datos del nodo, o, más eficientemente, al preparar cada nueva trama de baliza y/o cada nueva trama de activación.

En ejemplos, un valor de penalización actual local al AP se actualiza basándose en una estimación actual de la

relación mencionada anteriormente de utilización de ancho de banda. El valor de penalización inicial al iniciar el AP o al restablecer las estadísticas/historial se puede establecer en 0 (sin penalización).

El valor de penalización se puede definir dentro de un intervalo de penalización desde un valor mínimo (0 en el ejemplo anterior) hasta un valor máximo que puede corresponder a prohibir el esquema de acceso de EDCA. En realizaciones, el valor de penalización puede tomar valores discretos dentro del intervalo de penalización. Por ejemplo, definiendo el intervalo de penalización en porcentajes, desde el 0 % hasta el 100 %, el intervalo de penalización puede tomar las decenas: 0 %, 10 %, 20 %, etc. Utilizar valores discretos proporciona estabilidad al sistema.

Por ejemplo, el valor de penalización actual se incrementa cada vez que una evaluación de dicha relación es menor que un umbral objetivo predefinido (por ejemplo, 20 %, definido por el administrador de celda, por ejemplo, o establecido por el estándar). Dicho incremento se lleva a cabo hasta que la relación de utilización de los esquemas de acceso al medio OFDMA MU de UL alcanza el umbral objetivo. Por tanto, esto favorece la utilización de los accesos al medio OFDMA MU de UL para los nodos 802.11ax.

Por otra parte, el valor de penalización actual se decrementa cada vez que una evaluación de dicha relación es mayor que un umbral objetivo predefinido. Se trata de reducir inversamente el fomento de MU de enlace ascendente a través de RU, con el fin de reducir el riesgo de tener colisiones en el mismo.

Además, decidir enviar o no dicho valor de penalización calculado se puede basar en las estadísticas sobre la eficiencia de los dos esquemas de acceso al medio. Por ejemplo, decidir enviar el valor de penalización actual puede depender de una relación entre un número de unidades de recurso a las que se ha accedido que experimentan colisiones, y un número total de unidades de recurso a las que acceden los nodos para transmitir datos al punto de acceso.

Como un ejemplo, el fomento de los accesos al medio OFDMA MU de UL se puede reforzar (enviando el valor de penalización o cualquier nuevo valor de penalización) cuando la relación de unidades de recurso con colisión se mantiene baja (menor que un umbral predefinido). Por otra parte, el fomento de los accesos al medio OFDMA MU de UL se debe reducir (no enviando el valor de penalización o cualquier nuevo valor de penalización) cuando la relación de unidades de recurso con colisión es demasiado alta.

En variantes, el valor de penalización puede ser un valor fijo proporcionado por el estándar (por tanto, almacenado localmente en el AP) y calculado para optimizar una relación de utilización del esquema de acceso al medio MU de UL. Por tanto, el AP solo recupera este valor de la memoria local.

Por tanto, después de la etapa 1110, el AP determina, opcionalmente, en la etapa 1115 si la relación basada en colisión es baja o alta. Si es alta, el valor de penalización calculado en la etapa 1110 no se envía (no se muestra en la figura).

De lo contrario, el AP envía el valor de penalización a los nodos.

El valor de penalización se envía en la siguiente trama de activación que reserva una oportunidad de transmisión para el punto de acceso en el canal de comunicación y define unidades de recurso, RU, que forman el canal de comunicación. Por tanto, la etapa 1120 se ejecuta si el valor actual de la penalización se introduce en la siguiente trama de activación que se enviará a los nodos. Esto se puede hacer introduciendo el valor de penalización en el campo de información dependiente de activación 1180 de la trama de activación, tal como se muestra en la figura 11b.

La figura 11b ilustra la estructura de una trama de activación tal como se define en el borrador del estándar 802.11ax.

La trama de activación 1160 está formada por un campo dedicado 1170 denominado campo de información común. Este campo contiene un campo de información común dependiente de activación 1180 en el que se pueden introducir los valores de penalización.

Los otros campos de la trama de activación se definen en el estándar 802.11ax.

Una vez que el valor de penalización se ha introducido en la trama de activación, la última se puede enviar a los nodos en la etapa 1130.

Estos ejemplos se utilizan de forma ventajosa cuando el AP calcula dinámicamente el valor de penalización.

El valor de penalización se envía en la siguiente trama de baliza que difunde información de red sobre la red de comunicación a la pluralidad de nodos. Por tanto, la etapa 1140 se ejecuta si el valor de penalización se introduce en la siguiente trama de baliza. Esto se puede hacer introduciendo el valor de penalización en un elemento de

información dedicado.

A continuación, se ejecuta la etapa 1150, y la trama de baliza que contiene el valor de penalización se envía a todos los nodos.

5 Estos otros ejemplos se utilizan ventajosamente cuando el valor de penalización es un valor fijo recuperado de la memoria local por el AP.

10 Haciendo referencia al cuarto ejemplo de la etapa 1070 anterior, el AP debe calcular y transmitir un conjunto de valores de penalización correspondientes a los tipos de datos respectivos (o prioridades de AC). Esto significa que el punto de acceso determina (como en la etapa 1110) un valor de penalización para cada tipo de datos, a partir de un historial de datos recibidos que tienen el mismo tipo de datos; y el AP envía, a los nodos, una pluralidad de valores de penalización asociados con tipos de datos respectivos.

15 Muchas modificaciones y variaciones diferentes se plantearán por sí solas a los expertos en la materia después de hacer referencia a las realizaciones ilustrativas anteriores, que se proporcionan solo a modo de ejemplo, y que no pretenden limitar el alcance de la invención, determinándose el mismo únicamente por las reivindicaciones adjuntas. En particular, las diferentes características de las diferentes realizaciones se pueden intercambiar si es apropiado.

20 En las reivindicaciones, la palabra "comprende" no excluye otros elementos o etapas, y el artículo indefinido "un" o "uno" no excluye una pluralidad. El mero hecho de que diferentes características se citen en reivindicaciones dependientes mutuamente diferentes no indica que no se pueda utilizar ventajosamente una combinación de estas características.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de comunicación apropiado para una red de comunicación que comprende una pluralidad de nodos (101 a 107), un módulo de nodo configurado para competir por el acceso a un canal de comunicación de la red de comunicación utilizando contienda de acceso al canal distribuido mejorado, EDCA, basada en parámetros de EDCA, con el fin de transmitir datos; y comprendiendo el procedimiento, en el nodo:
transmitir (1060) datos sobre una unidad de recurso multiusuario (410) proporcionada por otro nodo (110) dentro de una oportunidad de transmisión concedida al otro nodo en el canal de comunicación; y en respuesta a transmitir datos sobre la unidad de recurso multiusuario, actualizar (1080) un valor actual de uno o varios parámetros de EDCA basándose en un valor de penalización, recibir periódicamente una trama de baliza de un punto de acceso, difundiendo cada trama de baliza información de red sobre la red de comunicación a la pluralidad de nodos, en el que una trama de baliza recibida incluye una pluralidad de valores de penalización asociados con tipos de datos respectivos, seleccionar el valor de penalización de la pluralidad de valores de penalización basándose en un tipo de datos asociado con una cola de tráfico correspondiente al parámetro de EDCA a actualizar, en el que si el valor actual de uno de los parámetros de EDCA se actualiza a un valor predefinido, se prohíbe que el nodo acceda al canal de comunicación a través de contienda de EDCA.
2. Procedimiento, según la reivindicación 1, en el que la unidad de recurso multiusuario sobre la que se transmiten los datos es una unidad de recurso aleatoria.
3. Procedimiento, según la reivindicación 1, en el que la unidad de recurso multiusuario sobre la cual se transmiten los datos es una unidad de recurso planificada, asignando el otro nodo el recurso planificado al nodo.
4. Procedimiento, según la reivindicación 1, en el que el otro nodo es un punto de acceso de la red de comunicación en la que se registran los nodos.
5. Procedimiento, según la reivindicación 1, en el que actualizar el valor actual al valor predefinido es en respuesta a transmitir datos con éxito sobre la unidad de recurso multiusuario.
6. Procedimiento, según la reivindicación 1, que comprende, además, en el nodo, borrar un valor de contención de cola correspondiente a una cola de tráfico cuando no quedan más datos a transmitir al otro nodo en la cola de tráfico después de la etapa de transmitir datos, decrementándose el valor de contención de cola asociado con una cola de tráfico no vacía por el nodo a lo largo del tiempo para acceder al canal de comunicación hasta alcanzar el cero.
7. Procedimiento de comunicación apropiado para una red de comunicación que comprende un punto de acceso (110) y una pluralidad de nodos (101 a 107) registrados en el punto de acceso, un nodo configurado para competir por el acceso a un canal de comunicación de la red de comunicación utilizando contienda de acceso al canal distribuido mejorado, EDCA, basada en parámetros de EDCA, con el fin de transmitir datos; y comprendiendo el procedimiento, en el punto de acceso:
recibir datos del nodo sobre una unidad de recurso multiusuario (410) a la que accede el nodo, proporcionándose la unidad de recurso por el punto de acceso dentro de una oportunidad de transmisión concedida al punto de acceso en el canal de comunicación; recuperar, de la memoria local, un valor de penalización fijo para cada una de una pluralidad de tipos de datos asociados con colas de tráfico, en el que cada valor de penalización fijo se selecciona de un conjunto de valores asociados con los tipos de datos respectivos y que incluye un valor que prohíbe que los nodos accedan al canal de comunicación a través de contienda de EDCA; y enviar dentro de una trama de baliza, al nodo, los valores de penalización fijos recuperados para la pluralidad de tipos de datos para dirigir al nodo para que actualice un valor actual de uno o varios parámetros de EDCA, en el que si el valor actual de uno de los parámetros de EDCA se actualiza a un valor predefinido, se prohíbe que el nodo acceda al canal de comunicación a través de contienda de EDCA.
8. Procedimiento, según la reivindicación 7, en el que decidir enviar el valor de penalización al nodo depende de una relación entre un número de unidades de recurso multiusuario que experimentan colisiones, y un número total de unidades de recurso multiusuario a las que acceden los nodos para transmitir datos al punto de acceso.
9. Procedimiento, según la reivindicación 7, en el que el valor de penalización fijo recuperado se transmite en una trama de baliza que difunde información de red sobre la red de comunicación a la pluralidad de nodos.
10. Dispositivo de comunicación (101 a 107) apropiado para una red de comunicación que comprende una pluralidad de nodos, comprendiendo el dispositivo de comunicación:
un módulo de acceso al canal configurado para competir por el acceso a un canal de comunicación de la red de

comunicación utilizando contienda de acceso al canal distribuido mejorado, EDCA, basada en parámetros de EDCA, con el fin de transmitir datos; y
 un módulo de comunicación configurado para transmitir datos sobre una unidad de recurso multiusuario proporcionada por otro nodo dentro de una oportunidad de transmisión concedida al otro nodo en el canal de comunicación, y
 un controlador configurado para actualizar, en respuesta a transmitir datos sobre la unidad de recurso multiusuario por el módulo de comunicación, un valor actual de uno o varios parámetros de EDCA basándose en un valor de penalización,
 el módulo de comunicación está configurado, además, para recibir periódicamente una trama de baliza de un punto de acceso, difundiendo cada trama de baliza información de red sobre la red de comunicación a la pluralidad de nodos, en el que una trama de baliza recibida incluye una pluralidad de valores de penalización asociados con tipos de datos respectivos, y
 el controlador está configurado, además, para seleccionar el valor de penalización de la pluralidad basándose en un tipo de datos asociado con una cola de tráfico correspondiente al parámetro de EDCA a actualizar,
 en el que si el valor actual de uno de los parámetros de EDCA se actualiza a un valor predefinido, se prohíbe que el nodo acceda al canal de comunicación a través de contienda de EDCA por el módulo de acceso al canal.

11. Punto de acceso (110) apropiado para una red de comunicación que comprende un punto de acceso y una pluralidad de nodos, un nodo configurado para competir por el acceso a un canal de comunicación de la red de comunicación utilizando contienda de acceso al canal distribuido mejorado, EDCA, basada en parámetros de EDCA, con el fin de transmitir datos; y
 comprendiendo el punto de acceso:

un módulo de comunicación configurado para recibir datos del nodo sobre una unidad de recurso multiusuario a la que accede el nodo, proporcionándose la unidad de recurso multiusuario por el punto de acceso dentro de una oportunidad de transmisión concedida al punto de acceso en el canal de comunicación;
 un módulo de determinación de penalización configurado para recuperar, de la memoria local, un valor de penalización fijo para cada uno de una pluralidad de tipos de datos asociados con colas de tráfico, en el que cada valor de penalización fijo se selecciona de un conjunto de valores asociados con los tipos de datos respectivos y que incluye un valor que prohíbe que los nodos accedan al canal de comunicación a través de contienda EDCA por su módulo de acceso al canal;
 en el que el módulo de comunicación está configurado, además, para enviar, dentro de una trama de baliza, al nodo, los valores de penalización fijos recuperados para la pluralidad de tipos de datos para dirigir al nodo para que actualice un valor actual de uno o varios parámetros de EDCA, en el que si el valor actual de uno de los parámetros de EDCA se actualiza a un valor predefinido, se prohíbe que el nodo acceda al canal de comunicación a través de contienda de EDCA.

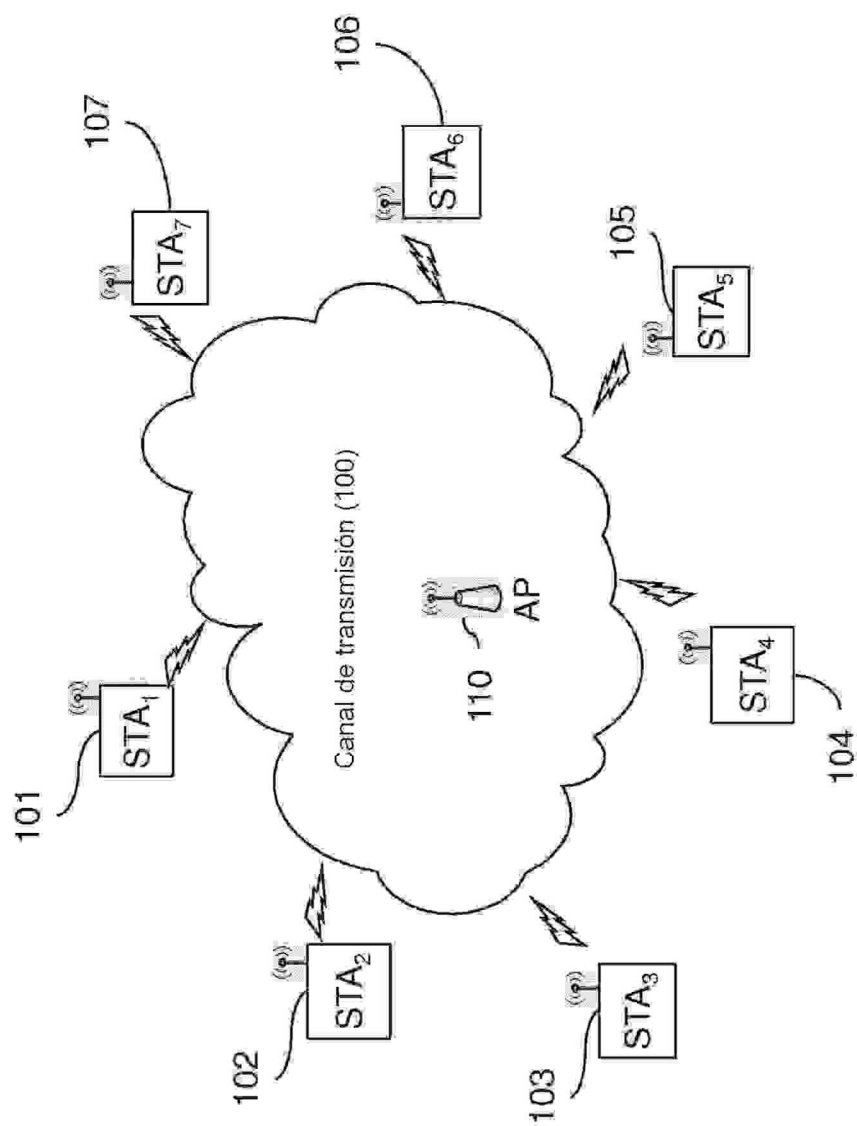


Fig. 1

ASIGNACIONES DE PRIORIDAD A CATEGORÍA DE ACCESO		
Prioridad	Categoría de Acceso (AC)	Designación (informativo)
1	0	Mejor esfuerzo
2	0	Mejor esfuerzo
0	0	Mejor esfuerzo
3	1	Sonda de video
4	2	Video
5	2	Video
6	3	Voz
7	3	Voz

Fig. 2b

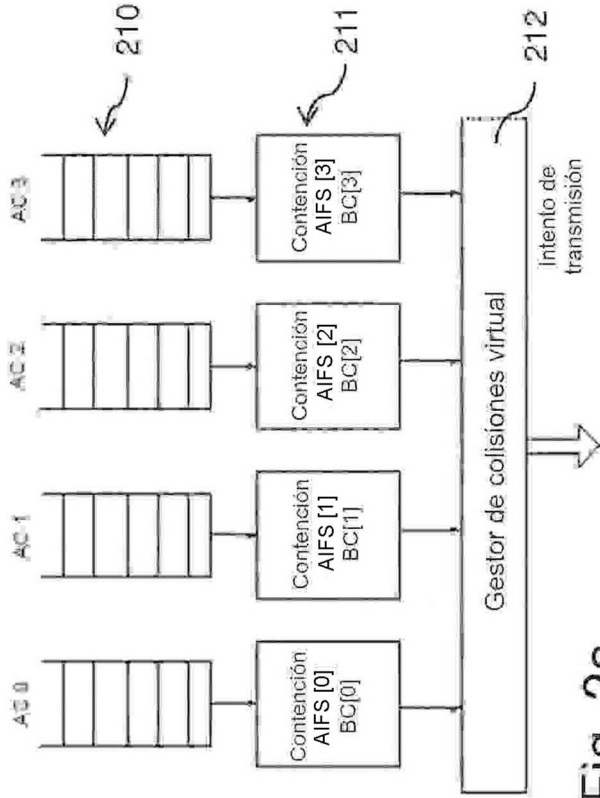


Fig. 2a

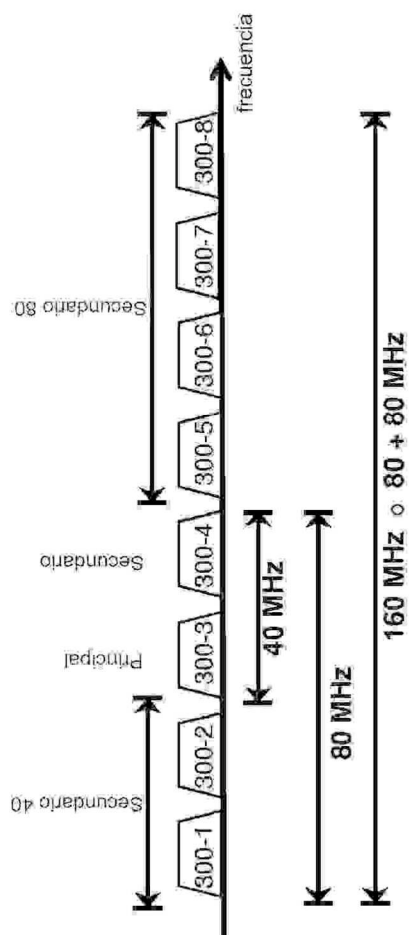


Fig. 3

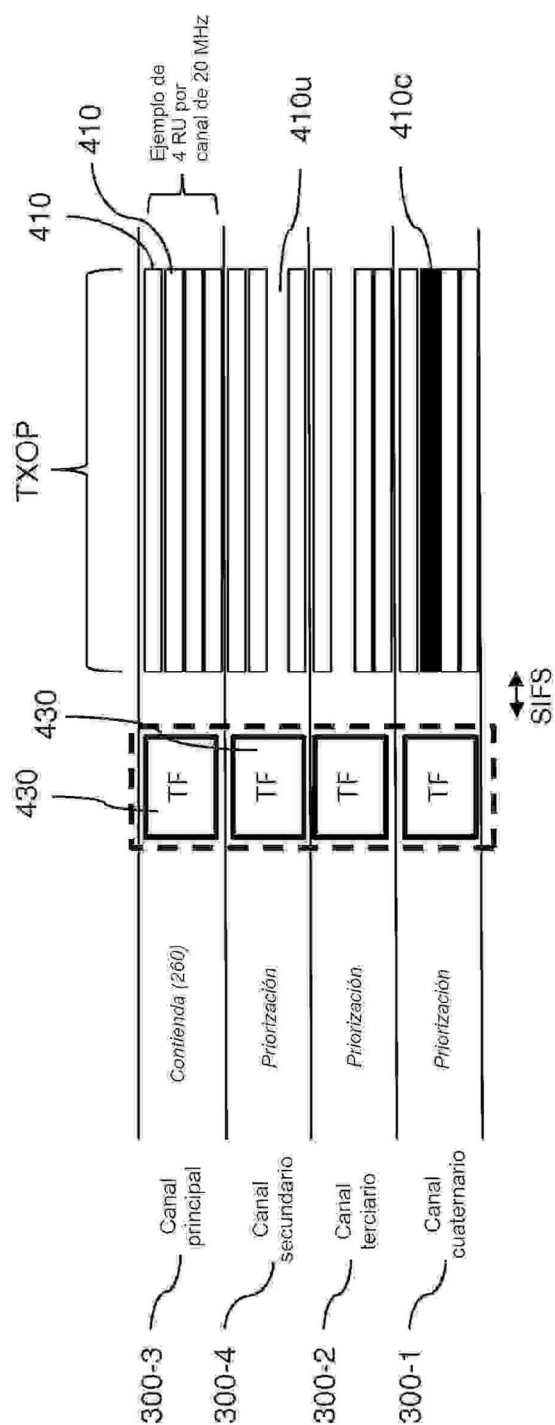
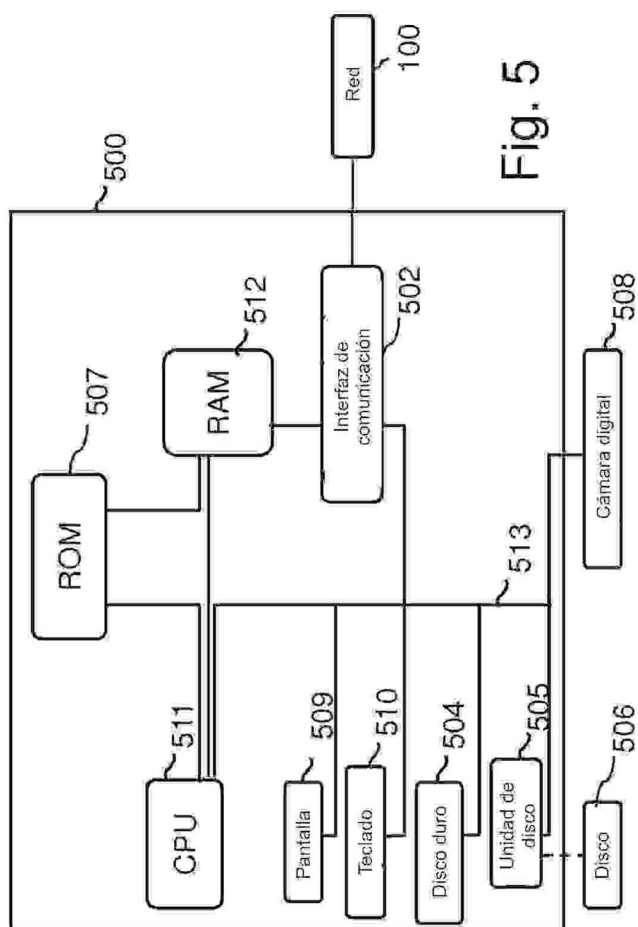
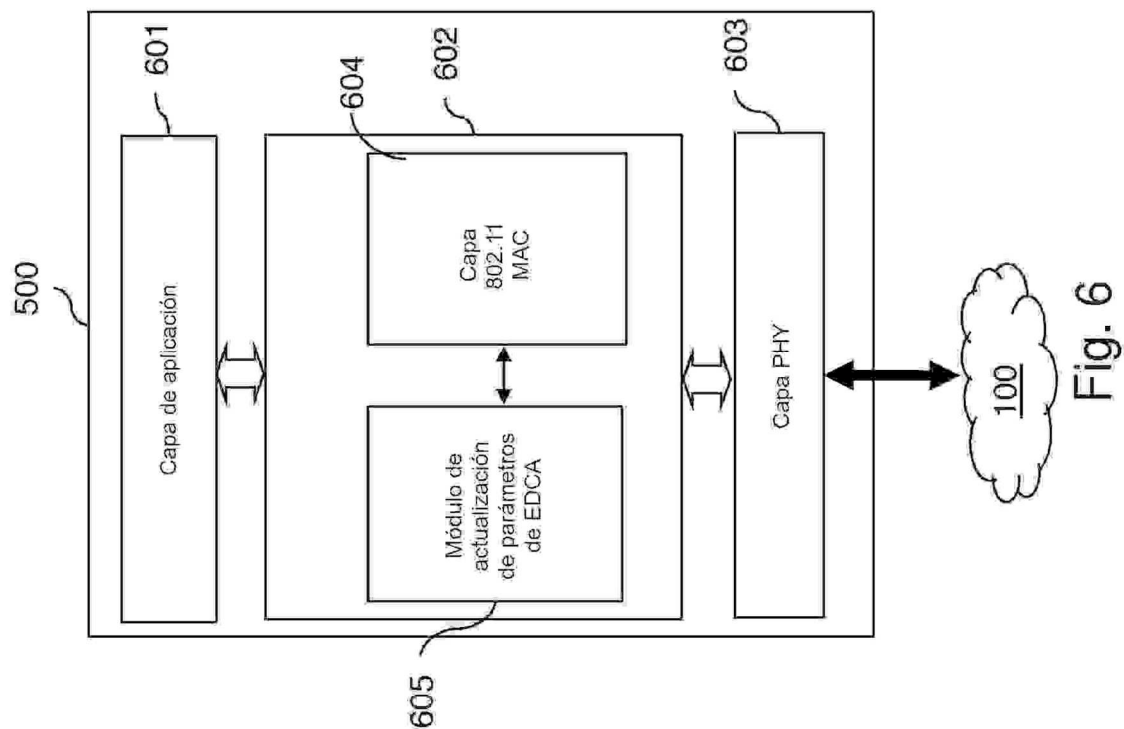


Fig. 4



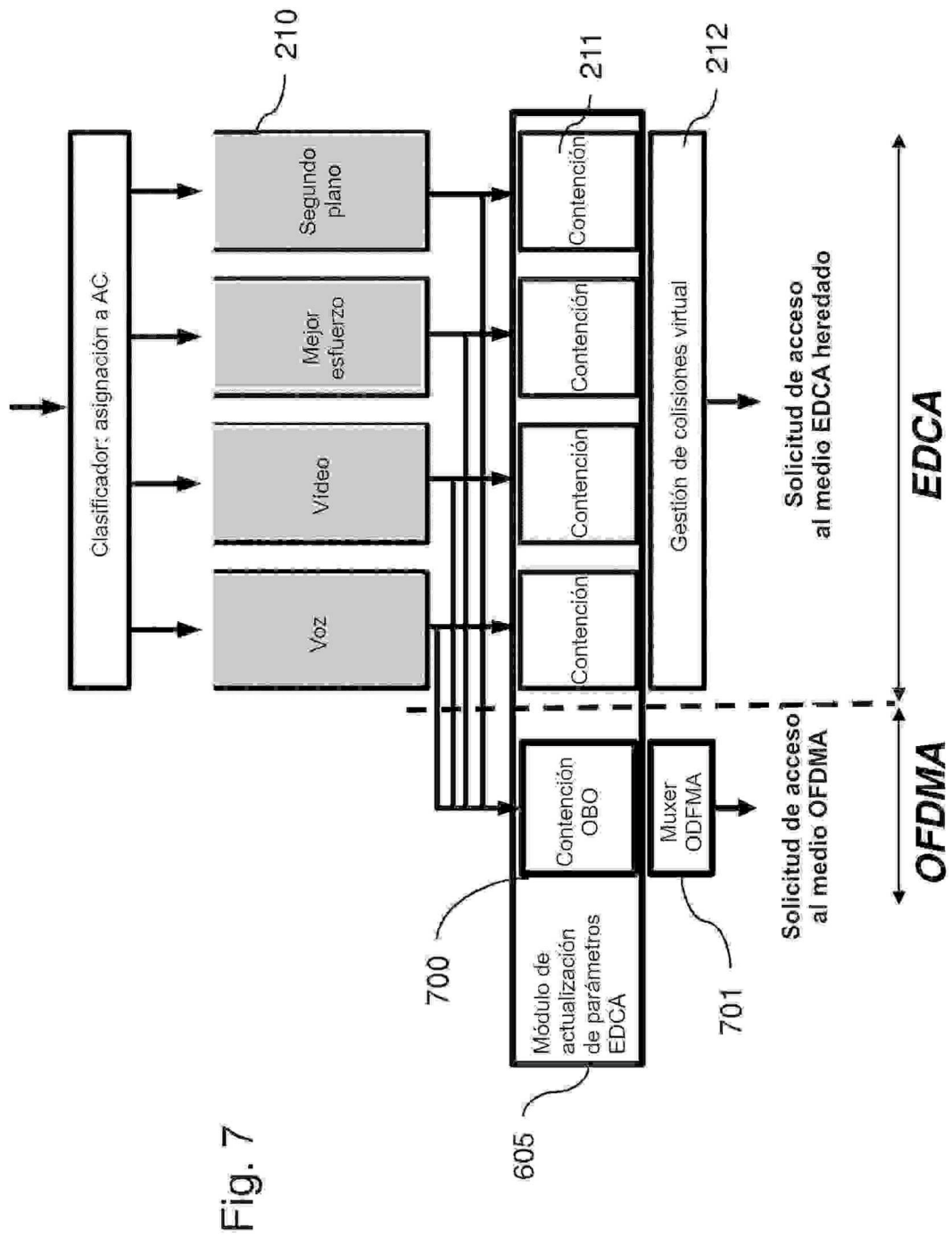


Fig. 8

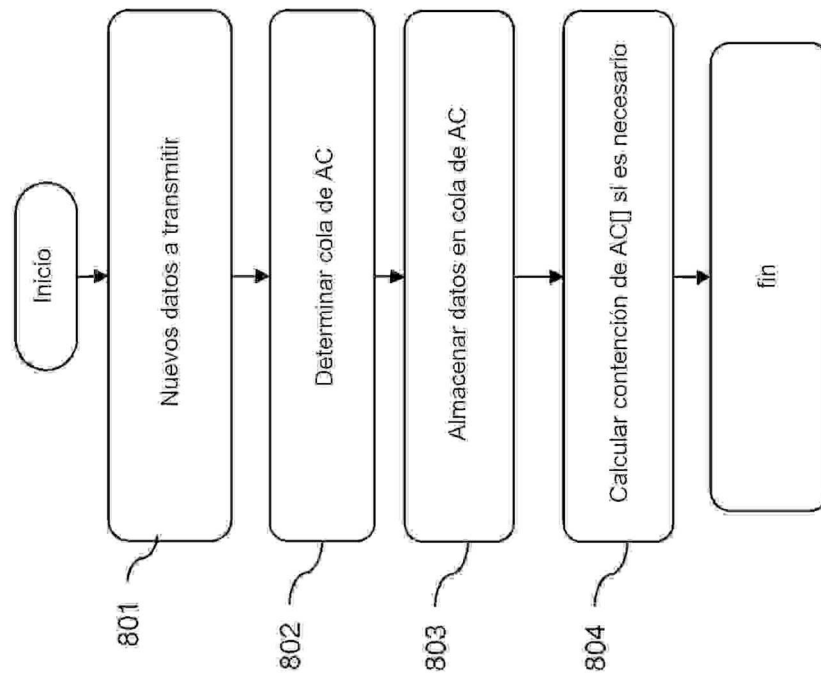


Fig. 9

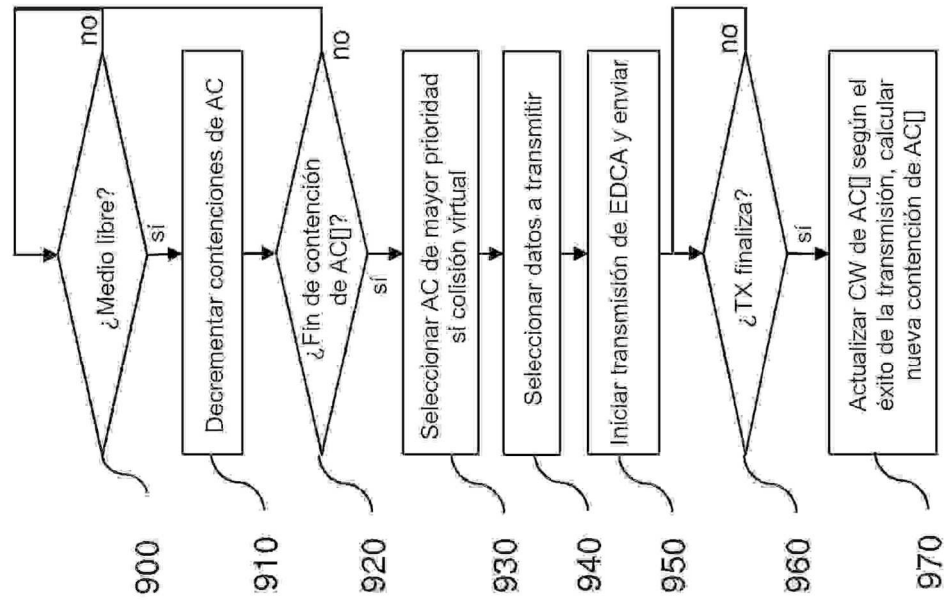


Fig. 10

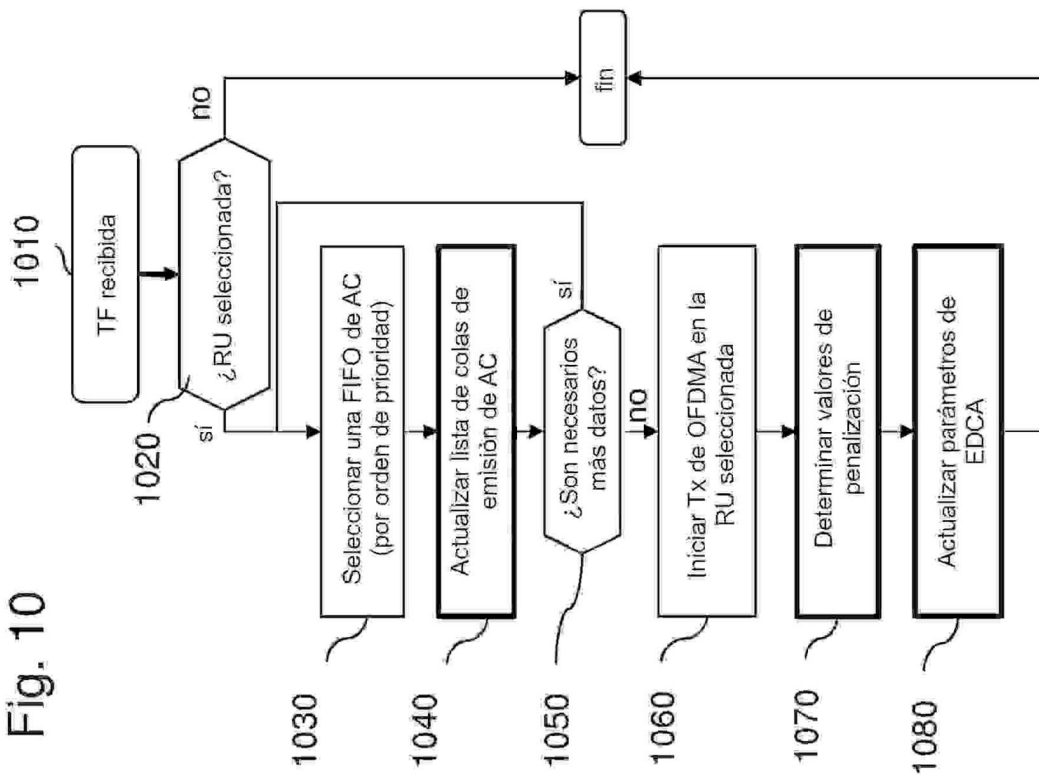


Fig. 11a

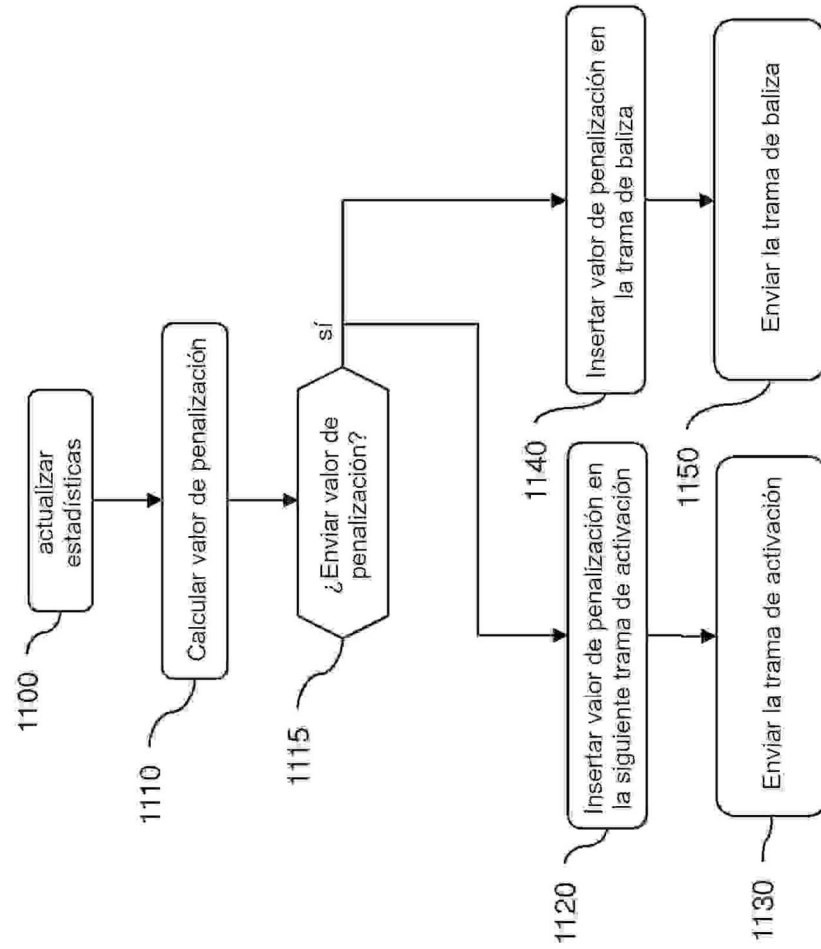
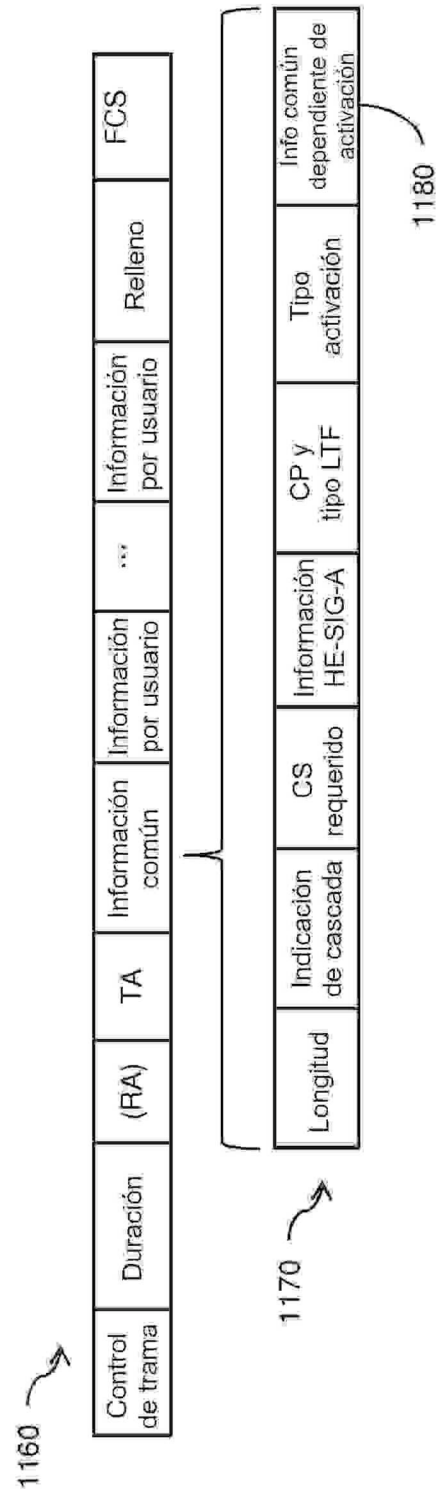


Fig. 11b



REFERENCIAS CITADAS EN LA DESCRIPCIÓN

Esta lista de referencias citada por el solicitante es únicamente para mayor comodidad del lector. No forman parte del documento de la Patente Europea. Incluso teniendo en cuenta que la compilación de las referencias se ha efectuado con gran cuidado, los errores u omisiones no pueden descartarse; la EPO se exime de toda responsabilidad al respecto.

Documentos de patentes citados en la descripción

- WO 2015066175 A1

Literatura no patente citada en la descripción

- Congestion control for UL MU random access. **WOJIN AHN**. IEEE DRAFT. YONSEI UNIV
- **DMITRIY KUPTSOV et al.** *How penalty leads to improvement: A measurement study of wireless backoff in IEEE 802.11 networks*