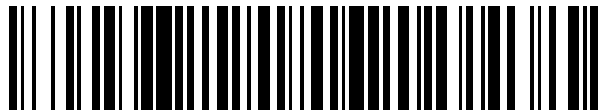


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 728 172**

51 Int. Cl.:

**H04W 28/06** (2009.01)

**H04L 1/18** (2006.01)

**H04L 1/16** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **18.11.2013 PCT/US2013/070626**

87 Fecha y número de publicación internacional: **30.05.2014 WO14081676**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.11.2013 E 13798516 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.03.2019 EP 2923514**

54 Título: **Método y sistema para mejorar la eficiencia de enlaces inalámbricos**

30 Prioridad:

**21.11.2012 US 201261729219 P**  
**14.03.2013 US 201313830385**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**22.10.2019**

73 Titular/es:

**UBIQUITI NETWORKS, INC. (100.0%)**  
**685 Third Ave., 27th Floor**  
**New York, NY 10017, US**

72 Inventor/es:

**DAYANANDAN, SRIRAM;**  
**IVANAUSKAS, DARIUS;**  
**KRIAUCIUNAS, MINDAUGAS;**  
**GADEIKIS, ANTANAS y**  
**BARKAUSKAS, KESTUTIS**

74 Agente/Representante:

**ISERN JARA, Jorge**

ES 2 728 172 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**

Método y sistema para mejorar la eficiencia de enlaces inalámbricos

5 Antecedentes

Campo

10 Esta divulgación está generalmente relacionada con redes inalámbricas. De manera más específica, esta divulgación está relacionada con un método y un sistema para mejorar la eficiencia de transmisión en un enlace inalámbrico.

Técnica relacionada

15 En años recientes, el fenomenal crecimiento de los dispositivos móviles, tales como teléfonos inteligentes y tabletas, ha dado lugar a una gran demanda en las redes inalámbricas. Particularmente, redes wifi, que se basan en la familia de estándares IEEE-802.11, se están volviendo cada vez más ubicuas.

20 En redes de capa 2 cableadas convencionales, como 10base-T, 100base-T, o 1000base-T Ethernet, la transmisión de un paquete generalmente no es seguida por un acuse de recibo desde el receptor. La entrega fiable de datos depende de protocolos de capa superior, tal como el Protocolo de Control de Transmisión (TCP), para reconocer al remitente los paquetes de datos recibidos y para garantizar que el remitente retransmita un paquete en el caso de una transmisión fallida.

25 Las redes inalámbricas tales como las redes IEEE 802.11a/b/g/n/ac, sin embargo, requieren el acuse de recibo explícito del receptor para cada paquete debido a la naturaleza poco fiable del medio de comunicación. Además, las redes IEEE 802.11a/b/g/n/ac utilizan acceso múltiple con detección de portadoras y evitan colisiones (CS-MA/CA) antes de comenzar cualquier transmisión para evitar la colisión con otros transmisores. Estos requisitos a menudo conducen a una baja eficiencia de transmisión en los enlaces inalámbricos IEEE 802.11.

30 "A Simple and Efficient Selective Repeat Scheme for High Throughput WLAN, IEEE802.11n" de Nakahima, T., et al, en la Conferencia de Tecnología Vehicular, 2007. VTC2007-Spring. IEEE 65°, páginas 1302-1306, ISBN 1-4244-0266-2, divulga cómo la estandarización de IEEE802.11n apunta a lograr 100 Mbps en MAC-SAP (control de acceso al medio - punto de acceso al servicio). El esquema de agregación de tramas en el que se agregan tramas MAC (control de acceso al medio) en una trama PHY (física) se propone como la principal técnica MAC de IEEE802.11n, porque  
 35 disminuye la sobrecarga de MAC. El mecanismo de acuse de recibo de bloque de IEEE802.11e se aplica como un método de repetición selectiva de la agregación de tramas. Se propone utilizar el mecanismo de acuse de recibo de bloque extendido como un mecanismo de repetición selectiva para adaptarse al esquema de agregación de cuadros. Una evaluación de desempeño compara el rendimiento del mecanismo de acuse de recibo de bloque extendido y el acuse de recibo de legado de IEEE802.11 y muestra que se espera que la mejora promedio sea de alrededor del 10  
 40 % y la mejora máxima sea de alrededor del 39 % en comparación con el método convencional.

Sumario

45 La invención se define en el juego de reivindicaciones adjuntas. Se considera que las realizaciones y/o ejemplos de la siguiente descripción que no están cubiertos por las reivindicaciones adjuntas no son parte de la presente invención.

50 Una realización de la presente invención proporciona un sistema para mejorar la eficiencia de transmisión de un enlace inalámbrico. Durante la operación, el sistema recibe un paquete para su transmisión, donde en el paquete incluye un número de secuencia original. El sistema luego modifica el paquete al incluir un número de secuencia virtual en un encabezado del paquete e incluir el número de secuencia original en una carga útil del paquete modificado. El sistema agrega además una serie de paquetes modificados en una trama agregada y transmite la trama agregada a un dispositivo de destino. El número de secuencia virtual facilita la transmisión sin estado de los paquetes encapsulados y permite que la trama agregada tenga un número máximo permitido de paquetes, al mismo tiempo que admite  
 55 paquetes retransmitidos y paquetes regulares.

En una variación de esta realización, la trama agregada incluye paquetes asociados con diferentes categorías de tráfico originales.

60 En una variación de esta realización, el paquete incluye un indicador de categoría de tráfico original. Además, la modificación del paquete también implica incluir un indicador de categoría de tráfico virtual en el encabezado del paquete e incluir el indicador de categoría de tráfico original en la carga útil del paquete modificado.

65 En otra variación, todos los paquetes modificados en la trama agregada tienen el mismo indicador de categoría de tráfico virtual.

En una variación de esta realización, el sistema monitoriza una tasa de errores para una categoría de tráfico original respectiva.

5 En otra variación, el sistema duplica, en la trama agregada, una cantidad de paquetes modificados asociados con la categoría de tráfico original para la cual se monitoriza la tasa de errores, en respuesta a la tasa de errores que supera un umbral predeterminado.

En una variación de esta realización, el enlace inalámbrico es un enlace inalámbrico IEEE 802.11.

10 Una realización de la presente invención proporciona un sistema para mejorar la eficiencia de transmisión de un enlace inalámbrico. Durante la operación, el sistema recibe una trama agregada que comprende varios paquetes modificados. Cada paquete modificado incluye un número de secuencia virtual y un identificador de categoría de tráfico virtual en el encabezado del paquete, y un número de secuencia original y un identificador de categoría de tráfico original en la carga útil del paquete modificado. Luego, el sistema desagrega los paquetes modificados de la trama agregada. A  
15 continuación, el sistema desencapsula todos los paquetes modificados y ordena los paquetes desencapsulados en función de su número de secuencia original y su indicador de categoría de tráfico original.

20 En una variación de esta realización, los números de secuencia originales de los paquetes en la trama agregada no son continuos.

En una variación de esta realización, los paquetes en la trama agregada están asociados con diferentes categorías de tráfico originales.

25 En una variación de esta realización, los números de secuencia virtual de los paquetes en la trama agregada son continuos.

#### Breve descripción de las figuras

30 La figura 1A ilustra un ejemplo de transmisión de tres paquetes en una red IEEE 802.11a/b/g.  
La figura 1B ilustra un ejemplo de transmisión de tres tramas agregadas en una red IEEE 802.11n.  
La figura 2A ilustra un proceso de retransmisión en una red inalámbrica convencional donde los primeros cuatro paquetes en una trama agregada, que incluye 64 paquetes, no se reciben con éxito.  
La figura 2B ilustra un proceso de retransmisión en una red inalámbrica convencional donde cuatro paquetes en medio de una trama agregada, que incluye 64 paquetes, no se reciben con éxito.  
35 La figura 2C ilustra un proceso de retransmisión en una red inalámbrica convencional donde cuatro paquetes de cola de una trama agregada, que incluye 64 paquetes, no se reciben con éxito.  
La figura 3A presenta un diagrama de bloques que ilustra la operación de agregar múltiples paquetes y transmitir la trama agregada a través de un enlace inalámbrico a un receptor.  
La figura 3B ilustra un formato de encabezado de paquete IEEE 802.11n convencional.  
40 La figura 4A presenta un diagrama de bloques que ilustra la operación de agregar múltiples paquetes con encabezados de secuencia virtual y transmitir la trama agregada a través de un enlace inalámbrico a un receptor, de acuerdo con una realización de la presente invención.  
La figura 4B presenta un encabezado IEEE 802.11n modificado que facilita el número de secuencia virtual y el ID de tráfico virtual (TID), de acuerdo con una realización de la presente invención.  
45 La figura 5 presenta un diagrama de flujo que ilustra el proceso de reservar intervalos de paquetes en una trama agregada en base a la tasa de errores de paquetes detectada asociada a una categoría de tráfico, de acuerdo con una realización de la presente invención.  
La figura 6 ilustra un sistema de transceptor ejemplar que facilita el número de secuencia virtual para la transmisión inalámbrica en un enlace inalámbrico IEEE 802.11, de acuerdo con una realización de la presente invención.

#### 50 Descripción detallada

La siguiente descripción se presenta para permitir que cualquier persona experta en la técnica realice y use las realizaciones, y se proporciona en el contexto de una aplicación particular y sus requisitos. Diversas modificaciones a  
55 las realizaciones divulgadas serán inmediatamente evidentes a los expertos en la materia, y los principios generales definidos en el presente documento se pueden aplicar a otras realizaciones y aplicaciones sin apartarse del alcance de la presente divulgación. De este modo, la presente invención no se limita a las realizaciones mostradas, sino que se le debe otorgar el alcance más amplio de acuerdo con los principios y las características que aquí se describen.

60 Algunas realizaciones de la presente invención mejoran la eficiencia de transmisión en los enlaces inalámbricos IEEE 802.11 utilizando números de secuencia virtuales para paquetes transmitidos en una trama agregada, lo que permite que los paquetes se retransmitan con otros paquetes regulares en una trama agregada que puede acomodar el número máximo de paquetes. En particular, el número de secuencia virtual puede ser arbitrario, y puede seleccionarse de tal manera que permita la retransmisión de cualquier número de paquetes con otros paquetes regulares en la misma  
65 trama agregada, que no está limitada por la ventana de acuse de recibo y se puede completar hasta el número de paquetes máximo permitido.

Como se mencionó anteriormente, el hecho de que los estándares de red IEEE 802.11 requieren acuse de recibo por paquete, y que la transmisión se basa en CSMA/CA, resulta en una utilización bastante ineficiente del ancho de banda inalámbrico, independientemente de cuán alta sea la velocidad de transmisión de datos. Tales ineficiencias se ilustran en los ejemplos presentados en las figuras 1A y 1B.

La figura 1A ilustra un ejemplo de transmisión de tres paquetes en una red IEEE 802.11 a/b/g, que no proporciona la transmisión de paquetes agregados. En este ejemplo, cuando un transmisor tiene paquetes para transmitir, primero espera una cantidad fija de demora (indicada como separación entre tramas de arbitraje, AIFS). La duración de la AIFS puede variar según la categoría de tráfico. Después de la AIFS, el transmisor espera un período de tiempo aleatorio, denotado como retroceso aleatorio 101. Durante el retroceso aleatorio 101, si el transmisor detecta otra transmisión a través del mismo medio de comunicación, el transmisor esperará hasta que finalice la transmisión detectada, y luego continúa la cuenta regresiva de retroceso aleatorio 101.

Después del retroceso aleatorio 101, el transmisor puede transmitir un paquete 102. Después de recibir el paquete 102, el receptor espera un pequeño intervalo de tiempo (indicado como corto espacio entre tramas, SIFS), antes de enviar un acuse de recibo 104. Posteriormente, el transmisor espera otra AIFS y retroceso aleatorio antes de transmitir un paquete 106.

Correspondientemente, el receptor espera un SIFS antes de enviar el ACK 108. De la misma manera, el transmisor puede transmitir el siguiente paquete 110, y recibe un correspondiente acuse de recibo 112.

Como se puede ver en el ejemplo de la figura 1A, la transmisión de un solo paquete requiere una cantidad significativa de espera inactiva (AIFS, retroceso aleatorio, y SIFS). Asimismo, cada paquete requiere un ACK separado. Estos requisitos incurren en una sobrecarga significativa para la transmisión.

Para mitigar tal ineficiencia, el estándar IEEE 802.11n introdujo la agregación de paquetes y un mecanismo de confirmación de bloque. Con la agregación de paquetes, una trama agregada incluye varios paquetes al mismo destino, que se combinan en una sola unidad de transmisión. Por lo general, una trama agregada puede incluir hasta 64 paquetes. Después de la transmisión, el receptor espera una cantidad fija de demora (SIFS) antes de enviar un acuse de recibo de bloque (ACK DE BLOQUE). Un ACK DE BLOQUE contiene un número de secuencia inicial, que corresponde al número de secuencia del paquete más antiguo en la trama agregada, y un mapa de bits corresponde a todos los paquetes encapsulados en la trama agregada. Debe tenerse en cuenta que un ACK DE BLOQUE solo puede confirmar un número continuo de paquetes, debido a la naturaleza secuencial del mapa de bits.

La figura 1B ilustra un ejemplo de transmisión de tres tramas agregadas en una red IEEE 802.11. En este ejemplo, después de esperar la AIFS y un período de retroceso aleatorio, el transmisor transmite la trama agregada 122. Posteriormente, el receptor espera el SIFS y envía un ACK DE BLOQUE 124. Un proceso similar tiene lugar cuando el transmisor transmite la trama agregada 126 y la trama agregada 130. El receptor reenvía los ACKS DE BLOQUE 128 y 132 correspondientes.

De manera ideal, se espera que el mecanismo de agregación de paquetes en IEEE 802.11n mejore la eficiencia de transmisión del enlace inalámbrico a aproximadamente el 65 %, en comparación con el 40 % en IEEE 802.11a/b/g. Esta mejora se debe principalmente a la amortización de los diversos gastos generales sobre un grupo de paquetes en 802.11n, a diferencia de un solo paquete en 802.11a/b/g.

Sin embargo, la agregación y el mecanismo de confirmación de bloque en 802.11n todavía tienen algunos inconvenientes. El transmisor y el receptor generalmente negocian la ventana de ACK DE BLOQUE (BAW), que es la longitud máxima del historial de transmisión para retransmisiones. Esta ventana impone un límite en el rendimiento final. Asimismo, la agregación de paquetes se realiza por categorías por tráfico (o por categorías de tráfico) (en la terminología 802.11n, en un identificador de tráfico, o TID, base). Por ende, cuando el transmisor tiene dos tráficos de dos o más categorías diferentes (por ejemplo, voz y datos), la eficiencia de transmisión se reduce aún más.

Las figuras 2A, 2B y 2C ilustran cómo la BAW puede restringir el rendimiento final. La figura 2A ilustra un proceso de retransmisión en una red inalámbrica convencional donde los primeros cuatro paquetes en una trama agregada, que incluye 64 paquetes, no se reciben con éxito. En este ejemplo, el remitente transmite una trama agregada que contiene 64 paquetes con el mismo TID, con números de secuencia del 1 al 64. Los paquetes con números de secuencia 65 y superiores se almacenan en una cola, asumiendo que la BAW es 64. Supongamos que el receptor recibe la trama agregada. Sin embargo, los paquetes 1 a 4 se reciben con un error (como lo indica un patrón sombreado en la figura 2A). El receptor envía el ACK DE BLOQUE al remitente. En respuesta, el remitente retransmite los paquetes 1 a 4 en la siguiente trama agregada. Sin embargo, ya que la BAW es 64, y como el ACK DE BLOQUE solo puede reconocer un grupo de 64 paquetes continuos, la trama agregada retransmitida no puede acomodar ningún paquete con un número de secuencia superior a 64. Por ende, el número total de paquetes en la trama agregada retransmitida es 4, y la trama agregada no puede llevar ningún paquete nuevo. Este escenario de error puede reducir la eficiencia del enlace en un 50 %.

La figura 2B ilustra un proceso de retransmisión en una red inalámbrica convencional donde cuatro paquetes en medio de una trama agregada, que incluye 64 paquetes, no se reciben con éxito. En este ejemplo, el remitente transmite una trama agregada con paquetes de números de secuencia del 1 al 64. Después de que el receptor recibe la trama agregada, supongamos que los paquetes 15 a 18 están en error. El receptor luego envía un ACK DE BLOQUE al remitente indicando que estos cuatro paquetes necesitan ser retransmitidos. En respuesta, el remitente ensambla una trama agregada de retransmisión, comenzando con los paquetes 15 a 18. Además, el remitente también puede incluir paquetes 65 a 78 en la misma trama agregada, según lo permitido por la BAW (es decir, el receptor puede posteriormente acusar recibo de los paquetes 15 a 78). En este escenario, el número total de paquetes en la trama de retransmisión es 18, de los cuales 14 son paquetes nuevos. La eficiencia del enlace se reduce en un 40 % debido al escenario de error anterior.

La figura 2C ilustra un proceso de retransmisión en una red inalámbrica convencional donde cuatro paquetes de cola de una trama agregada, que incluye 64 paquetes, no se reciben con éxito. En este ejemplo, el remitente envía inicialmente paquetes 1 a 64. Supongamos que los paquetes 61 a 64 se reciben por error. El receptor luego envía un ACK DE BLOQUE indicando que los paquetes 61 a 64 necesitan ser retransmitidos. En respuesta, el remitente ensambla una trama agregada de retransmisión, que contiene los paquetes 61 a 64. Además, el remitente también puede incluir las tramas 65 a 124 en la misma trama agregada, ya que la BAW permite 64 paquetes continuos. Por ende, en este escenario, las tramas de retransmisión incluyen un total de 64 paquetes, 60 de los cuales son nuevos paquetes. La eficiencia del enlace se reduce solamente en un 4 % debido al escenario de error anterior.

Como se ilustra en los ejemplos anteriores, La eficiencia de transmisión del enlace inalámbrico puede variar del 50 % al 96 % de su valor diseñado, incluso con una tasa de errores de paquetes tan baja como del 6,25 % (4 paquetes de errores de 64). Esto se debe a que el ACK DE BLOQUE solo puede acusar recibo de un grupo de paquetes continuos, lo que impide que la trama agregada de retransmisión utilice completamente los intervalos máximos permitidos por la BAW. Enlaces inalámbricos del mundo real, especialmente al aire libre, pueden exhibir tasas de errores de paquetes mucho más altas, dando como resultado una mayor eficacia del enlace degradado.

Una limitación adicional del mecanismo de agregación 802.11n es que solo permite que una trama agregada lleve un paquete de la misma categoría de tráfico (es decir, con el mismo TID). Por ejemplo, si el remitente necesita transmitir 64 paquetes en TID 0 y 2 paquetes en TID 1. Suponiendo que TID 1 está asociado con una prioridad más alta que TID 0, el remitente ensamblará una primera trama agregada con solo 2 paquetes de TID 1, a pesar del hecho de que tiene 64 paquetes en TID 0 en espera de ser transmitidos. Estas tramas agregadas aún deben pasar por los retardos fijos/aleatorios estándar y los mecanismos de ACK DE BLOQUE por separado. Por ende, incluso en condiciones de transmisión excelentes, se reduce la eficiencia de uso del enlace.

Realizaciones de la presente invención resuelven los problemas mencionados anteriormente utilizando números de secuencia virtuales y TID virtuales en la trama agregada, que permite al remitente utilizar completamente el número máximo de intervalos de paquetes en una trama agregada permitida por la BAW, incluso al retransmitir paquetes. El número de secuencia original y el TID se mueven a la porción de carga útil de cada paquete 802.11n. El número de secuencia y los campos TID en el encabezado 802.11n de cada paquete se actualizan con el número de secuencia virtual y los valores TID. La figura 3A y su descripción correspondiente a continuación explican la operación del transmisor y del receptor de acuerdo con el estándar 802.11n existente. La figura 4 y su descripción correspondiente explican la operación del transmisor y del receptor utilizando los números de secuencia virtual y los TID, de acuerdo con realizaciones de la presente invención.

En el ejemplo ilustrado en la figura 3A, una estación de transmisión 301 incluye una pila de protocolos de red 302 y un módulo de encapsulación 802.11 304, un conjunto de colas por TID 306, un módulo de liberación de agregación TID 308 y un transmisor 310. Una estación de recepción 321 incluye un receptor 312, un conjunto de memorias intermedias de orden de desagregación por TID 314, un módulo de liberación de desagregación por TID 316, un módulo de descapsulación 802.11 318 y una pila de protocolos de red 320.

Durante la operación, la pila de protocolos de red 302 reúne el tráfico de las capas superiores (tal como TCP/IP) en paquetes de capa 2. El módulo de encapsulación 802.11 304 encapsula los paquetes con encabezados 802.11 (que se describen con más detalle en conjunto con la figura 3B). Las colas de agregación por TID 306 almacenan temporalmente los paquetes, basado en sus respectivos TID, en colas separadas mientras espera que el medio de transmisión esté disponible para la transmisión (por ejemplo, cuando el sistema espera la AIFS y el retroceso aleatorio). Cuando el medio de transmisión está disponible para la transmisión, según el módulo de liberación de agregación de TID 308 selecciona una cola específica de TID (que puede basarse en una política de priorización de tráfico) y libera una trama agregada que contiene paquetes de la cola seleccionada. El transmisor 310 luego transmite la trama agregada a través de un enlace inalámbrico al receptor 312.

Después de que el receptor 312 recibe la trama agregada, los paquetes en la trama agregada son desagregados, reordenados, y se almacenan en uno de las memorias intermedias por TID 314. Los paquetes se almacenan temporalmente en las memorias intermedias por TID 314 mientras se espera que los módulos de la capa superior estén listos para recuperar los paquetes. Posteriormente, el módulo de liberación de desagregación por TID 316 libera los paquetes en una memoria intermedia por TID particular, tras lo cual el módulo de desencapsulación 802.11 318

elimina los encabezados 802.11 de los paquetes. Posteriormente, los paquetes desencapsulados se reenvían a la pila de protocolos de red 320.

La figura 3B ilustra un formato de encabezado de paquete IEEE 802.11n convencional. Como se ha mencionado anteriormente, cada paquete se encapsula con un encabezado IEEE 802.11n antes de que se agregue en una trama agregada. Como se ilustra en la figura 3B, un encabezado IEEE 802.11n incluye un campo de control de trama (FC), un campo de duración/ID (DUR-ID), cuatro campos de dirección (ADDR1, ADDR2, ADDR3 y ADDR4), un campo de control de secuencia (SEQ-CTRL), un campo de control de QoS (QOS-CTRL) y un encabezado de protocolo de acceso a subred (SNAP-HDR).

El campo FC contiene información de control utilizada para definir el tipo de trama MAC 802.11 y proporciona la información necesaria para que los siguientes campos entiendan cómo procesar la trama MAC.

El campo DUR-ID se utiliza para todas las tramas de tipo de control, excepto con el subtipo de encuesta de ahorro de energía (PS), para indicar la duración restante necesaria para recibir la siguiente transmisión de trama. Cuando el subtipo es encuesta de PS, el campo contiene la identidad de asociación (AID) de la estación transmisora.

Dependiendo del tipo de trama, los cuatro campos de dirección pueden contener una combinación de los siguientes tipos de dirección: identificación de conjunto de servicios básicos (BSSID), dirección de destino (DA), dirección de origen (SA), dirección del receptor (RA) y dirección del transmisor (TA).

El campo SEQ-CTRL incluye un número de secuencia y un número de fragmento. El número de secuencia indica el número de secuencia de cada paquete. El número de secuencia es el mismo para cada paquete enviado desde un paquete fragmentado. De lo contrario, el número de secuencia se incrementa en uno hasta que alcanza 4095, cuando comienza a cero de nuevo. El número de fragmento indica el número de cada trama enviada que pertenece a una trama fragmentada.

El campo QOS-CTRL indica los parámetros de QoS del paquete. En particular, el campo QOS-CTRL incluye un subcampo TID, lo que indica la categoría de tráfico.

En realizaciones de la presente invención, en el lado de la transmisión, el proceso de liberación de agregación por TID ahora se reemplaza por un proceso de liberación de agregación multi-TID. Asimismo, el número de secuencia de un paquete en el encabezado 802.11n ahora se reemplaza por un número de secuencia virtual, y el número de secuencia original del paquete se mueve dentro de la carga útil del paquete encapsulado 802.11n.

La figura 4A presenta un diagrama de bloques que ilustra la operación de agregar múltiples paquetes con encabezados de secuencia virtual y transmitir la trama agregada a través de un enlace inalámbrico a un receptor, de acuerdo con una realización de la presente invención. En este ejemplo, una estación de transmisión 401 incluye una pila de protocolos de red 402, que proporciona los paquetes que se deben encapsular en encabezados 802.11n mediante un módulo de encapsulación IEEE 802.11 404. Debe tenerse en cuenta que en esta etapa, los paquetes aún conservan sus números de secuencia y TID originales. Posteriormente, los paquetes encapsulados 802.11n se almacenan en un conjunto de colas de agregación por TID 406 mientras la estación de transmisión 401 espera a que el medio de transmisión esté disponible. Cuando el medio está disponible, un módulo de lanzamiento de agregación de múltiples TID recupera una serie de paquetes desde las colas por TID 406. Debe tenerse en cuenta que la trama agregada puede contener paquetes asociados con diferentes TID, y los números de secuencia de estos paquetes pueden ser no continuos dentro de cada TID. Siempre que haya un número suficiente de paquetes almacenados en las colas de agregación 406, el módulo de liberación de agregación multi-TID 408 siempre puede liberar la cantidad máxima de paquetes permitidos por la BAW. Debe tenerse en cuenta que, en algunas realizaciones, los paquetes que pertenecen a un TID de prioridad más alta se liberan para el montaje antes que los de los TID de prioridad más baja. Asimismo, tanto los paquetes retransmitidos como los nuevos pueden ser liberados, sin la restricción de que todos los paquetes en la trama agregada sean continuos y del mismo TID.

A continuación, un módulo de encapsulación de encabezados de secuencia virtual 409 actualiza el campo de número de secuencia y el campo TID en el encabezado 802.11n de cada paquete con un número de secuencia virtual y un número de TID virtual, respectivamente. Para todos los paquetes en una trama agregada dada, sus números de secuencia virtuales son continuos (por ejemplo, del 1 al 64). Todos los paquetes en la trama agregada también tienen el mismo valor TID virtual. Además, al actualizar el número de secuencia y el campo TID para cada paquete, el módulo de encapsulación de encabezados de secuencia virtual 409 también mueve el número de secuencia original del paquete y el TID a la parte de carga útil del paquete encapsulado 802.11n. Más detalles sobre el formato del encabezado 802.11n modificado se proporcionan a continuación junto con la figura 4B.

La trama agregada, que contiene todo el paquete publicado y modificado, entonces se proporciona a un transmisor 410, que transmite la trama agregada a través de un enlace inalámbrico a una estación receptora 421. Después de que un receptor 412 recibe la trama agregada, un módulo de desencapsulación de encabezados de secuencia virtual 413 desencapsula la trama agregada y restaura el número de secuencia original y el TID en el encabezado 802.11n para cada paquete. Posteriormente, los paquetes se reordenan y almacenan en memorias intermedias en un conjunto

de memorias intermedias de reordenación de desagregación por TID 414. Un módulo de liberación de desagregación por TID 416 luego libera los paquetes de las memorias intermedias 414 a una desencapsulación 802.11 418, que elimina un encabezado 802.11n de un paquete y lo reenvía a una pila de protocolos de red 420. Debe tenerse en cuenta que la estación de recepción 421 responde de nuevo a la estación de transmisión 421 con un acuse de recibo de bloque que contiene un mapa de bits correspondiente a los números de secuencia virtuales.

La figura 4B presenta un encabezado IEEE 802.11n modificado que facilita el número de secuencia virtual y el ID de tráfico virtual (TID), de acuerdo con una realización de la presente invención. En este ejemplo, un campo SEQ-CTRL del encabezado 802.11n 504 contiene el número de secuencia virtual. Además, El campo QOS-CTRL del encabezado 504 contiene el TID virtual. Un campo de control de secuencia virtual adicional 506 (VSEQ-CTRL), que en una realización puede tener cuatro bytes de longitud, se inserta después del campo QOS-CTRL (la posición donde comienza la carga útil del paquete convencional). El campo VSEQ-CTRL 506 contiene el número de secuencia original del paquete y el TID.

Debido a que los números de secuencia virtual no tienen significados reales y solo se usan para permitir que la estación receptora envíe un ACK DE BLOQUE que reconoce todos los paquetes en la trama agregada, los números de secuencia virtuales se pueden reiniciar para cada transmisión. En otras palabras, la transmisión puede ser sin estado. Debe tenerse en cuenta que es posible que la estación transmisora deba conservar el número de secuencia de virtual a original y la asignación de TID hasta que se reciba el ACK DE BLOQUE, de modo que en caso de error de transmisión, la estación transmisora puede identificar los paquetes correctos para retransmitir.

Debido a la flexibilidad que ofrecen el número de secuencia virtual y el TID, la estación transmisora puede reservar intervalos de paquetes en la trama agregada para redundancia, para mitigar condiciones de transmisión no ideales. Por ejemplo, la estación transmisora puede seleccionar aleatoriamente el 20 % de los paquetes de mayor prioridad y duplicarlos en cada trama agregada para reducir la tasa total de errores de paquetes, si la tasa de errores del paquete supera un umbral predeterminado. Asimismo, la estación transmisora puede monitorizar la tasa de errores de paquetes para cada TID, y replicar dinámicamente paquetes para cada TID en base a una política de QoS predeterminada. Al asignar intervalos de paquetes reservados para paquetes duplicados, la estación transmisora puede usar varios métodos (como basados en prioridad estricta o en la función round robin) para garantizar que se cumplan los parámetros de QoS deseados.

La figura 5 presenta un diagrama de flujo que ilustra el proceso de reservar intervalos de paquetes en una trama agregada en base a la tasa de errores de paquetes detectada asociada a una categoría de tráfico, de acuerdo con una realización de la presente invención. Durante la operación, una estación transmisora primero ensambla y transmite una trama agregada multi-TID (operación 502). La estación transmisora recibe un ACK DE BLOQUE desde la estación receptora (operación 504). Basado en el ACK DE BLOQUE recibido, la estación transmisora actualiza su registro de tasa de errores de paquetes por TID (operación 506). La estación transmisora determina entonces, para cada TID, si la tasa de errores del paquete es mayor que un umbral para ese TID (operación 508). Si es así, la estación transmisora reserva una serie de intervalos de paquetes en la trama agregada para paquetes duplicados de ese TID (operación 510) antes de reanudar la transmisión (operación 512). Si la tasa de errores por paquete TID está por debajo del umbral, la estación transmisora reanuda la transmisión (operación 512). El proceso se repite volviendo a la operación 502.

La figura 6 ilustra un sistema de transceptor ejemplar que facilita el número de secuencia virtual para la transmisión inalámbrica en un enlace inalámbrico IEEE 802.11, de acuerdo con una realización de la presente invención. En este ejemplo, un sistema de transceptor inalámbrico 600 incluye un procesador 602, una memoria 604 y un módulo de comunicación 606. También se incluyen en el sistema de transceptor 600 un número de secuencia virtual y un módulo de encapsulación/dencapsulación de TID 608, un módulo de administración de QoS 610 y un módulo de administración de agregación 612.

El módulo de comunicación 606 puede incluir una radio inalámbrica que es responsable de transmitir y recibir señales físicas. El número de secuencia virtual y el módulo de encapsulación/dencapsulación de TID 608 es responsable de modificar los encabezados 802.11n para incluir números de secuencia virtuales y TID virtuales, y de restaurar el número de secuencia y el TID originales de un paquete en el lado receptor. El módulo de administración de QoS 610 es responsable de hacer cumplir cualquier política de QoS. El módulo de administración de agregación 612 es responsable de ensamblar las tramas agregadas y manejar la retransmisión en caso de error de paquete.

Debe tenerse en cuenta que el número de secuencia virtual y el módulo de encapsulación/dencapsulación TID 608, el módulo de administración de QoS 610 y el módulo de administración de agregación 612 pueden implementarse en software, lo que significa que pueden basarse en instrucciones almacenadas en un dispositivo de almacenamiento, cargado en la memoria 604, y, cuando se ejecuta mediante el procesador 602, realizar las funciones descritas anteriormente. Estos módulos también se pueden implementar parcial o totalmente en hardware, utilizando circuitos integrados de aplicación específica (ASIC) o matrices lógicas programables en campo (FPGA).

Los métodos y procesos descritos en la sección de descripción detallada pueden incorporarse como código y/o datos, que se puede almacenar en un dispositivo de almacenamiento legible por ordenador como se describe anteriormente. Cuando un sistema informático lee y ejecuta el código y/o los datos almacenados en el dispositivo de almacenamiento

legible por ordenador, el sistema informático realiza los métodos y procesos incorporados como estructuras de datos y código y almacenados en el medio de almacenamiento legible por ordenador.

5 Asimismo, los métodos y procesos descritos en el presente documento pueden incluirse en módulos o aparatos de hardware. Estos módulos o aparatos pueden incluir, pero no se limitan a, un chip ASIC, un FPGA, un procesador dedicado o compartido que ejecuta un módulo de software particular o un fragmento de código en un momento determinado, y/u otros dispositivos de lógica programable ahora conocidos o desarrollados posteriormente. Cuando se activan los módulos o aparatos de hardware, realizan los métodos y procesos incluidos dentro de los mismos.

10 Aunque los ejemplos presentados en el presente documento se basan en enlaces inalámbricos IEEE 802.11n, realizaciones de la presente invención no están limitadas solamente a tales enlaces. Otros tipos de enlaces inalámbricos basados en estándares existentes o futuros (incluyendo la familia IEEE 802.11 y otros protocolos) también pueden usar varias realizaciones de la presente invención. Las reivindicaciones en este documento no deben interpretarse como limitadas solo a los enlaces inalámbricos IEEE 802.11n.

15 Las descripciones anteriores de varias realizaciones se han presentado solamente para fines de ilustración y descripción. No pretenden ser exhaustivas o limitar la presente invención a las formas divulgadas. Por consiguiente, muchas modificaciones y variaciones serán evidentes para los expertos en la técnica. Adicionalmente, la descripción anterior no pretende limitar la presente invención.

20



**REIVINDICACIONES**

1. Un método de transmisión de enlaces inalámbricos, que comprende:

5 recibir una serie de paquetes para su transmisión, en el que cada uno de los paquetes incluye un número de secuencia original y un indicador de categoría de tráfico original, y en el que los paquetes pueden tener números de secuencia originales no continuos y diferentes indicadores de categoría de tráfico original; agregar los paquetes en una trama agregada; para cada uno de los paquetes en la trama agregada, modificar el paquete incluyendo un número de secuencia virtual y un indicador de categoría de tráfico virtual en un encabezado del paquete, e incluir el número de secuencia original y el indicador de categoría de tráfico original en una carga útil del paquete modificado; y transmitir la trama agregada con paquetes modificados a un dispositivo de destino a través de un enlace inalámbrico.

15 2. El método de la reivindicación 1, en el que todos los paquetes modificados en la trama agregada tienen el mismo indicador de categoría de tráfico virtual y números de secuencia virtual continua.

20 3. El método de la reivindicación 1, que comprende además monitorizar una tasa de errores de paquetes para una categoría de tráfico original respectiva.

4. El método de la reivindicación 3, que también comprende duplicar, en la trama agregada, una serie de paquetes asociados con la categoría de tráfico original para la cual se monitoriza la tasa de errores, en respuesta a la tasa de errores que supera un umbral predeterminado.

25 5. Un método de transmisión de enlaces inalámbricos, que comprende:

30 recibir una trama agregada que comprende varios paquetes modificados, en el que cada paquete modificado incluye un número de secuencia virtual y un indicador de categoría de tráfico virtual en el encabezado del paquete, y un número de secuencia original y un indicador de categoría de tráfico original en la carga útil del paquete modificado; desagregar los paquetes modificados de la trama agregada; desencapsular todos los paquetes modificados; y ordenar los paquetes desencapsulados en función de su número de secuencia original y el indicador de categoría de tráfico original.

35 6. El método de la reivindicación 1 o 5, en el que el enlace inalámbrico es un enlace inalámbrico IEEE 802.1 1.

7. Un sistema de transmisión de enlaces inalámbricos (401), que comprende:

40 una pila de protocolo de red (402) operable para recibir una cantidad de paquetes para transmisión, en el que cada uno de los paquetes incluye un número de secuencia original y un indicador de categoría de tráfico original, y en el que los paquetes pueden tener números de secuencia originales no continuos y diferentes indicadores de categoría de tráfico original; un módulo de liberación de agregación (408) operable para agregar los paquetes recibidos en una trama agregada; y un módulo de encapsulación de encabezados de secuencia virtual (409) operable para modificar cada uno de los paquetes al incluir un número de secuencia virtual y un indicador de categoría de tráfico virtual en un encabezado (504) del paquete, e incluir el número de secuencia original y el indicador de categoría de tráfico original en una carga útil (506) del paquete modificado; y un transmisor (410) operable para transmitir la trama agregada modificada a un dispositivo de destino.

50 8. El sistema de la reivindicación 7, en el que todos los paquetes modificados en la trama agregada tienen el mismo indicador de categoría de tráfico virtual y números de secuencia virtual continua.

55 9. El sistema de la reivindicación 7, que comprende además un módulo de monitorización operable para monitorizar una tasa de errores para una categoría de tráfico original respectiva.

10. El sistema de la reivindicación 9, en el que el módulo de liberación de agregación es además operable para duplicar, en la trama agregada, una serie de paquetes asociados con la categoría de tráfico original para la cual se monitoriza la tasa de errores, en respuesta a la tasa de errores que supera un umbral predeterminado.

60 11. Un sistema de transmisión de enlaces inalámbricos (421), que comprende:

65 un receptor (412) operable para recibir una trama agregada que comprende varios paquetes, en el que cada paquete incluye un número de secuencia virtual y un indicador de categoría de tráfico virtual en el encabezado del paquete, y un número de secuencia original y un indicador de categoría de tráfico original en la carga útil del paquete, y en el que los paquetes en la trama agregada pueden tener una secuencia original no continua de números y diferentes indicadores de categorías de tráfico originales;

un módulo de desencapsulación (413) operable para restaurar el número de secuencia original y el indicador de categoría de tráfico original en el encabezado de cada uno de los paquetes; y  
un módulo de liberación de agregación (416) operable para desagregar los paquetes de la trama agregado y reordenar los paquetes restaurados en función de su número de secuencia original e indicador de categoría de tráfico original.

5

12. El sistema de la reivindicación 7 u 11, en el que el enlace inalámbrico es un enlace inalámbrico IEEE 802.11.

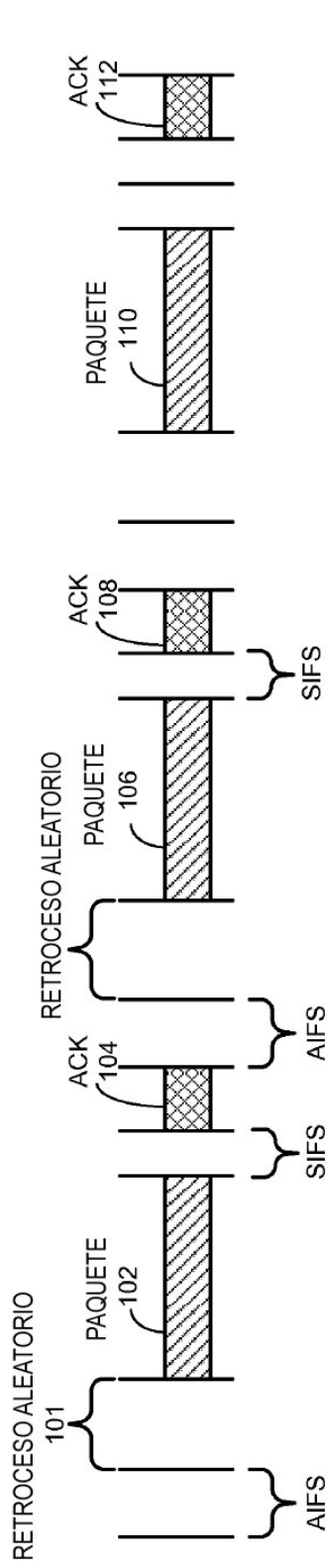


FIG. 1A

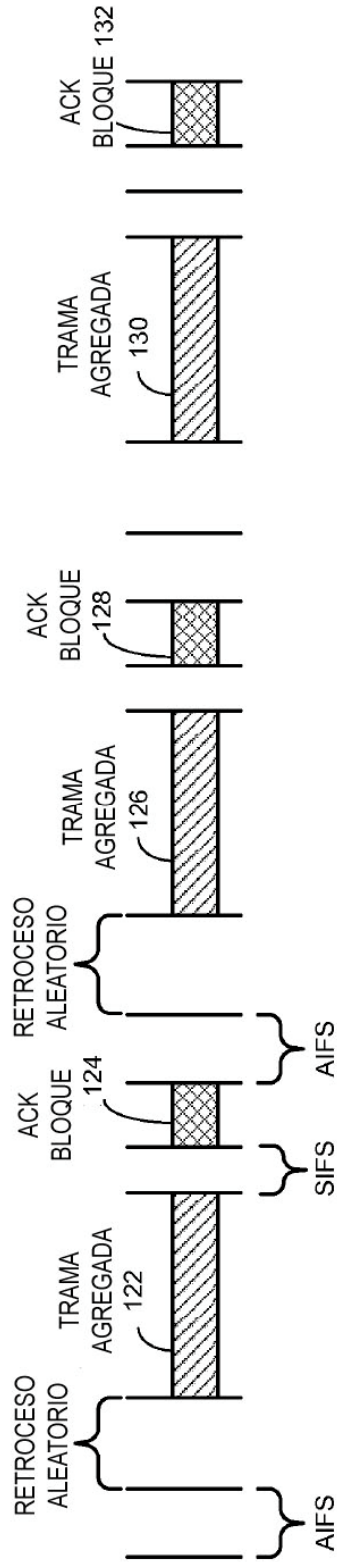
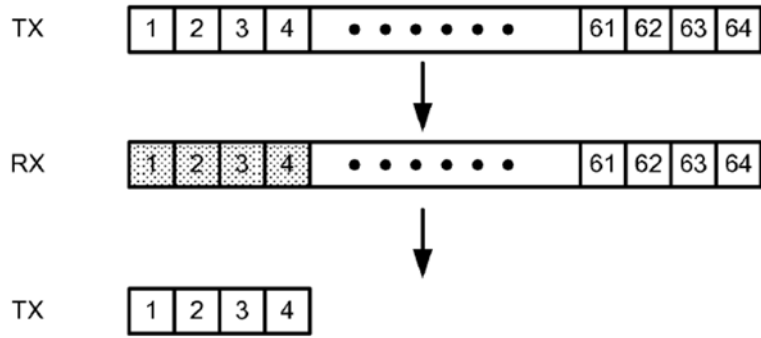
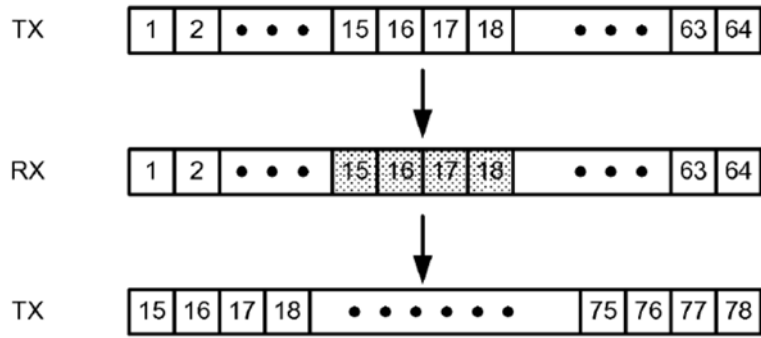


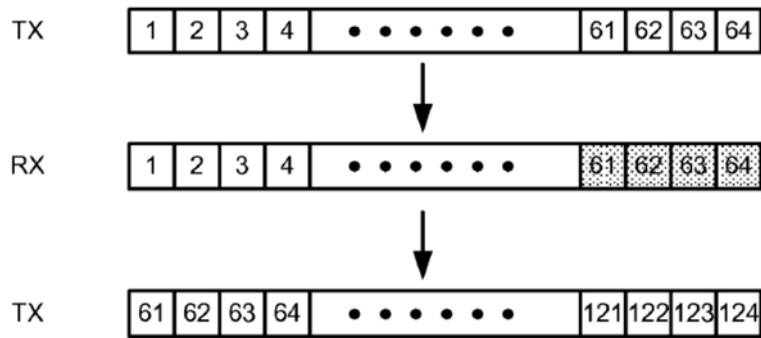
FIG. 1B



**FIG. 2A**



**FIG. 2B**



**FIG. 2C**

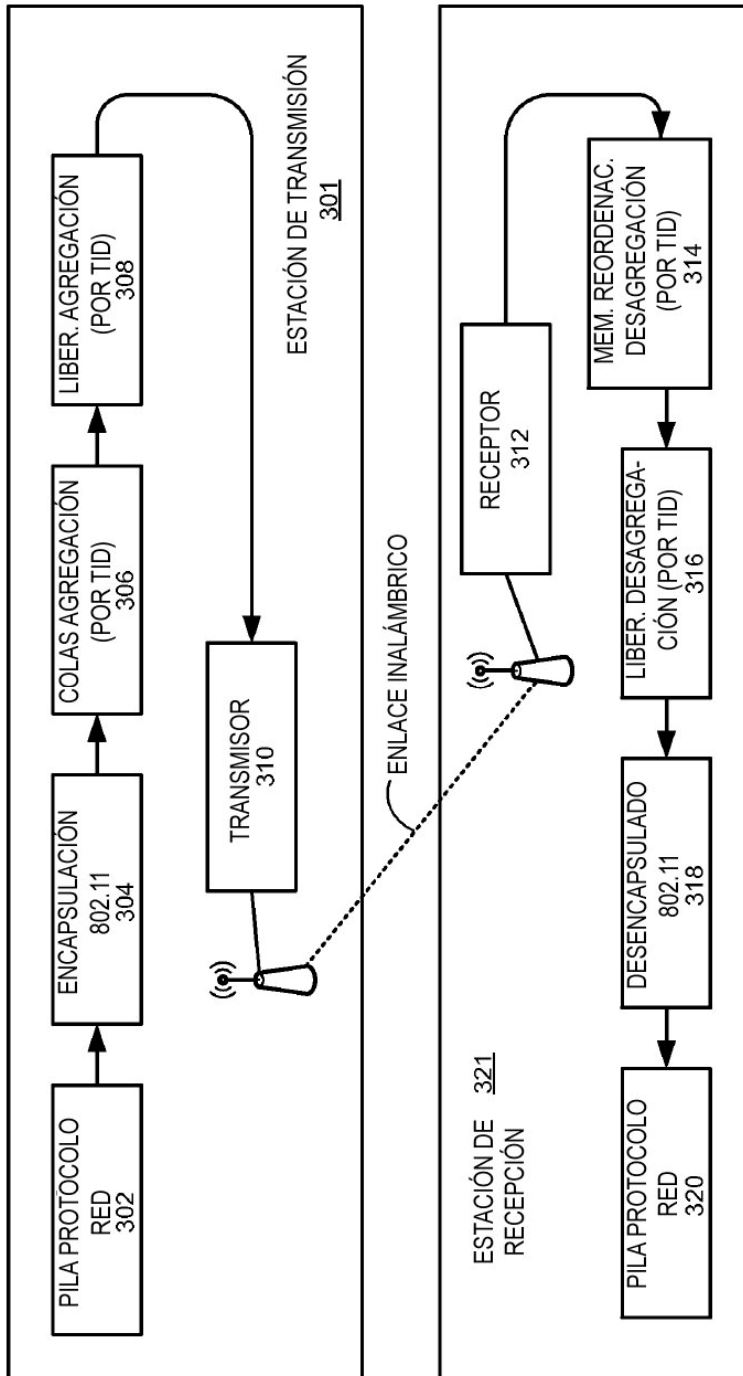


FIG. 3A

352

CAMPO	DUR-ID	ADDR1	ADDR2	ADDR3	ADDR4	SEQ-CTRL	QOS-CTRL	SNAP-HDR
BYTES	2	6	6	6	6	2	2	6

FIG. 3B

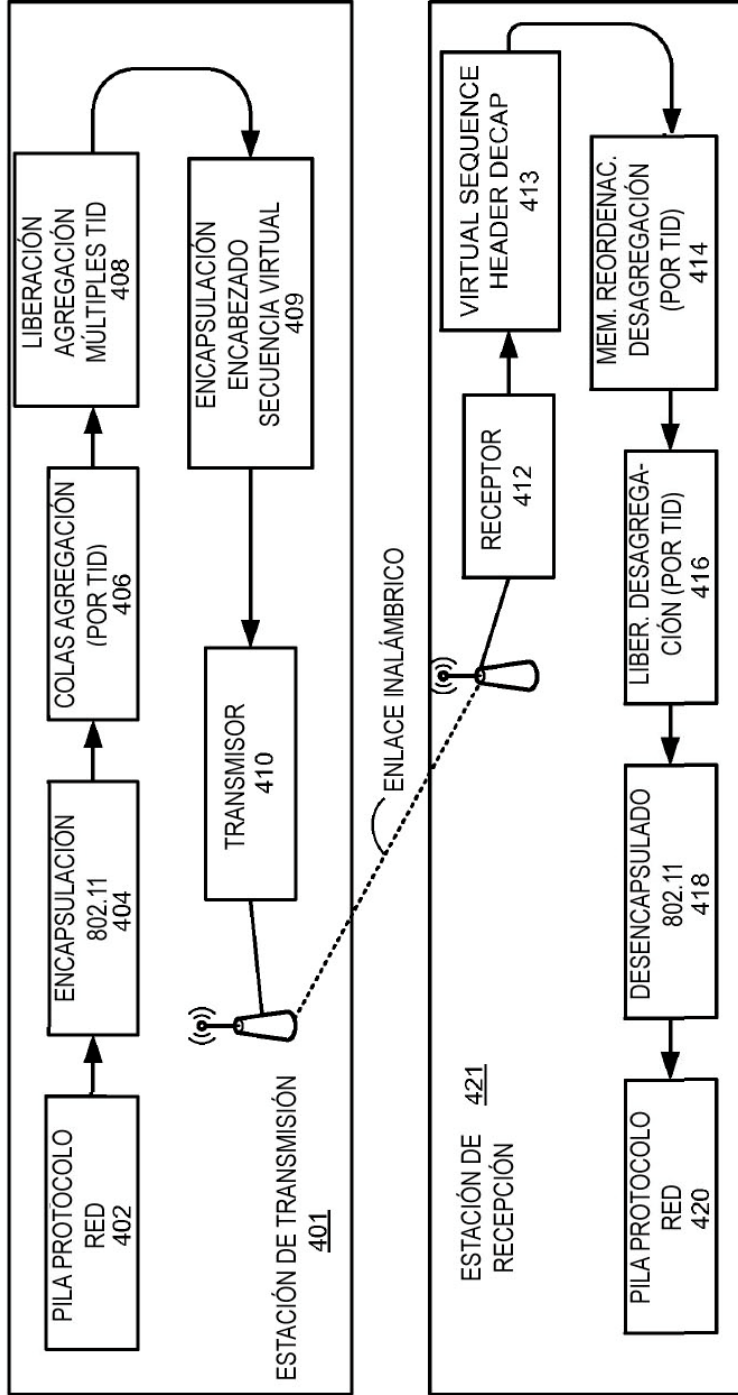


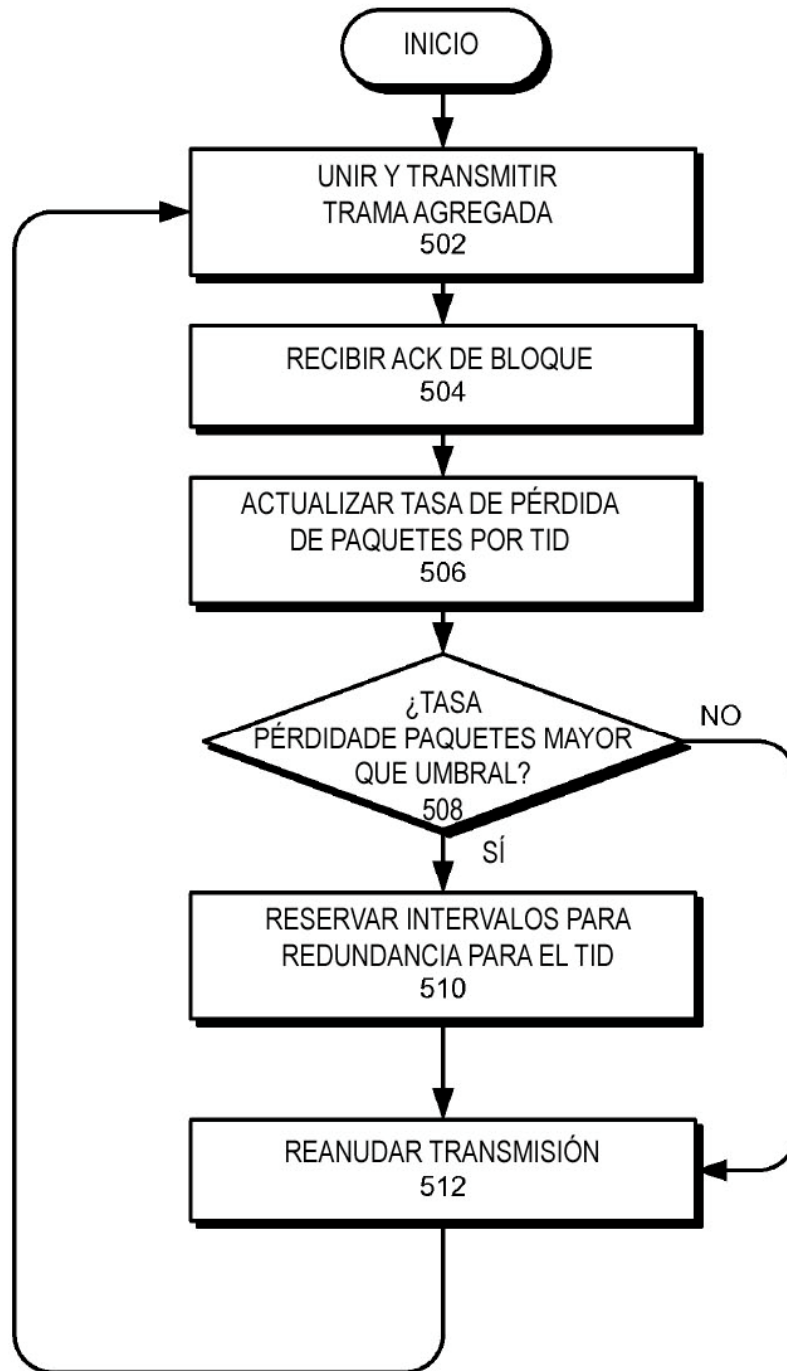
FIG. 4A

504

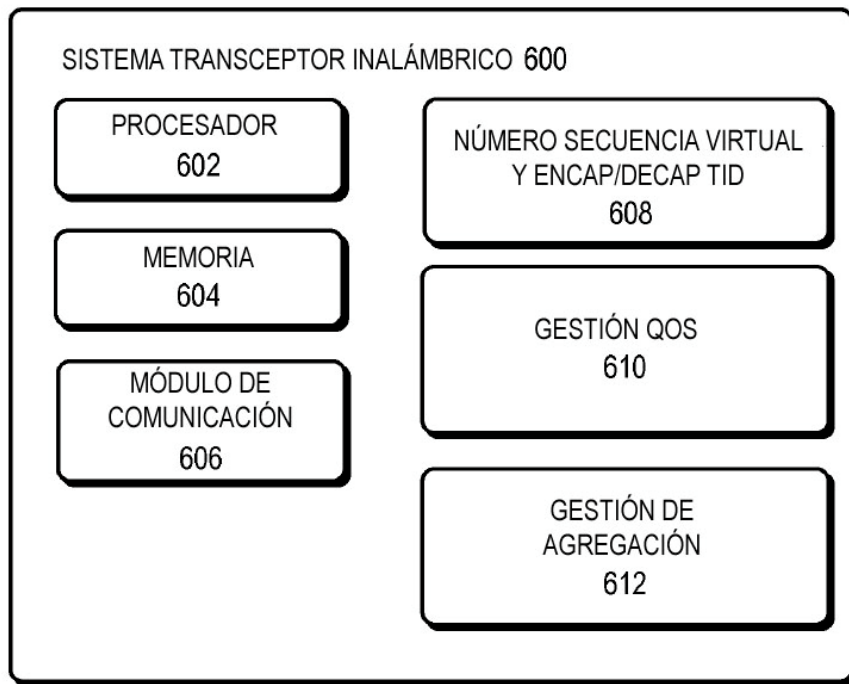
CAMPO	DUR-ID	ADDR1	ADDR2	ADDR3	SEQ-CTRL	ADDR4	QOS-CTRL	VSEQ-CTRL	SNAP-HDR
BYTES	2	6	6	6	2	6	2	4	6

506

FIG. 4B



**FIG. 5**



**FIG. 6**