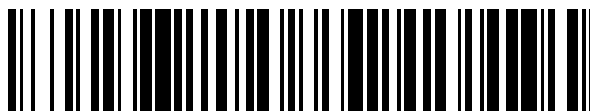


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 656 343**

51 Int. Cl.:

**H04L 5/00** (2006.01)

**H04L 12/725** (2013.01)

**H04L 12/875** (2013.01)

**H04L 12/801** (2013.01)

**H04L 12/853** (2013.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **25.03.2014 PCT/US2014/031725**

87 Fecha y número de publicación internacional: **02.10.2014 WO14160709**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **25.03.2014 E 14724883 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.09.2017 EP 2979408**

54 Título: **Sistemas y procedimientos para la planificación de paquetes de datos en base a la tolerancia al retardo de las aplicaciones**

30 Prioridad:  
**25.03.2013 US 201361804886 P**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**26.02.2018**

73 Titular/es:  
**ALTIOSTAR NETWORKS, INC. (100.0%)  
100 Ames Pond Drive  
Tewksbury, MA 01876, US**

72 Inventor/es:  
**CHOWDHURY, KUNTAL y  
NGUYEN, SI**

74 Agente/Representante:  
**LÓPEZ CAMBA, María Emilia**

ES 2 656 343 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**

Sistemas y procedimientos para la planificación de paquetes de datos en base a la tolerancia al retardo de las aplicaciones

5

**CAMPO TÉCNICO**

Las formas de realización del presente tema se refieren a sistemas y procedimientos para la planificación de paquetes de datos en base a una tolerancia al retardo de las aplicaciones. Un ejemplo de planificación en un sistema de telecomunicación móvil se da a conocer en el documento EP-2-530-988-A1.

10

**RESUMEN DE LAS FORMAS DE REALIZACIÓN**

Según un aspecto, se describe una estación base que transmite paquetes de datos. La estación base incluye un primer búfer configurado para almacenar paquetes de datos recibidos por la estación base, un segundo búfer configurado para almacenar paquetes de datos que se planifiquen para la transmisión por la estación base, y un procesador de ordenador, acoplado de forma operativa al primer búfer y al segundo búfer. El procesador de ordenador está configurado para inspeccionar un paquete de datos para determinar un tipo de aplicación del paquete de datos, determinar una tolerancia al retardo asociada con el paquete de datos en base al tipo de aplicación determinado, determinar una condición del canal de una sesión de comunicación con el dispositivo de usuario, trasladar el paquete de datos del primer búfer al segundo búfer en base a la tolerancia al retardo determinada y a la condición del canal determinada, y transmitir los paquetes de datos almacenados en el segundo búfer.

15

20

Según algunas implementaciones, la estación base está configurada para determinar un retardo total para el paquete de datos, planificar el paquete de datos para la transmisión si la condición del canal corresponde a una primera condición del canal y almacenar el paquete de datos durante un periodo de tiempo que sea igual al retardo total antes de planificar el paquete de datos para la transmisión mientras la condición del canal corresponde a una segunda condición del canal.

25

Según algunas implementaciones, el procesador de ordenador está configurado para detectar un cambio de la condición del canal de la segunda condición del canal a la primera condición del canal, y en las que el procesador de ordenador está configurado para trasladar el paquete de datos al segundo búfer al detectarse el cambio.

Según algunas implementaciones, el procesador de ordenador está configurado para detectar que el paquete de datos corresponde a una aplicación intolerante al retardo o a una aplicación tolerante al retardo, y en las que el procesador de ordenador está configurado para planificar el paquete de datos utilizando un protocolo de transmisión más fiable para los paquetes de datos correspondientes a aplicaciones intolerantes al retardo que para los paquetes de datos correspondientes a aplicaciones tolerantes al retardo.

30

Según algunas implementaciones, el procesador de ordenador está configurado para transmitir los paquetes de datos correspondientes a aplicaciones intolerantes al retardo con una modulación inferior que los paquetes de datos correspondientes a aplicaciones tolerantes al retardo.

Según algunas implementaciones, el procesador de ordenador está configurado para transmitir los paquetes de datos correspondientes a aplicaciones intolerantes al retardo con una mayor redundancia que los paquetes de datos correspondientes a aplicaciones tolerantes al retardo.

35

Según algunas implementaciones, la estación base incluye una estación base de nodo evolucionado (eNodeB), en las que el primer búfer incluye un búfer de entrada de la estación base, y en las que el segundo búfer incluye un búfer de planificación de la estación base.

Según algunas implementaciones, el procesador de ordenador está configurado para inspeccionar el paquete de datos para determinar al menos uno de un tipo de aplicación del paquete de datos y un estado de aplicación correspondiente al paquete de datos, y en las que el estado de aplicación incluye uno de un estado de establecimiento de datos y un estado de transferencia de datos.

40

Según algunas implementaciones, el procesador de ordenador está configurado para transmitir el paquete de datos a un cabezal de radio remoto, y en las que el cabezal de radio remoto incluye un transmisor de radio y un receptor de radio.

45

Según algunas implementaciones, el procesador de ordenador está configurado para llevar a cabo una inspección superficial de paquetes del paquete de datos, y en base a la inspección superficial de paquetes, llevar a cabo una inspección a fondo de paquetes del paquete de datos.

50

Según otro aspecto, se describe un procedimiento para coordinar la transmisión de paquetes de datos recibidos por

la estación base. El procedimiento incluye almacenar paquetes de datos recibidos por la estación base en un primer búfer, determinar una condición del canal de una sesión de comunicación con el dispositivo de usuario, inspeccionar un paquete de datos para determinar un tipo de aplicación del paquete de datos, determinar una tolerancia al retardo asociada con el paquete de datos en base al tipo de aplicación determinado, trasladar el paquete de datos del primer búfer a un segundo búfer en base a la tolerancia al retardo determinada y a la condición del canal determinada, y transmitir los paquetes de datos almacenados en el segundo búfer.

Según algunas implementaciones, el procedimiento incluye determinar un retardo total para el paquete de datos, planificar el paquete de datos para la transmisión si la condición del canal corresponde a una primera condición del canal, y almacenar el paquete de datos durante un periodo de tiempo que sea igual al tiempo de retardo antes de planificar el paquete de datos para la transmisión mientras la condición del canal corresponde a una segunda condición del canal.

Según algunas implementaciones, el procedimiento incluye detectar un cambio de la condición del canal de la segunda condición del canal a la primera condición del canal, y en las que se traslada el paquete de datos al segundo búfer al detectarse el cambio.

Según algunas implementaciones, el procedimiento incluye detectar que el paquete de datos corresponde a una aplicación intolerante al retardo o a una aplicación tolerante al retardo, y planificar el paquete de datos utilizando un protocolo de transmisión más fiable para los paquetes de datos correspondientes a aplicaciones intolerantes al retardo que para los paquetes de datos correspondientes a aplicaciones tolerantes al retardo.

Según algunas implementaciones, el procedimiento incluye transmitir los paquetes de datos correspondientes a aplicaciones intolerantes al retardo con una modulación inferior que los paquetes de datos correspondientes a aplicaciones tolerantes al retardo.

Según algunas implementaciones, el procedimiento incluye transmitir los paquetes de datos correspondientes a aplicaciones intolerantes al retardo con una mayor redundancia que los paquetes de datos correspondientes a aplicaciones tolerantes al retardo.

Según algunas implementaciones, el procedimiento incluye inspeccionar el paquete de datos para determinar al menos uno de un tipo de aplicación del paquete de datos y un estado de aplicación correspondiente al paquete de datos, y en las que el estado de aplicación incluye uno de un estado de establecimiento de datos y un estado de transferencia de datos.

Según algunas implementaciones, el procedimiento incluye transmitir el paquete de datos a un cabezal de radio remoto, y en las que el cabezal de radio remoto incluye un transmisor de radio y un receptor de radio.

Según algunas implementaciones, el procedimiento incluye llevar a cabo una inspección superficial de paquetes del paquete de datos, y en base a la inspección superficial de paquetes, llevar a cabo una inspección a fondo de paquetes del paquete de datos.

Según otro aspecto, se describe un medio legible por ordenador no transitorio que tiene almacenado en el mismo un producto de programa informático que tiene instrucciones. Las instrucciones están configuradas para hacer que la circuitería de procesamiento de una estación base almacene paquetes de datos recibidos por la estación base en un primer búfer, inspeccionar un paquete de datos para determinar un tipo de aplicación del paquete de datos, determinar una tolerancia al retardo asociada con el paquete de datos en base al tipo de aplicación determinado, determinar una condición del canal de una sesión de comunicación con el dispositivo de usuario, trasladar el paquete de datos del primer búfer a un segundo búfer en base a la tolerancia al retardo determinada y a la condición del canal determinada, y transmitir los paquetes de datos almacenados en el segundo búfer.

Según algunas implementaciones, el producto de programa informático incluye instrucciones configuradas para hacer que la circuitería de procesamiento determine un retardo total para el paquete de datos, planificar el paquete de datos para la transmisión si la condición del canal corresponde a una primera condición del canal, y almacenar el paquete de datos durante un periodo de tiempo que sea igual al retardo total antes de planificar el paquete de datos para la transmisión mientras la condición del canal corresponde a una segunda condición del canal.

Según algunas implementaciones, el producto de programa informático incluye instrucciones configuradas para hacer que la circuitería de procesamiento detecte un cambio de la condición del canal de la segunda condición del canal a la primera condición del canal, y trasladar el paquete de datos al segundo búfer al detectarse el cambio.

Según algunas implementaciones, el producto de programa informático incluye instrucciones configuradas para hacer que la circuitería de procesamiento detecte que el paquete de datos corresponde a una aplicación intolerante al retardo o a una aplicación tolerante al retardo, y planificar el paquete de datos utilizando un protocolo de transmisión más fiable para los paquetes de datos correspondientes a aplicaciones intolerantes al retardo que para los paquetes de datos correspondientes a aplicaciones tolerantes al retardo.

Según algunas implementaciones, la inspección superficial de paquetes incluye inspeccionar una cabecera IP del paquete de datos, y en las que una inspección a fondo de paquetes incluye inspeccionar una carga útil del paquete de datos.

5

Según algunas implementaciones, una inspección a fondo de paquetes puede incluir una inspección de una o más capas 1-7 de un paquete de datos del modelo de interconexión de sistemas abiertos (OSI), mientras que una inspección superficial de paquetes puede incluir una inspección de una cabecera y/o los datos en la capa 7 de un paquete de datos del modelo OSI.

10

Según algunas implementaciones, la primera condición del canal corresponde a una condición del canal en la que el dispositivo de usuario se ubica en una primera área de recepción de RF, y la segunda condición del canal corresponde a una condición en la que el dispositivo de usuario se ubica en una segunda área de recepción de RF, y en las que la primera área de recepción de RF tiene una mayor recepción de RF que la segunda área de recepción de RF.

15

Según algunas implementaciones, la condición del canal se puede basar en un examen de uno o más del Índice de calidad del canal (CQI) y la relación señal a ruido más interferencia (SINR) determinados en la estación base para la sesión de comunicación.

20

Según algunas implementaciones, la estación base es parte de una macro red. Según algunas implementaciones, la estación base incluye una unidad de banda base inteligente (iBBU) y un RRH inteligente (iRRH), de tal manera que la inspección de paquetes se lleva a cabo por una iBBU con refrigeración activa que es independiente de un iRRH con refrigeración pasiva.

25

Según algunas implementaciones, la estación base incluye una memoria que tiene almacenados en la misma ajustes para diferentes tipos de aplicaciones, incluyendo el retardo total y la tolerancia al retardo de los diferentes tipos de aplicaciones. Estos ajustes se pueden usar para ajustar el retardo total para un paquete de datos que tenga un tipo de aplicación que concuerde con el tipo de aplicación almacenado en la memoria de la estación base. En

30

algunas implementaciones, el retardo total corresponde a un periodo de tiempo (por ejemplo, medido en milisegundos, segundos, minutos, o similares) durante el cual el paquete de datos se puede retrasar en base a la información almacenada en la memoria de la estación base. En algunas implementaciones, estos ajustes se pueden determinar en base a los análisis llevados a cabo sobre diversas aplicaciones que analizan, por ejemplo, la duración de cada transacción, dirección de comunicación, protocolo de transporte usado (por ejemplo, TCP/SCTP, UDP),

35

número de bytes por transacción, y/o intervalo entre transacciones consecutivas.

Según algunas implementaciones, cuando la condición del canal está por debajo del umbral, se utiliza el retardo total para determinar cuándo se debería trasladar el paquete de datos del búfer de entrada al búfer de planificación. Si el paquete de datos está asociado con una aplicación tolerante al retardo, entonces el paquete de datos se traslada al búfer de planificación en base al retardo total determinado de la aplicación. Si las condiciones del canal cambian de tal manera que el equipo de usuario pasa a un área de buena recepción de RF mientras el paquete de datos se está retrasando en base al retardo total determinado del paquete de datos, el paquete de datos se traslada al búfer de planificación sin referencia a ningún retardo total extendido que se aplique en base al tipo de aplicación del paquete de datos. Según algunas implementaciones, si la aplicación es intolerante al retardo, entonces la aplicación se traslada al búfer de planificación sin un retardo adicional.

40

Según algunas implementaciones, el traslado del paquete de datos del búfer de entrada al búfer de planificación se puede llevar a cabo en base al etiquetado o encapsulado del paquete de datos con datos adicionales, por ejemplo, como aplicando una cabecera PDCP al paquete de datos. Para paquetes de datos asociados con aplicaciones tolerantes al retardo que se vayan a transmitir a dispositivos de usuario en un área de mala recepción de RF, la aplicación de la etiqueta o encapsulado del paquete de datos se retrasa en base a la tolerancia al retardo de la aplicación.

50

También se describen artículos que comprenden un medio legible por máquina incorporado de manera tangible que incorpora instrucciones que, cuando se llevan a cabo, hacen que una o más máquinas (por ejemplo, ordenadores, etc.) den como resultado operaciones descritas en esta solicitud. De forma similar, también se describen sistemas informáticos que pueden incluir un procesador y una memoria acoplada al procesador. La memoria puede incluir uno o más programas que hagan que el procesador lleve a cabo una o más de las operaciones descritas en esta solicitud. De forma adicional, los sistemas informáticos pueden incluir unidades de procesamiento especializadas adicionales que sean capaces de aplicar una única instrucción a múltiples puntos de datos en paralelo.

60

Los detalles de una o más variaciones del tema descrito en esta solicitud se exponen en los dibujos adjuntos y la descripción más abajo. Otras características y ventajas del tema descrito en esta solicitud serán evidentes por la descripción y los dibujos, y por las reivindicaciones.

65

#### **BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS**

Algunas de las formas de realización de la presente divulgación se describirán con referencia a las siguientes figuras. Se debería apreciar que las figuras se proporcionan con fines ejemplares. Los elementos que aparecen en múltiples figuras están indicados por el mismo número de referencia en todas las figuras en las que aparecen.

- 5 La FIG. 1A ilustra un ejemplo de un sistema de comunicaciones de evolución a largo plazo ("LTE");  
 La FIG. 1B ilustra implementaciones ejemplares del sistema de LTE mostrado en la FIG. 1A;  
 La FIG. 1C ilustra una arquitectura de red ejemplar del sistema de LTE mostrado en la FIG. 1A;  
 La FIG. 1D ilustra una estructura ejemplar de una estación base de nodo B evolucionado (eNodeB) según algunas  
 10 implementaciones;  
 La FIG. 2 ilustra una estructura ejemplar de capas funcionales de una estación base de nodo B evolucionado (eNodeB) y una interfaz a una red troncal del sistema de LTE mostrado en las FIG. 1A-1D;  
 La FIG. 3 ilustra otra estructura ejemplar de capas funcionales de una estación base de nodo B evolucionado (eNodeB) del sistema de LTE mostrado en las FIG. 1A-1D;  
 15 La FIG. 4 ilustra un ejemplo de una estación base que coordina la comunicación entre un equipo de usuario y un servidor de aplicaciones en base a diferentes condiciones de radio según algunas implementaciones;  
 La FIG. 5 ilustra un ejemplo de una estación base para coordinar la comunicación entre un equipo de usuario y un servidor de aplicaciones según algunas implementaciones;  
 La FIG. 6 ilustra otro ejemplo de una estación base para coordinar la comunicación entre un equipo de usuario y un  
 20 servidor de aplicaciones según algunas implementaciones;  
 La FIG. 7 es un diagrama de flujo de un procedimiento de coordinar la comunicación entre un equipo de usuario y un servidor de aplicaciones según algunas implementaciones.

#### DESCRIPCIÓN DETALLADA DE ALGUNAS DE LAS FORMAS DE REALIZACIÓN

- 25 El presente tema generalmente se refiere a la coordinación de la transmisión de paquetes de datos en un sistema de telecomunicación móvil, y más particularmente a la planificación de paquetes de datos en base a un umbral de retardo asociado con diferentes aplicaciones y variaciones en una condición de estado del canal de una sesión de comunicación. Para abordar las deficiencias de las soluciones disponibles en la actualidad, una o más  
 30 implementaciones del tema actual proporcionan una red de acceso radio de evolución a largo plazo que tiene una capacidad inteligente con respecto a las aplicaciones a las que corresponden diversos paquetes de datos. Si bien los procedimientos y sistemas descritos en esta solicitud son con referencia a un sistema de LTE, y en algunos casos una estación base de nodo B evolucionado (eNodeB) en una red de acceso radio ("RAN") o una red de acceso radio basada en la nube centralizada ("C-RAN"), los procedimientos y sistemas descritos en esta solicitud  
 35 son aplicables a otros tipos de sistemas de comunicación.

- Un sistema de LTE está gobernado por un estándar para la comunicación inalámbrica de datos a alta velocidad para teléfonos móviles y terminales de datos. El estándar se basa en las tecnologías de red GSM/EDGE ("Sistema global para las comunicaciones móviles"/"Tasas de datos mejoradas para la evolución de GSM"), así como UMTS/HSPA  
 40 ("Sistema universal de telecomunicaciones móviles"/"Acceso de paquetes a alta velocidad"). El estándar es desarrollado por el 3GPP® ("Proyecto de asociación de tercera generación").

- La FIG. 1A ilustra un ejemplo de un sistema de comunicaciones de evolución a largo plazo ("LTE") 100. La FIG. 1B  
 45 ilustra implementaciones ejemplares del sistema de LTE mostrado en la FIG. 1A. Como se muestra en la FIG. 1A, el sistema 100 puede incluir una red de acceso radio terrestre universal evolucionado ("EUTRAN") 102, un núcleo de paquetes evolucionado ("EPC") 108, y una red de paquetes de datos ("PDN") 101, donde la EUTRAN 102 y el EPC 108 proporcionan la comunicación entre un equipo de usuario 104 y la PDN 101. La EUTRAN 102 puede incluir una pluralidad de nodos B evolucionados ("eNodeB" o "ENB") o estaciones base 106 (a, b, c) (como se muestra en la FIG. 1B) que proporcionen capacidades de comunicación a una pluralidad de equipos de usuario 104(a, b, c). El  
 50 equipo de usuario 104 puede ser un teléfono móvil, un teléfono inteligente, una tablet, un ordenador personal, un asistente digital personal ("PDA"), un servidor, un terminal de datos, y/o cualquier otro tipo de equipo de usuario, y/o cualquier combinación de los mismos. El equipo de usuario 104 se puede conectar al EPC 108 y finalmente, a la PDN 101, a través de cualquier eNodeB 106. Habitualmente, el equipo de usuario 104 se puede conectar al eNodeB 106 más próximo, en términos de distancia. En el sistema de LTE 100, la EUTRAN 102 y el EPC 108 funcionan  
 55 conjuntamente para proporcionar conectividad, movilidad y servicios para el equipo de usuario 104.

- Con referencia a la FIG. 1B, la EUTRAN 102 puede incluir una pluralidad de eNodeBs 106, también conocidos como emplazamientos celulares. Los eNodeBs 106 proporcionan funciones de radio y llevan a cabo funciones de control clave incluyendo la planificación de recursos de enlace aéreo o la gestión de los recursos radio, la movilidad o  
 60 traspaso en modo activo, y el control de admisión para los servicios.

- La FIG. 1C ilustra una arquitectura de red ejemplar del sistema de LTE mostrado en la FIG. 1A. Como se muestra en la FIG. 1C, los eNodeBs 106 son responsables de seleccionar qué entidades de gestión de la movilidad (MMEs) servirán al equipo de usuario 104 y de las funciones de los protocolos como la compresión de la cabecera y la  
 65 encriptación. Los eNodeBs 106 que constituyen una EUTRAN 102 colaboran entre sí para la gestión de los recursos radio y el traspaso como se muestra en la FIG. 1C.

Con referencia a la FIG. 1C, la comunicación entre el equipo de usuario 104 y el eNodeB 106 se produce a través de una interfaz aérea 122 (también conocida como interfaz "LTE-Uu"). Como se muestra en la FIG. 1b, la interfaz aérea 122 proporciona la comunicación entre el equipo de usuario 104b y el eNodeB 106a. La interfaz aérea 122 usa el

5 Acceso múltiple por división de frecuencia ortogonal ("OFDMA") y el Acceso múltiple por división de frecuencia de portadora única ("SC-FDMA"), una variante del OFDMA, en el enlace descendente y en el enlace ascendente respectivamente. El OFDMA permite el uso de múltiples técnicas de antena conocidas, como, la Múltiple entrada múltiple salida ("MIMO").

10 La interfaz aérea 122 usa diversos protocolos, que incluyen un control de recursos radio ("RRC") para la señalización entre el equipo de usuario 104 y el eNodeB 106 y el estrato de no acceso ("NAS") para la señalización entre el equipo de usuario 104 y la MME (como se muestra en la FIG. 1c). Además de la señalización, se transfiere tráfico de usuario entre el equipo de usuario 104 y el eNodeB 106. Tanto la señalización como el tráfico en el sistema 100 son portados por canales de capa física ("PHY").

15 Múltiples eNodeBs 106 se pueden interconectar entre sí usando una interfaz X2 130(a, b, c). Como se muestra en la FIG. 1a, la interfaz X2 130a proporciona la interconexión entre el eNodeB 106a y el eNodeB 106b; la interfaz X2 130b proporciona la interconexión entre el eNodeB 106a y el eNodeB 106c; y la interfaz X2 130c proporciona la interconexión entre el eNodeB 106b y el eNodeB 106c. La interfaz X2 se puede establecer entre dos eNodeBs con el

20 fin de proporcionar un intercambio de señales, que puede incluir una información relacionada con la carga o con la interferencia, así como información relacionada con el traspaso. Los eNodeBs 106 se comunican con el núcleo de paquetes evolucionado 108 a través de una interfaz S1 124(a, b, c). La interfaz S1 124 se puede dividir en dos interfaces: una para el plano de control (mostrada como la interfaz del plano de control (interfaz S1-MME) 128 en la FIG. 1C) y la otra para el plano de usuario (mostrada como la interfaz del plano de usuario (interfaz S1-U) 125 en la

25 FIG. 1C).

El EPC 108 establece y cumple la Calidad de servicio ("QoS") para los servicios de usuario y permite que el equipo de usuario 104 mantenga una dirección de protocolo de internet ("IP") compatible mientras se mueve. Se debería observar que cada nodo en la red 100 tiene su propia dirección IP. El EPC 108 está diseñado para interfundar

30 con redes inalámbricas heredadas. El EPC 108 también está diseñado para separar el plano de control (es decir, la señalización) y el plano de usuario (es decir, el tráfico) en la arquitectura de red troncal, lo cual permite una mayor flexibilidad en la implementación, y una escalabilidad independiente de las funciones de control y de datos de usuario.

35 La arquitectura del EPC 108 está dedicada a paquetes de datos y se muestra en más detalle en la FIG. 1C. El EPC 108 incluye un servidor de puerta de enlace (S-GW) 110, una puerta de enlace PDN (P-GW) 112, una entidad de gestión de la movilidad ("MME") 114, un servidor local de abonado ("HSS") 116 (una base de datos de abonados para el EPC 108), y una función de control de políticas y reglas de facturación ("PCRF") 118. Algunos de estos (como S-GW, P-GW, MME, y HSS) a menudo se combinan en nodos según la implementación del fabricante.

40 El S-GW 110 funciona como un router de paquetes de datos IP y es el anclaje del trayecto de servicios portadores del equipo de usuario en el EPC 108. De ese modo, cuando el equipo de usuario se traslada de un eNodeB 106 a otro durante las operaciones de movilidad, el S-GW 110 sigue siendo el mismo y el trayecto de servicios portadores hacia la EUTRAN 102 se conmuta para comunicarse con el nuevo eNodeB 106 que sirve al equipo de usuario 104.

45 Si el equipo de usuario 104 se traslada al dominio de otro S-GW 110, la MME 114 transferirá todos los trayectos de servicios portadores del equipo de usuario al nuevo S-GW. El S-GW 110 establece trayectos de servicios portadores para el equipo de usuario a una o más P-GWs 112. Si se reciben datos de bajada para un equipo de usuario inactivo, el S-GW 110 guarda los paquetes de bajada y solicita a la MME 114 ubicar y restablecer los trayectos de servicios portadores a y a través de la EUTRAN 102.

50 La P-GW 112 es la puerta de enlace entre el EPC 108 (y el equipo de usuario 104 y la EUTRAN 102) y la PDN 101 (mostrada en la FIG. 1a). La P-GW 112 funciona como un router para el tráfico de usuario al igual que lleva a cabo funciones de parte del equipo de usuario. Éstas incluyen la asignación de dirección IP para el equipo de usuario, el filtrado de paquetes del tráfico de usuario de bajada para garantizar que se ubica en el trayecto de servicios

55 portadores apropiado, el cumplimiento de la QoS de bajada, incluyendo la tasa de datos. Dependiendo de los servicios que esté usando un abonado, puede haber múltiples trayectos de servicios portadores de datos de usuario entre el equipo de usuario 104 y la P-GW 112. El abonado puede usar servicios en PDNs servidos por diferentes P-GWs, en cuyo caso el equipo de usuario tiene al menos un trayecto de servicios portadores establecido para cada P-GW 112. Durante el traspaso del equipo de usuario de un eNodeB a otro, si el S-GW 110 también está cambiando,

60 el trayecto de servicios portadores de la P-GW 112 se conmuta al nuevo S-GW.

La MME 114 gestiona el equipo de usuario 104 dentro del EPC 108, que incluye gestionar la autenticación del abonado, mantener un contexto para el equipo de usuario 104 autenticado, establecer trayectos de servicios portadores de datos en la red para el tráfico de usuario, y hacer un seguimiento de la ubicación de móviles inactivos

65 que no se han desconectado de la red. Para el equipo de usuario 104 inactivo que necesita volver a conectarse a la red de acceso para recibir datos de bajada, la MME 114 inicia la búsqueda para ubicar el equipo de usuario y

restablece los trayectos de servicios portadores a y a través de la EUTRAN 102. La MME 114 para un equipo de usuario 104 particular es seleccionada por el eNodeB 106 desde el cual el equipo de usuario 104 inicia el acceso al sistema. La MME habitualmente es parte de una recopilación de MMEs en el EPC 108 para fines del uso compartido de carga y de la redundancia. En el establecimiento de los trayectos de servicios portadores de datos del usuario, la MME 114 es responsable de seleccionar la P-GW 112 y el S-GW 110, que constituirán los extremos de la ruta de datos a través del EPC 108.

La PCRF 118 es responsable de la toma de decisiones del control de políticas, así como de controlar las funcionalidades de facturación en base al flujo en la función de cumplimiento del control de políticas ("PCEF"), que reside en la P-GW 110. La PCRF 118 proporciona la autorización de QoS (identificador de clase de QoS ("QCI") y las tasas de bits) que decide cómo se tratará un cierto flujo de datos en la PCEF y garantiza que esto sea en conformidad con el perfil de suscripción del usuario. Como se declara anteriormente, los servicios de IP 119 son proporcionados por la PDN 101 (como se muestra en la FIG. 1A).

Según algunas implementaciones, la red de LTE incluye dividir las funcionalidades de la estación base en una unidad de banda base (BBU), que lleva a cabo, en particular, las funciones de planificación y de procesamiento de banda base, y un número de cabezales de radio remotos (RRHs) responsables de la transmisión y/o recepción RF de señales. La unidad de procesamiento de banda base habitualmente se ubica en el centro de la célula y se conecta a través de fibra óptica a los RHs. Este planteamiento permite que una unidad de procesamiento de banda base gestione diferentes emplazamientos de radio de manera central. Asimismo, tener RHs separados geográficamente controlados desde la misma ubicación permite unidades de procesamiento de banda base centralizadas que gestionen conjuntamente la operación de diversos emplazamientos de radio, o bien el intercambio de mensajes de coordinación de latencia muy baja entre unidades de procesamiento de banda base individuales.

Los estándares de la iniciativa de arquitectura abierta para estaciones base (OBSAI) y de la interfaz de radio pública común (CPRI) introdujeron interfaces estandarizadas que separan el servidor de la estación base y la parte de RRH de una estación base por una fibra óptica.

La FIG. 1D ilustra una estructura ejemplar de una estación base de nodo B evolucionado (eNodeB) 106 según algunas implementaciones. El eNodeB 106 puede incluir al menos un cabezal de radio remoto ("RRH") 132 (por ejemplo, puede haber tres RRH 132) y una unidad de banda base ("BBU") 134. El RRH 132 se puede conectar a antenas 136. El RRH 132 y la BBU 134 se pueden conectar usando una interfaz óptica que cumpla con la especificación estándar de la interfaz de radio pública común ("CPRI") 142. La operación del eNodeB 106 se puede caracterizar por el uso de parámetros y especificaciones estándar para banda de radiofrecuencia, ancho de banda, esquema de acceso (por ejemplo, enlace descendente: OFDMA; enlace ascendente: SC-OFDMA para LTE), tecnología de antena, número de sectores, tasa de transmisión máxima, interfaz S1/X2, y/o entorno móvil. Por ejemplo, estos valores se pueden ajustar en base a estándares y especificaciones definidos para LTE y/o una arquitectura de próxima generación. La BBU 134 puede ser responsable del procesamiento de señales de banda base digitales, de la terminación de la línea S1, de la terminación de la línea X2, del procesamiento de llamadas y del procesamiento de control de monitoreo. Los paquetes de IP que se reciben del EPC 108 (no mostrado en la FIG. 1d) se pueden modular en señales de banda base digitales y transmitir al RRH 132. Al contrario, las señales de banda base digitales recibidas del RRH 132 se pueden demodular en paquetes de IP para la transmisión al EPC 108.

El RRH 132 puede transmitir y recibir señales inalámbricas usando antenas 136. El RRH 132 puede convertir (usando el convertidor ("CONV") 140) señales de banda base digitales de la BBU 134 en señales de radiofrecuencia ("RF") y amplificar (usando el amplificador ("AMP") 138) su potencia para la transmisión al equipo de usuario 104 (no mostrado en la FIG. 1d). Al contrario, las señales de RF que se reciben del equipo de usuario 104 se amplifican (usando el AMP 138) y se convierten (usando el CONV 140) a señales de banda base digitales para la transmisión a la BBU 134.

La FIG. 2 ilustra una estructura ejemplar de capas funcionales de una estación base de nodo B evolucionado (eNodeB) y una interfaz a una red troncal del sistema de LTE mostrado en las FIG. 1A-1D. El eNodeB 106 incluye una pluralidad de capas: la capa de LTE 1 202, la capa de LTE 2 204, y la capa de LTE 3 206. La capa de LTE 1 incluye una capa física ("PHY"). La capa de LTE 2 incluye un control de acceso al medio ("MAC"), un control del enlace radio ("RLC"), un protocolo de convergencia de paquetes de datos ("PDCP"). La capa de LTE 3 incluye diversas funciones y protocolos, incluyendo un control de recursos radio ("RRC"), una asignación dinámica de recursos, la configuración de medición y suministro del eNodeB, un control de admisión radio, un control de la movilidad de las conexiones, y la gestión de los recursos radio ("RRM"). Cada una de estas capas se estudia en mayor detalle más adelante.

La FIG. 3 ilustra otra estructura ejemplar de capas funcionales de una estación base de nodo B evolucionado (eNodeB) del sistema de LTE mostrado en las FIG. 1A-1D. El sistema 300 se puede implementar como una red de acceso radio basada en la nube centralizada ("C-RAN"). El sistema 300 puede incluir al menos una unidad de cabezal de radio remoto inteligente ("iRRH") 302 y una unidad de banda base inteligente ("iBBU") 304. El iRRH 302 y la iBBU 304 se pueden conectar usando la comunicación fronthaul ("FH") basada en Ethernet 306 y la iBBU 304 se

puede conectar al EPC 108 usando la comunicación backhaul ("BH") 308. El equipo de usuario 104 (no mostrado en la FIG. 3) se puede comunicar con el iRRH 302.

En algunas implementaciones, el iRRH 302 puede incluir el módulo de amplificador de potencia ("PA") 312, el módulo de radiofrecuencia ("RF") 314, la capa de LTE L1 (o capa PHY) 316, y una porción 318 de la capa de LTE L2. La porción 318 de la capa de LTE L2 puede incluir la capa de MAC y puede incluir además algunas funcionalidades/protocolos asociados con el RLC y el PDCP, como se estudiará más adelante. La iBBU 304 puede ser una unidad centralizada que se puede comunicar con una pluralidad de iRRH y puede incluir la capa de LTE L3 322 (por ejemplo, RRC, RRM, etc.) y también puede incluir una porción 320 de la capa de LTE L2. De forma similar a la porción 318, la porción 320 puede incluir diversas funcionalidades/protocolos asociados con el RLC y el PDCP. De ese modo, el sistema 300 puede estar configurado para dividir las funcionalidades/protocolos asociados con el RLC y el PDCP entre el iRRH 302 y la iBBU 304.

Una de las funciones del eNodeB 106 a la que se hace referencia en la Capa 3 de la FIG. 1C es la gestión de los recursos radio ("RRM"), que incluye la planificación de recursos de la interfaz aérea tanto de enlace ascendente como de enlace descendente para el equipo de usuario 104, el control de recursos de los servicios portadores, y el control de admisión. La función de la RRM es garantizar el uso eficiente de los recursos de red disponibles. En particular, la RRM en la E-UTRAN proporciona un medio para gestionar (por ejemplo, el ME y asignar, reasignar, y liberar) recursos radio en entornos de una única y de múltiples células. La RM se puede tratar como una aplicación central en el eNB responsable de interfundar entre diferentes protocolos (RC, S1AP, y X2AP) de manera que los mensajes se puedan transferir correctamente a diferentes nodos a través de las interfaces Uu, S1, y X2. La RM puede interactuar con las funciones de operación y gestión con el fin de controlar, monitorear, auditar, o reiniciar el estado debido a errores en una pila de protocolos. Control de admisión radio: El módulo funcional del RAC acepta o rechaza las solicitudes del establecimiento de nuevos servicios portadores radio.

La RRM incluye módulos para el control de servicios portadores radio (RBC). El módulo funcional del RBC gestiona el establecimiento, mantenimiento, y liberación de los servicios portadores radio. La RRM también incluye módulos para el control de la movilidad de las conexiones (CMC). El módulo del CMC gestiona los recursos radio en los modos inactivo y conectado. En el modo inactivo, este módulo define criterios y algoritmos para la selección, reelección, y registro de ubicación de células que ayuden al UE a seleccionar o alojarse temporalmente en la mejor célula. Además, el eNB difunde parámetros que configuran los procedimientos de medición y de informe del UE. En el modo conectado, este módulo gestiona la movilidad de las conexiones radio sin la interrupción de los servicios.

La RRM también puede incluir módulos para la asignación dinámica de recursos (DRA) y/o la planificación de paquetes (PS). La tarea de la DRA o la PS es asignar y anular la asignación de recursos (incluyendo los bloques de recursos físicos) para el usuario y los paquetes del plano de control. La función de planificación habitualmente considera los requisitos de QoS asociados con los servicios portadores radio, los comentarios sobre la calidad del canal por parte de los UEs, el estado del búfer, la condición de la interferencia intercelular/intracelular, y similares. La función de la DRA puede tener en cuenta las restricciones o preferencias en algunos de los bloques de recursos o conjuntos de bloques de recursos disponibles debido a las consideraciones de la coordinación de la interferencia intercelular (ICIC).

La RRM también puede incluir módulos para la coordinación de la interferencia intercelular (ICIC), el equilibrio de carga, la gestión de los recursos radio de Inter-RAT, y la identificación del perfil del abonado (SPID).

El eNodeB 106, como un agente para el EPC 108, es responsable de la transferencia de mensajes de búsqueda que se usan para ubicar móviles cuando están inactivos. El eNodeB 106 también comunica información del canal de control común por vía inalámbrica, la compresión de la cabecera, la encriptación y desencriptación de los datos de usuario enviados por vía inalámbrica, y establece criterios de informe y activación de traspaso. Como se declara anteriormente, el eNodeB 106 puede colaborar con otro eNodeB 106 por la interfaz X2 con fines de gestión del traspaso y de la interferencia. Los eNodeBs 106 se comunican con la MME del EPC a través de la interfaz S1-MME y al S-GW con la interfaz S1-U. Asimismo, el eNodeB 106 intercambia datos de usuario con el S-GW por la interfaz S1-U. El eNodeB 106 y el EPC 108 tienen una relación de muchos a muchos para soportar el uso compartido de carga y la redundancia entre las MMEs y los S-GWs. El eNodeB 106 selecciona una MME de un grupo de MMEs de modo que la carga pueda ser compartida por múltiples MMEs para evitar la congestión.

Las redes de comunicación inalámbricas son ampliamente utilizadas para proporcionar diversos servicios de comunicación como voz, vídeo, paquetes de datos, mensajería, difusión, o similares. Estas redes inalámbricas pueden ser redes de acceso múltiple capaces de soportar múltiples usuarios compartiendo los recursos de red disponibles. Ejemplos de tales redes de acceso múltiple incluyen las redes de Acceso múltiple por división de código (CDMA), las redes de Acceso múltiple por división de tiempo (TDMA), las redes de Acceso múltiple por división de frecuencia (FDMA), las redes de FDMA ortogonal (OFDMA), y las redes de FDMA de portadora única (SC-FDMA).

Como se estudió anteriormente con referencia a la FIG. 1B, una red de comunicación inalámbrica puede incluir un número de entidades de red, como estaciones base, que puedan soportar la comunicación para un número de entidades/dispositivos móviles, como, por ejemplo, equipos de usuario (UEs) o terminales de acceso (ATs). Una



entidad móvil se puede comunicar con una estación base a través de un enlace descendente y un enlace ascendente. El enlace descendente (o enlace hacia delante) se refiere al enlace de comunicación de la estación base al UE, y el enlace ascendente (o enlace inverso) se refiere al enlace de comunicación del UE a la estación base.

5

La Evolución a largo plazo (LTE) del Proyecto de asociación de tercera generación (3GPP®) representa un gran avance en la tecnología celular como una evolución del Sistema global para las comunicaciones móviles (GSM) y del Sistema universal de telecomunicaciones móviles (UMTS). La capa física (PHY) de la LTE proporciona un modo de transmitir tanto datos como información de control entre una estación base, como un nodo B evolucionado (eNB), y una entidad móvil, como un UE, con una eficiencia espectral y caudal efectivo aumentados.

10

En el contexto de la LTE, se puede proporcionar información entre entidades de red y entidades móviles como unidades de datos de protocolo (PDUs) de control de acceso al medio (MAC) y PDUs de control del enlace radio (RLC), en la que una PDU de RLC dada puede incluir al menos una unidad de datos de servicio (SDU) de RLC o segmento de SDU de RLC. En unidifusión, el tamaño máximo de la SDU de RLC se especifica en un Protocolo de convergencia de paquetes de datos (PDCP).

15

En general, una red de acceso radio (RAN) implementa una tecnología de acceso radio. Conceptualmente, reside entre un dispositivo como un teléfono móvil, un ordenador, o cualquier máquina controlada de forma remota y proporciona la conexión con su red troncal (CN). Dependiendo del estándar, los teléfonos móviles y otros dispositivos conectados de forma inalámbrica son diversamente conocidos como equipo de usuario (UE), equipo terminal, estación móvil (MS), etcétera. La funcionalidad de la RAN se proporciona habitualmente mediante un chip de silicón que reside en un nodo como un eNodeB que reside entre la CN y el UE. La RAN es usada por sistemas de GSM/UMTS/LTE, p. ej., por ejemplo, GERAN (RAN de GSM), UTRAN (RAN terrestre de UMTS), y E-UTRAN (UTRAN mejorada) son las redes de acceso radio de GSM, de UMTS y de LTE.

20

La red de acceso radio que incluye las estaciones base proporcionadas en esta solicitud es responsable de manejar toda la funcionalidad relacionada con radio incluyendo la planificación de los recursos radio. La red troncal puede ser responsable de enrutar llamadas y conexiones de datos a redes externas.

30

El planificador en una estación base, como un eNodeB, es generalmente responsable de asignar recursos radio a todos los UEs y servicios portadores radio tanto en enlace ascendente como en enlace descendente. El planificador en un eNodeB asigna bloques de recursos radio (que son los elementos más pequeños de la asignación de recursos) a usuarios durante cantidades de tiempo predeterminadas. Generalmente, un bloque de recursos en un sistema de LTE corresponde a una subportadora por un símbolo OFDM.

35

Los paquetes de datos en una red de comunicación pueden corresponder a diferentes aplicaciones que tengan formatos diferentes, y en algunos casos, no estandarizados para la carga útil de datos subyacentes. Sin el conocimiento de la carga útil de los paquetes de datos, y su aplicación correspondiente, la coordinación de la comunicación de un paquete de datos se proporciona de manera genérica. En la estación base, como un eNodeB, la asignación de bloques de recursos radio se produce a intervalos de 1 ms aproximadamente. La detección de paquetes de datos y las aplicaciones correspondientes fuera de la estación base, como usar dispositivos en la red troncal o en el dispositivo de usuario, no puede dar cuenta con exactitud de los cambios en las condiciones del canal que se producen en los intervalos de 1 ms en los que la estación base asigna bloques de recursos radio. Por ejemplo, una estación base, como un eNodeB, puede decidir el tipo de mecanismo de modulación y codificación para la transmisión de un paquete de datos, por ejemplo, usando la modulación de amplitud en cuadratura QAM - incluyendo 16-QAM, 64-QAM, o similares) y/o la codificación por cambio de fase en cuadratura (QPSK) cada 1 ms. Tales decisiones se basan en las condiciones del canal presentes durante el segmento de tiempo en el que la estación base está asignando los bloques de recursos radio.

40

La implementación de la planificación teniendo en cuenta las aplicaciones de paquetes de datos en la estación base supone un sistema basado en software intensivo. En un ejemplo de la capacidad de tener en cuenta las aplicaciones como se describirá en mayor detalle más adelante con referencia a las FIG. 4-7, se lleva a cabo una función de Inspección a fondo de paquetes (DPI) por la estación base (por ejemplo, eNodeB) para inspeccionar paquetes de datos en cualquiera de las capas (por ejemplo, de la capa 3 (L3) a la capa 7 (capa de aplicación)). La inspección de paquetes es utilizada por la estación base para hacer deducciones y/o determinaciones en base a, por ejemplo, conjuntos de reglas suministrados en la estación base. En base a estas deducciones derivadas de la inspección de paquetes, se determina el procesamiento que aplicar sobre un paquete de datos. Como un ejemplo, si el paquete de datos contiene un mensaje IM, y el conjunto de reglas indica una detección de un tipo específico de mensaje IM, la inspección de paquetes primero tendrá que detectar que el paquete contiene un mensaje IM, y después inspeccionar la carga útil del paquete para determinar si el tipo particular de mensaje IM concuerda con el conjunto de reglas. Si hay una concordancia, un procesador de inspección de paquetes aplicará un proceso particular como se indica por el conjunto de reglas, por ejemplo, marcar el paquete para el tratamiento prioritario para la planificación por la estación base y/o utilizar un umbral de retardo particular para el paquete de datos como se define en el conjunto de reglas. Este tipo de implementación de la funcionalidad de inspección de paquetes requiere un diseño de hardware y capacidad de CPU particulares para mantener la demanda informática por paquete. Por lo tanto, según algunas

50

55

60

65

implementaciones, con el fin de implementar un planificador que tenga en cuenta las aplicaciones en la estación base (por ejemplo, eNodeB), la implementación de y los requisitos para una capacidad de DPI se utilizan para determinar el diseño de la estación base. Como una implementación, con referencia de nuevo a la FIG. 3, la estación base para una macro red, como una red de LTE 3G ó 4G, se divide entre la unidad de banda base inteligente (iBBU) 304 y el RRH inteligente (iRRH) 302, de tal manera que la inspección de paquetes se llevaría a cabo por una iBBU con refrigeración activa 304 que es independiente de un iRRH con refrigeración pasiva 302. También se pueden proporcionar otras implementaciones que utilicen procesadores que sean capaces de llevar a cabo los procesos de inspección de paquetes basados en software intensivo mientras cumplan con la limitación térmica de los procesadores y del nodo.

10

Según otra implementación, la capacidad de inspección de paquetes se puede implementar fuera de la estación base, por ejemplo, en una Puerta de enlace de red de paquetes de datos (PDN-GW), y/o un nodo dedicado diseñado para llevar a cabo la DPI en la red troncal o red de acceso responsable de hacer la inspección de paquetes y deducciones. En esta implementación, la deducción basada en la inspección de paquetes se puede transmitir entonces a la estación base (por ejemplo, eNodeB) con el fin de procesar el paquete de datos como corresponda. En esta implementación, el espacio de tiempo entre la detección del paquete de datos, la inspección/determinación de la deducción (por ejemplo, tipo de aplicación), y el procesamiento por la estación base es mayor que en la implementación en la que la inspección de paquetes se produce en la estación base. Además, los nodos de la red troncal no tienen la funcionalidad del plano de control de la estación base (por ejemplo, eNodeB) (RRC) y de la gestión de los recursos radio (RRM) para hacer la correcta deducción y/o determinación de un paquete dado. Por ejemplo, el conocimiento del nivel de disponibilidad de recursos radio que hay en la RRM y el número de usuarios activos alojados temporalmente en un eNodeB que está en los módulos del RRC son esenciales para que un procesador de inspección de paquetes marque de forma apropiada el paquete para la planificación.

15

20

25 Implementar la inspección de paquetes en la estación base como se describe según algunas implementaciones supera estos desafíos ubicando la función de DPI con funciones de determinación de inspección llevadas a cabo por el mismo hardware que aloja las funciones del plano de control de la estación base (RRC) y de la gestión de los recursos radio (RRM).

30 Según algunas implementaciones, una estación base incluye módulos y/o procesadores para inspeccionar un paquete de datos para determinar un tipo de aplicación del paquete de datos, y en base al tipo de aplicación, determinar un umbral de retardo para el paquete de datos. El umbral de retardo se puede utilizar por la estación base en conjunción con la detección de condiciones de estado del canal con el fin de determinar si el paquete de datos se debería planificar para la transmisión, o si el paquete de datos se debería almacenar y reenviar después de un intervalo de tiempo predeterminado o cuando las condiciones del canal mejoren.

35

La FIG. 4 ilustra un ejemplo de una estación base que coordina la comunicación entre un equipo de usuario y un servidor de aplicaciones en base a diferentes condiciones de radio según algunas implementaciones. La estación base puede corresponder a un eNodeB, como un eNodeB como se muestra y se describe anteriormente con referencia a las FIG. 1B-1D, 2, y 3. La estación base como se muestra en la FIG. 4 incluye una unidad de banda base 404 y un cabezal de radio 402. En el caso de una arquitectura de C-RAN como la que se muestra en la FIG. 3, la estación base se divide entre la unidad de banda base inteligente (iBBU) 304 y la unidad de RRH inteligente (iRRH) 302 como se muestra en la FIG. 3.

40

45 La estación base puede estar configurada para comunicarse con un equipo de usuario 403. El equipo de usuario 403 se puede ubicar en un área de recepción de RF relativamente buena 401A o un área de recepción de RF relativamente mala 401B. Por ejemplo, cuando un usuario se traslada con el equipo de usuario a un ascensor o a una instalación subterránea, el equipo de usuario 403 puede pasar de un área de conexión de RF buena 401A a un área de conexión de RF mala 401B. La estación base puede detectar esta transición y tratar los paquetes de datos que se vayan a transmitir al equipo de usuario como corresponda. Por ejemplo, como se muestra en la FIG. 4, para una aplicación tolerante al retardo, la unidad de banda base 404 puede guardar y esperar a que el equipo de usuario salga del área de mala recepción de RF 401B como se muestra en el bloque 405. En algunas implementaciones, la unidad de banda base 404 adicionalmente o alternativamente puede iniciar un tiempo de búfer  $T_b$ , que se puede basar en el retardo total de los paquetes en el búfer. En algunas implementaciones, una vez que el equipo de usuario 403 pasa de nuevo a un área de buena recepción de RF 401A, la estación base puede enviar el paquete de datos al equipo de usuario y detener el tiempo de búfer  $T_b$  como se muestra en el bloque 407. Si el tiempo de búfer alcanza un límite predeterminado, la estación base puede estar configurada para intentar transmitir el paquete de datos al equipo de usuario incluso si el equipo de usuario aún no ha pasado de nuevo a un área de buena recepción de RF 401A.

50

55

60

En el caso de una aplicación intolerante al retardo, la estación base puede planificar el paquete de datos para la transmisión utilizando un planteamiento más conservador como se muestra en el bloque 409. Por ejemplo, la estación base puede planificar el paquete de datos utilizando un esquema de modulación y codificación inferior y/o aumentando los bits de redundancia en la transmisión del paquete de datos.

65

Un ejemplo de una aplicación tolerante al retardo puede ser una aplicación de correo electrónico, mientras que un

ejemplo de una aplicación intolerante al retardo puede ser una aplicación de Mensajería instantánea (IM). Otros ejemplos y designaciones de aplicaciones tolerantes al retardo e intolerantes al retardo se pueden ajustar por un usuario y/o proveedor de servicios almacenando los ajustes en el equipo de usuario, servidor de aplicaciones, y/o estación base. En algunas implementaciones, la transmisión de paquetes de datos se puede monitorear y analizar de forma continua por un servidor de análisis con el fin de determinar la tolerancia y la intolerancia al retardo de diversas aplicaciones. Esta información de tolerancia al retardo se puede proporcionar a la estación base con el fin de definir los ajustes que la estación base vaya a utilizar al determinar qué aplicaciones van a ser tratadas como tolerantes al retardo con relación a otras aplicaciones que van a ser tratadas como intolerantes al retardo. Por ejemplo, el operador de red puede ejecutar un análisis sobre aplicaciones desconocidas para determinar sus comportamientos de tolerancia al retardo. Las estadísticas reunidas en este proceso pueden incluir la duración de cada transacción, la dirección de comunicación, el protocolo de transporte usado (por ejemplo, TCP/SCTP, UDP), el número de bytes por transacción, y/o el intervalo entre transacciones consecutivas.

Las funciones descritas con referencia a los bloques 405, 407, y 409 se pueden llevar a cabo por uno o más módulos y/o procesadores que sean parte de la estación base. Ejemplos de tales módulos y/o procesadores se describirán en mayor detalle más adelante con referencia a las FIG. 5 y 6.

En algunas implementaciones, se pueden asignar diferentes aplicaciones con diferentes niveles de tolerancia al retardo ajustando diferentes tiempos de búfer  $T_b$  para las diferentes aplicaciones. Por ejemplo, un primer tiempo de búfer  $T_{b1}$  se puede ajustar para un primer tipo de aplicación, un segundo tiempo de búfer  $T_{b2}$  se puede ajustar para un segundo tipo de aplicación, y un tercer tiempo de búfer  $T_{b3}$  se puede ajustar para un tercer tipo de aplicación, donde  $T_{b1} < T_{b2} < T_{b3}$ . Los ajustes de los tiempos de búfer y los ajustes del tratamiento del tipo de aplicación se pueden almacenar en una memoria en la estación base, y/o se pueden transmitir a la estación base por un servidor de aplicaciones u otra red de proveedor de servicios.

La FIG. 5 ilustra un ejemplo de una estación base 506 para coordinar la comunicación entre un equipo de usuario 504 y un servidor de aplicaciones 508 según algunas implementaciones. La estación base 506 incluye una memoria 550, un búfer de entrada 552, un procesador de preplanificación 556, un procesador de inspección de paquetes 554, un búfer de planificación 558, y un procesador de planificación 560. Si bien se muestran como componentes independientes en la FIG. 5, los procesadores, memorias, y búferes se pueden integrar en uno o más componentes de procesamiento. En algunas implementaciones, el procesador de preplanificación 552, el procesador de inspección de paquetes 554, y/o el procesador de planificación de paquetes 560 se pueden proporcionar como módulos de software en un procesador que esté específicamente programado para implementar las funciones descritas en esta solicitud con referencia a estos procesadores.

En algunas implementaciones, el procesador de inspección de paquetes 554 puede incluir una o más CPUs de clase servidor (por ejemplo, Intel Xeon<sup>®</sup>) o CPUs integradas (por ejemplo, Cavium Octeon<sup>®</sup> o Broadcom XLP<sup>®</sup>). En algunas implementaciones, el procesador de planificación de paquetes 560 y el procesador de preplanificación pueden incluir uno o más procesadores digitales de señales (DSPs), por ejemplo, los procesadores TI Keystone II<sup>®</sup> o Cavium Octeon Fusion<sup>®</sup>. El procesador de preplanificación 552, el procesador de inspección de paquetes 554, y/o el procesador de planificación de paquetes 560 pueden incluir software y/o firmware para programar estos dispositivos junto con cualquier componente de hardware (por ejemplo, puertas lógicas, aceleradores, memoria, o similares) que estos procesadores puedan incluir.

La memoria 550 se puede acoplar a uno o más de los procesadores en la estación base 506 y puede incluir diversos ajustes para la estación base, incluyendo, por ejemplo, la tolerancia al retardo, el tiempo de búfer, y/u otros ajustes de tratamiento de aplicación específica como se estudió anteriormente con referencia a la FIG. 4. El búfer de entrada 552 puede estar configurado para almacenar paquetes de datos que vayan a ser transmitidos por la estación base. El búfer de planificación 558 está configurado para almacenar paquetes de datos que estén planificados para la transmisión por la estación base en base a parámetros determinados por el procesador de planificación 560.

En algunas implementaciones, el procesador de planificación 560 extrae paquetes de datos del búfer de entrada 552 y los almacena en el búfer de planificación 558 para la transmisión. El procesador de planificación reconoce los paquetes que se han preprocesado por la estación base 506 para incluir información de cabecera y/o de encapsulado para la planificación por el procesador de planificación 560. Por ejemplo, los paquetes que están preparados para la planificación por el procesador de planificación 560 pueden incluir una cabecera PDCP de tal manera que el procesador de planificación 560 pueda reconocer y planificar estos paquetes para la transmisión.

En algunas implementaciones, el procesador de inspección de paquetes 554 está configurado para llevar a cabo una inspección de paquetes en cada paquete de datos que se guarde en el búfer de entrada 552 antes de la planificación del paquete de datos para la transmisión. Los paquetes pueden ser inspeccionados antes de ser almacenados en el búfer de entrada 552, o después del almacenamiento en el búfer de entrada 552. El procesador de inspección de paquetes 554 puede determinar, por ejemplo, el tipo de aplicación del paquete de datos. Un tipo de aplicación puede corresponder a, por ejemplo, audio, vídeo, correo electrónico, IM, o similares. El tipo de aplicación también puede ser específico para un proveedor particular de los datos, por ejemplo, diferentes tipos de aplicaciones de IM. En base al tipo de aplicación determinado, el procesador de preplanificación 556 puede determinar una

tolerancia al retardo del paquete de datos. Por ejemplo, el procesador de preplanificación 556 puede asignar un tiempo de búfer ( $T_b$ ) al paquete de datos en base al tiempo restante en su retardo total que se basa en, por ejemplo, una consulta de los ajustes asociados con el tipo de aplicación que están almacenados en la memoria de la estación base 550.

5

El procesador de preplanificación 556 también puede recibir información indicativa de la condición del canal de una sesión de comunicación con el equipo de usuario 504. Por ejemplo, el procesador de preplanificación 504 puede recibir información del Índice de calidad del canal (CQI) que es recibida de forma continua y mantenida por la capa 2 en la estación base. La capa 2 también puede convertir el CQI recibido en una relación señal a ruido más interferencia (SINR) filtrada y proporcionarle al procesador de preplanificación 556 esta información. Si el CQI o la SINR está por debajo de un valor umbral predeterminado (por ejemplo, por debajo de -3dB, 0dB, ó 3dB), el procesador de preplanificación 556 puede determinar que el equipo de usuario 504 está en un área de mala recepción de RF, y a su vez puede utilizar la información del retardo total asociada con el paquete de datos en base al tipo de aplicación del paquete de datos con el fin de retrasar el preprocesamiento del paquete de datos. Por ejemplo, el procesador de preplanificación 556 puede retrasar la aplicación de la cabecera PDCP al paquete de datos en el búfer de entrada 552 cuando se determina que el equipo de usuario 504 está en un área de mala recepción de RF. Para los paquetes de datos que se determina que están asociados con aplicaciones intolerantes al retardo, el procesador de preplanificación 556 no retrasa la planificación del paquete de datos para la transmisión.

20 El procesador de planificación de paquetes 560 planifica paquetes de datos para la transmisión que están almacenados en el búfer de planificación 558. El procesador de planificación de paquetes 560 también puede tener en cuenta los resultados de la inspección de paquetes llevada a cabo por el procesador de inspección de paquetes 554 en la planificación de paquetes de datos. Por ejemplo, en algunas implementaciones, el procesador de inspección de paquetes 554 puede determinar una prioridad del paquete de datos y/o una sensibilidad a la pérdida de datos del paquete de datos, y puede marcar el paquete para la planificación por el procesador de planificación 560 como corresponda. Por ejemplo, se pueden utilizar diferentes índices de esquema de modulación y codificación (MCS), con el fin de incluir redundancias adicionales y una modulación de orden inferior para paquetes de datos que se consideren, según los ajustes de la estación base, más importantes y/o sensibles que otros paquetes de datos. Por ejemplo, se puede utilizar un índice de MCS que tenga mayor fiabilidad para paquetes de datos de sincronización y/u otra configuración de transición de estado/comunicación que para paquetes de transferencia de datos en una sesión de comunicación. En el caso de una aplicación intolerante al retardo, el procesador de planificación de paquetes puede utilizar un índice de MCS que tenga mayor fiabilidad al planificar los paquetes de datos para la transmisión a un equipo de usuario 504 en un área de mala recepción de RF.

35 En algunas implementaciones, el paquete puede ser marcado añadiendo metadatos al paquete o modificando un campo existente en una o más cabeceras del paquete de datos. En algunas implementaciones, la prioridad y/o la sensibilidad al retardo se pueden comunicar al procesador de planificación 560 en base a una asociación de la prioridad y/o de la sensibilidad al retardo con datos que identifiquen el paquete de datos o el tipo de aplicación del paquete de datos.

40

Por ejemplo, si el paquete de datos está portando información sensible al retardo para la aplicación del usuario como una respuesta a una pregunta del Sistema de nombres de dominio (DNS), el procesador de inspección de paquetes 554 puede ajustar el valor de prioridad para el paquete de tal manera que indique al procesador de planificación de paquetes 560 que el paquete va a ser transmitido delante de otros paquetes en el búfer que no son sensibles al retardo, por ejemplo, paquetes correspondientes a un mensaje de correo electrónico. Como otro ejemplo, el paquete de aplicaciones de VoIP (por ejemplo, radio por internet) de flujo continuo generalmente tiene una menor pérdida y sensibilidad al retardo con relación a un paquete de VoIP conversacional (por ejemplo, Skype®). En este ejemplo, el procesador de inspección de paquetes 554 puede determinar e indicar que el paquete requiere la transmisión con un nivel de prioridad por defecto y un índice de Esquema de modulación y codificación (MCS) mayor. Se pueden suministrar diversas combinaciones de valor de prioridad, MCS, u otros parámetros de planificación en base los ajustes previamente ajustados o dinámicos almacenados en la memoria de la estación base 550 que pongan los ajustes de planificación en correlación con los resultados de la inspección de paquetes

En algunas implementaciones, la inspección de paquetes puede ser una de una inspección superficial de paquetes (SPI) y/o una inspección a fondo de paquetes (DPI). Una inspección superficial de paquetes se puede llevar a cabo inspeccionando una o más cabeceras del paquete de datos para determinar alguna información asociada con el paquete de datos. Por ejemplo, la inspección superficial de paquetes puede inspeccionar la cabecera IP del paquete de datos con el fin de determinar la dirección IP de origen del paquete de datos. En base a la inspección superficial de paquetes, en algunas implementaciones, el procesador de inspección de paquetes 554 puede llevar a cabo una inspección a fondo de paquetes, por ejemplo, examinando otras capas del paquete de datos. Por ejemplo, la inspección a fondo de paquetes puede incluir una inspección de una o más de las capas 1-7 de un paquete de datos del modelo de interconexión de sistemas abiertos (OSI). En algunas implementaciones, el procesador de inspección de paquetes 554 puede inspeccionar la carga útil de un paquete de datos para determinar cómo debería ser procesado el paquete de datos por el procesador de preplanificación 556 y el procesador de planificación de paquetes 560. En algunas implementaciones, el procesador de inspección de paquetes 554 puede estar configurado para llevar a cabo la inspección superficial de paquetes para todos los paquetes entrantes y salientes, mientras que

65

lleva a cabo la inspección a fondo de paquetes en un subconjunto de paquetes en base a los ajustes que estén almacenados en o se proporcionen a la estación base.

- En algunas implementaciones, el procesador de inspección de paquetes 554 puede determinar el estado de la aplicación a la que correspondan los paquetes de datos que se comuniquen. Por ejemplo, examinando la cabecera de un paquete de datos (por ejemplo, en la capa 7)), el procesador de inspección de paquetes 554 puede determinar si la aplicación está en un estado de configuración/establecimiento o un estado conectado/de flujo continuo para la comunicación. Como un ejemplo, para una sesión de comunicación TCP, se intercambian paquetes de sincronización TCP durante un estado de establecimiento de conexión TCP antes de la transferencia de datos TCP.
- 10 El procesador de inspección de paquetes 460 puede determinar que un paquete de datos corresponde a un paquete de sincronización TCP que se comunica durante el estado de establecimiento TCP, y en respuesta, el procesador de preplanificación 556 puede determinar que el paquete de datos es intolerante al retardo y procesar el paquete de datos como corresponda. Adicionalmente o alternativamente, el procesador de inspección de paquetes 554 puede marcar el paquete de datos de establecimiento TCP para una planificación de mayor prioridad y/o una codificación de MCS de mayor fiabilidad con relación al paquete de transferencia de datos. Como resultado, los paquetes de datos que incluyen información de transición de estado se pueden planificar y comunicar como corresponda, reduciéndose de ese modo el tiempo requerido para pasar una sesión de comunicación de un estado de establecimiento a un estado de transferencia de datos (estado de prevención de congestión para TCP).
- 15 20 El procesador de inspección de paquetes 554 comunica el tipo de aplicación detectado y/u otra información (por ejemplo, estado de aplicación) que se derive del paquete de datos al procesador de planificación de paquetes 560 y al procesador de preplanificación 556. El procesador de planificación de paquetes 560 puede asignar bloques de recursos radio en base a las condiciones del canal del enlace de comunicación con el equipo de usuario y/o la red troncal. El procesador de inspección de paquetes 560 puede tener en cuenta el tipo de aplicación, el tamaño del archivo asociado con el paquete de datos, el proveedor del contenido, el tipo de dispositivo de usuario o la información de perfil asociada con el usuario para hacer una deducción para el tratamiento por el procesador de planificación de paquetes 560. El procesador de planificación de paquetes 560 puede tener en cuenta los requisitos de calidad de servicio (QoS) para el paquete de datos, una indicación de calidad del canal (CQI) determinada por la estación base 506, un informe de estado del búfer (BSR) del búfer del UE, un informe de disponibilidad de potencia (PHR) del UE, Información de estado del canal (CSI), datos de Planificación en el enlace ascendente (ULS), y/o la indicación proporcionada por el procesador de inspección de paquetes 554 para llevar a cabo la planificación teniendo en cuenta las aplicaciones.

- Con referencia de nuevo a las FIG. 2 y 3, el procesador de inspección de paquetes 554 puede corresponder a una función que sea parte de las funciones de la capa 3 en la estación base 106, 306. En algunas implementaciones, el procesador de inspección de paquetes 554 también se puede proporcionar en una capa funcional independiente de las capas funcionales descritas con referencia a las FIG. 2 y 3. El procesador de inspección de paquetes 554 puede estar configurado para comunicarse y coordinarse con otras funciones llevadas a cabo por la estación base 506. Por ejemplo, el procesador de inspección de paquetes 554 se puede coordinar con las funciones de gestión de los recursos radio (RRM) descritas anteriormente con referencia a la FIG. 2.

- En algunas implementaciones, el procesador de inspección de paquetes 554 puede interactuar con la gestión de los recursos radio (RRM) de la estación base para medir la carga de tráfico en la estación base. En base a la carga de tráfico, el procesador de inspección de paquetes 554 puede modificar las determinaciones (por ejemplo, prioridad, MCS, o similares) para la planificación de paquetes. Por ejemplo, durante condiciones de mucha carga el procesador de inspección de paquetes 554 puede indicar que un paquete no se va a priorizar si corresponde a un conjunto de aplicaciones dado.

- En algunas implementaciones, el procesador de inspección de paquetes 554 puede utilizar las estadísticas y el módulo de recopilación de datos en la estación base para reunir Indicadores clave de rendimiento (KPIs) de aplicación específica, incluyendo, por ejemplo, indicadores para la accesibilidad, la retenibilidad, la integridad, la disponibilidad, y/o la movilidad.

- En algunas implementaciones, el procesador de preplanificación 556 se puede proporcionar en la capa 3 de la estación base como se muestra en las Fig. 2 y 3. Como se estudió anteriormente, el procesador de preplanificación 556 puede ser responsable de determinar cuándo se va a aplicar una cabecera PDCP al paquete de datos para un procesamiento adicional por la estación base 506.

- En algunas implementaciones, el procesador de planificación de paquetes 560 se puede proporcionar en la capa 2 de la estación base como se muestra en las FIG. 2 y 3. En las implementaciones en las que las funciones de la capa 2 están subdivididas entre la iBBU 306 y los RRRHs 302, el procesador de planificación de paquetes 560 se puede implementar como parte de las funciones de la capa 2 que residen con el iRRH 302. El procesador de planificación de paquetes 560 también se puede proporcionar en una capa funcional independiente de las capas funcionales descritas con referencia a las FIG. 2 y 3. El procesador de planificación de paquetes 560 puede estar configurado para comunicarse y coordinarse con otras funciones llevadas a cabo por la estación base 406. En algunas implementaciones, el procesador de planificación de paquetes 560 se puede coordinar con la capa de MAC, y en

particular el gestor de solicitud de repetición automática híbrida (HARQ) de la capa de MAC, así como con una capa física de la estación base. Por ejemplo, el procesador de planificación de paquetes 560 puede interactuar con la capa física (PHY) para derivar estimaciones de canal antes de seleccionar un esquema de modulación y codificación (MCS) para un bloque de recursos dado que portará parte de los datos relacionados con una aplicación dada. En algunas implementaciones, el procesador de planificación de paquetes 560 selecciona el MCS para un paquete de datos o conjunto de paquetes de datos particular en base a la información que recibe de todas las demás capas en el marco funcional de la estación base, incluyendo la capa PHY.

Un ejemplo del flujo de datos a través de la estación base y el procesamiento de los paquetes de datos se describirá en conjunción con la FIG. 6. La FIG. 6 ilustra otro ejemplo de una estación base para coordinar la comunicación entre un equipo de usuario y un servidor de aplicaciones según algunas implementaciones. Los números de referencia similares en la FIG. 6 corresponden a elementos similares como se describe en la FIG. 5. La FIG. 6 también ilustra diversas capas funcionales de la estación base, incluyendo el PDCP de la capa 2 604A, el RLC de la capa 2 604B, el MAC de la capa 2 604C, y la PHY de la capa 1 602 como se describe anteriormente, por ejemplo, con referencia a la FIG. 2. Como se muestra en la FIG. 6, el búfer de entrada 552 almacena paquetes de datos que se han indicado teniendo un retardo total extendido o un retardo total normal por el procesador de preplanificación 556. Esta indicación se basa en una inspección de los paquetes de datos por el procesador de inspección de paquetes (DPI/SPI) 554. En el ejemplo mostrado en la FIG. 6, los paquetes de datos con retardo total extendido se retrasan con respecto a los paquetes de datos con retardo total normal, de tal manera que, para cada tres paquetes de datos con retardo total normal, un único paquete de datos con retardo total extendido se traslada del búfer de entrada al búfer de planificación. También se pueden utilizar otros ejemplos de retardo, por ejemplo, en base a los tiempos de búfer de retardo, con el fin de retrasar la aplicación de la cabecera PDCP a los paquetes de datos con retardo total extendido en el búfer de entrada de tal manera que no sean reconocidos y trasladados al búfer de planificación por el procesador de planificación de paquetes 560.

En algunas implementaciones, las determinaciones de la condición del canal se pueden basar en datos de HARQ que se transfieren de la capa de MAC al procesador de planificación de paquetes 560 y al procesador de preplanificación 556. Por ejemplo, en el caso en el que múltiples solicitudes de transmisión repetidas se inicien en una sesión de comunicación con un equipo de usuario, el procesador de preplanificación 556 puede determinar que el equipo de usuario está en un área de mala recepción de RF y procesar paquetes de datos en base a su tolerancia al retardo.

La FIG. 7 es un diagrama de flujo de un procedimiento 700 de coordinar la comunicación entre un equipo de usuario y un servidor de aplicaciones según algunas implementaciones. El procedimiento 700 se puede llevar a cabo por una estación base, por ejemplo, como se describe anteriormente con referencia a las FIG. 5 y 6. Como se muestra en la FIG. 7, en el bloque 702 un paquete de datos se recibe en la estación base y se almacena en el búfer de entrada de la estación base. En el bloque 704, la estación base determina la condición del canal de una sesión de comunicación con un equipo de usuario asociado con el destino del paquete de datos. En el bloque de decisión 706, la condición del canal determinado se compara con un valor umbral, por ejemplo, para determinar si el equipo de usuario está en un área de buena recepción de RF o un área de mala recepción de RF. Si la condición del canal es inferior al valor umbral, el paquete de datos se inspecciona para determinar una tolerancia al retardo del paquete de datos como se muestra en el bloque 708. Por ejemplo, diferentes tolerancias al retardo se pueden asignar a diferentes tipos de aplicación, y las tolerancias al retardo se pueden determinar en base a una determinación del tipo de aplicación del paquete de datos a través de la inspección de paquetes. Si la condición del canal es mayor que el valor umbral (por ejemplo, el equipo de usuario está en un área de recepción de RF relativamente buena), el paquete de datos se traslada a un búfer de planificación como se muestra en el bloque 710.

Cuando la condición del canal está por debajo del umbral, se utiliza un retardo total (por ejemplo, un periodo de tiempo correspondiente a una cantidad máxima de retardo) para determinar cuándo se debería trasladar el paquete de datos del búfer de entrada al búfer de planificación. Como se muestra en la FIG. 7, en el bloque de decisión 712, se determina si la aplicación es tolerante o intolerante al retardo. Si el paquete de datos está asociado con una aplicación tolerante al retardo (por ejemplo, una aplicación de correo electrónico), entonces el paquete de datos se traslada al búfer de planificación en base al retardo total determinado de la aplicación como se muestra en el bloque 714. Si las condiciones del canal cambian de tal manera que el equipo de usuario pasa a un área de buena recepción de RF mientras el paquete de datos se está retrasando en base al retardo total determinado del paquete de datos, el paquete de datos se traslada al búfer de planificación sin referencia a ningún retardo total extendido que se aplique en base al tipo de aplicación del paquete de datos.

Si la aplicación es intolerante al retardo, entonces la aplicación se traslada al búfer de planificación a su debido tiempo como se muestra en el bloque 710. Por ejemplo, el paquete de datos para una aplicación intolerante se traslada al búfer de planificación, en base a, por ejemplo, el estado del búfer de planificación y la carga en ese momento de otros paquetes de datos que se van a trasladar al búfer de planificación. El traslado del paquete de datos del búfer de entrada al búfer de planificación se puede llevar a cabo en base al etiquetado o encapsulado del paquete de datos con datos adicionales, por ejemplo, como aplicando una cabecera PDCP al paquete de datos. Para paquetes de datos asociados con aplicaciones tolerantes al retardo que se van a transmitir a dispositivos de usuario en un área de mala recepción de RF, la aplicación de la etiqueta o encapsulado del paquete de datos se

retrasa en base a la tolerancia al retardo de la aplicación. Como se muestra en el bloque 716, los paquetes de datos que están en el búfer de planificación se planifican para la transmisión.

Diversos aspectos de las formas de realización incluidas en el alcance de las reivindicaciones anexas se describen a continuación. Debería ser evidente que los aspectos descritos en esta solicitud se pueden incorporar en una amplia variedad de formas y que cualquier estructura y/o función específica descrita en esta solicitud es meramente ilustrativa. En base a la presente divulgación alguien experto en la materia debería apreciar que un aspecto descrito en esta solicitud se puede implementar independientemente de cualquier otro aspecto y que dos o más de estos aspectos se pueden combinar de diversas maneras. Por ejemplo, se puede implementar un aparato y/o se puede ejercer un procedimiento usando cualquier número de los aspectos expuestos en esta solicitud. Además, se puede implementar tal aparato y/o se puede ejercer tal procedimiento usando otra estructura y/o funcionalidad además de o aparte de uno o más de los aspectos expuestos en esta solicitud.

Las técnicas descritas en esta solicitud se pueden usar para diversas redes de comunicación inalámbricas como las redes de Acceso múltiple por división de código (CDMA), las redes de Acceso múltiple por división de tiempo (TDMA), las redes de acceso múltiple por división de frecuencia (FDMA), las redes de FDMA ortogonal (OFDMA), las redes de FDMA de portadora única (SC-FDMA), etc. Los términos "redes" y "sistemas" se usan a menudo de manera intercambiable. Una red de CDMA puede implementar una tecnología de radio como el acceso radio terrestre universal (UTRA), cdma2000, etc.

Una red de TDMA puede implementar una tecnología de radio como el Sistema global para las comunicaciones móviles (GSM). Una red de OFDMA puede implementar una tecnología de radio como la evolución a largo plazo (LTE), UTRA evolucionado (E-UTRA), IEEE 802.11, IEEE 802.16, IEEE 802.20, IEEE 802.22, Flash-OFDMA, etc. UTRA, E-UTRA, y GSM son parte del Sistema Universal de Telecomunicaciones Móviles (UMTS).

El acceso múltiple por división de frecuencia de portadora única (SC-FDMA), que utiliza la modulación de portadora única y la ecualización en el dominio de la frecuencia es una técnica. El SC-FDMA tiene un rendimiento similar y esencialmente la misma complejidad general que los del sistema OFDMA. La señal SC-FDMA tiene una relación de potencia pico a potencia media (PAPR) inferior debido a su estructura de portadora única inherente. El SC-FDMA ha llamado mucho la atención, especialmente en las comunicaciones de enlace ascendente donde una PAPR inferior beneficia en gran medida al terminal móvil en términos de eficiencia de potencia de transmisión.

En algunos aspectos las enseñanzas en esta solicitud se pueden emplear en una red que incluya una cobertura a macro escala (por ejemplo, una red celular de gran área como una red 3G ó 4G, habitualmente denominada red de macro células) y una cobertura a escala más pequeña (por ejemplo, un entorno de red basado en residencias o basado en edificios). Cuando un terminal de acceso (AT) o equipo de usuario (UE) se mueve a través de tal red, el terminal de acceso puede servirse en ciertas ubicaciones por nodos de acceso (ANs) que proporcionen una macro cobertura mientras que el terminal de acceso puede servirse en otras ubicaciones por nodos de acceso que proporcionen una cobertura a escala más pequeña. En algunos aspectos, los nodos de cobertura más pequeña se pueden usar para proporcionar un crecimiento de capacidad gradual, cobertura interna, y diferentes servicios (por ejemplo, para una experiencia de usuario más robusta). En el estudio en esta solicitud, un nodo que proporciona cobertura por un área relativamente grande se puede denominar macro nodo. Un nodo que proporciona cobertura por un área relativamente pequeña (por ejemplo, una residencia) se puede denominar femtonodo. Un nodo que proporciona cobertura por un área que es más pequeña que una macro área y más grande que una femtoárea se puede denominar pico nodo (por ejemplo, que proporcione cobertura dentro de un edificio comercial).

Una célula asociada con un macro nodo, un femtonodo, o un pico nodo se puede denominar macro célula, femtocélula, o pico célula, respectivamente. En algunas implementaciones, cada célula puede estar asociada asimismo con (por ejemplo, dividida en) uno o más sectores.

En diversas aplicaciones, se puede usar otra terminología para referirse a un macro nodo, un femtonodo, o un pico nodo. Por ejemplo, un macro nodo se puede configurar o denominar nodo de acceso, estación base, punto de acceso, eNodeB, macro célula, etcétera. También, un femtonodo se puede configurar como o denominar NodeB doméstico (HNB), eNodeB doméstico (HeNB), estación base de punto de acceso, femtocélula, etcétera.

Las enseñanzas en esta solicitud se pueden incorporar en (por ejemplo, implementar dentro de o llevar a cabo por) una variedad de aparatos (por ejemplo, nodos). En algunos aspectos, un nodo (por ejemplo, un nodo inalámbrico) implementado en conformidad con las enseñanzas en esta solicitud puede comprender un punto de acceso o un terminal de acceso.

Por ejemplo, un terminal de acceso puede comprender, implementarse como, o conocerse como equipo de usuario, una estación de abonado, una unidad de abonado, una estación móvil, un móvil, un nodo móvil, una estación remota, un terminal remoto, un terminal de usuario, un agente de usuario, un dispositivo de usuario, o alguna otra terminología. En algunas implementaciones un terminal de acceso puede comprender un teléfono celular, un teléfono sin hilos, un teléfono de protocolo de inicio de sesión (SIP), una estación de bucle local inalámbrico (WLL), un asistente digital personal (PDA), un dispositivo de mano que tenga capacidad de conexión inalámbrica, o algún

otro dispositivo de procesamiento adecuado conectado a un módem inalámbrico. Según esto, uno o más aspectos enseñados en esta solicitud se pueden incorporar en un teléfono (por ejemplo, un teléfono celular o teléfono inteligente), un ordenador (por ejemplo, un ordenador portátil), un dispositivo de comunicación portátil, un dispositivo informático portátil (por ejemplo, un asistente personal de datos), un dispositivo de entretenimiento (por ejemplo, un  
5 dispositivo de música, un dispositivo de vídeo, o una radio por satélite), un dispositivo de sistema de posicionamiento global, o cualquier otro dispositivo adecuado que esté configurado para comunicarse a través de un medio inalámbrico.

Un punto de acceso puede comprender, implementarse como, o conocerse como un NodeB, un eNodeB, un  
10 controlador de red radio (RNC), una estación base (BS), una estación base radio (RBS), un controlador de estación base (BSC), una estación transceptora de base (BTS), una función transceptora (TF), un transceptor radio, un router radio, un conjunto de servicios básicos (BSS), un conjunto de servicios extendidos (ESS), o alguna otra terminología similar.

15 En algunos aspectos un nodo (por ejemplo, un punto de acceso) puede comprender un nodo de acceso para un sistema de comunicación. Tal nodo de acceso puede proporcionar, por ejemplo, conectividad para o a una red (por ejemplo, una red de área amplia como internet o una red celular) a través de un enlace de comunicación por cable o inalámbrico a la red. Según esto, un nodo de acceso puede permitir que otro nodo (por ejemplo, un terminal de  
20 acceso) acceda a una red o alguna otra funcionalidad. Además, se debería apreciar que uno o ambos nodos pueden ser portátiles o, en algunos casos, relativamente no portátiles.

Un nodo inalámbrico puede ser capaz de transmitir y/o recibir información de manera no inalámbrica (por ejemplo, a través de una conexión por cable). De ese modo, un receptor y un transmisor como se estudian en esta solicitud pueden incluir componentes de interfaz de comunicación apropiados (por ejemplo, componentes de interfaz  
25 eléctricos u ópticos) para comunicarse a través de un medio no inalámbrico.

Un nodo inalámbrico se puede comunicar a través de uno o más enlaces de comunicación inalámbricos que se basen en o soporten de otra manera cualquier tecnología de comunicación inalámbrica adecuada. Por ejemplo, en algunos aspectos un nodo inalámbrico se puede asociar con una red. En algunos aspectos la red puede comprender  
30 una red de área local o una red de área amplia. Un dispositivo inalámbrico puede soportar o usar de otra manera una o más de una variedad de tecnologías, protocolos, o estándares de comunicación inalámbrica como las estudiadas en esta solicitud (por ejemplo, CDMA, TDMA, OFDM, OFDMA, WiMAX, Wi-Fi, etcétera). De forma similar, un nodo inalámbrico puede soportar o usar de otra manera uno o más de una variedad de esquemas de modulación o multiplexación correspondientes. Un nodo inalámbrico puede de ese modo incluir componentes  
35 apropiados (por ejemplo, interfaces aéreas) para establecer y comunicarse a través de uno o más enlaces de comunicación inalámbricos que usen la anterior u otras tecnologías de comunicación inalámbricas. Por ejemplo, un nodo inalámbrico puede comprender un transceptor inalámbrico con componentes transmisores o receptores asociados que puedan incluir diversos componentes (por ejemplo, generadores de señal y procesadores de señal) que faciliten la comunicación por un medio inalámbrico.

40 Cualquier referencia a un elemento en esta solicitud usando una designación como "primero", "segundo", etcétera generalmente no limita la cantidad u orden de esos elementos. Más bien, estas designaciones se pueden usar en esta solicitud como un procedimiento conveniente de distinguir entre dos o más elementos o instancias de un elemento. De ese modo, una referencia a elementos primero y segundo no significa que sólo se puedan emplear dos  
45 elementos ahí o que el primer elemento deba preceder al segundo elemento de alguna manera.

La información y las señales se pueden representar usando cualquiera de una variedad de diferentes tecnologías y técnicas. Por ejemplo, los datos, instrucciones, comandos, información, señales, bits, símbolos, y chips a los que se puede hacer referencia a lo largo de la descripción anterior se pueden representar por voltajes, corrientes, ondas  
50 electromagnéticas, campos o partículas magnéticos, campos o partículas ópticos, o cualquier combinación de los mismos.

Cualquiera de los diversos bloques lógicos, módulos, procesadores, medios, circuitos, y pasos algorítmicos ilustrativos descritos en conexión con los aspectos dados a conocer en esta solicitud se puede implementar como  
55 hardware electrónico (por ejemplo, una implementación digital, una implementación analógica, o una combinación de las dos, que se pueda diseñar usando la codificación de la fuente o alguna otra técnica), diversas formas de código de programa o de diseño que incorporen instrucciones (que se pueden denominar en esta solicitud, por comodidad, "software" o "módulo de software), o combinaciones de ambos. Para ilustrar claramente esta intercambiabilidad de hardware y software, diversos componentes, bloques, módulos, circuitos, y pasos ilustrativos se han descrito  
60 anteriormente en general en términos de su funcionalidad. Si se implementan en software, las funciones se pueden almacenar en o transmitir por un medio legible por ordenador como una o más instrucciones o código. Los medios legibles por ordenador incluyen tanto medios de almacenamiento informáticos como medios de comunicación que incluyan cualquier medio que facilite la transferencia de un programa informático de un lugar a otro. Un medio de almacenamiento puede ser cualquier medio disponible al que se pueda acceder mediante un ordenador. A modo de  
65 ejemplo, y no limitación, tales medios legibles por ordenador pueden comprender RAM, ROM, EEPROM, CD-ROM u otro almacenamiento de discos (disk) ópticos, almacenamiento de discos (disk) magnéticos u otros dispositivos de



almacenamiento magnéticos, o cualquier otro medio que se pueda usar para portar o almacenar el código de programa deseado en la forma de instrucciones o estructuras de datos a las que se pueda acceder mediante un ordenador. También, cualquier conexión se denomina correctamente medio legible por ordenador. Por ejemplo, si el software se transmite de un sitio web, servidor, u otra fuente remota usando un cable coaxial, cable de fibra óptica, par trenzado, línea de abonado digital (DSL), o tecnologías inalámbricas como infrarrojos, radio, y microondas, entonces el cable coaxial, cable de fibra óptica, par trenzado, DSL, o tecnologías inalámbricas como infrarrojos, radio, y microondas se incluyen en la definición de medio. Disco (disk) y disco (disc), como se usan en esta solicitud, incluyen disco (disc) compacto (CD), disco (disc) láser, disco (disc) óptico, disco (disc) versátil digital (DVD), disco (disk) flexible y disco (disc) blu-ray donde los discos (disk) normalmente reproducen datos de forma magnética, mientras que los discos (disc) reproducen datos de forma óptica con láseres. Combinaciones de lo mencionado anteriormente también se deberían incluir en el alcance de los medios legibles por ordenador. En resumen, se debería apreciar que un medio legible por ordenador se puede implementar en cualquier producto de programa informático adecuado.

15 Los diversos bloques lógicos, módulos y circuitos ilustrativos descritos en conexión con los aspectos dados a conocer en esta solicitud y en conexión con las FIG. 1A-D, y 2-6 se pueden implementar dentro de o llevar a cabo por un circuito integrado (CI). El CI puede comprender un procesador de uso general, un procesador digital de señales (DSP), un circuito integrado de aplicación específica (ASIC), una matriz de puertas programables en campo (FPGA) u otro dispositivo lógico programable, puerta discreta o lógica de transistor, componentes discretos de hardware, componentes eléctricos, componentes ópticos, componentes mecánicos, o cualquier combinación de los mismos diseñada para llevar a cabo las funciones descritas en esta solicitud, y puede ejecutar códigos o instrucciones que residen dentro del CI, fuera del CI, o ambos. Los bloques lógicos, módulos y circuitos pueden incluir antenas y/o transceptores para comunicarse con diversos componentes dentro de la red o dentro del dispositivo. Un procesador de uso general puede ser un microprocesador, pero alternativamente, el procesador puede ser cualquier procesador convencional, controlador, microcontrolador, o máquina de estados. Un procesador también se puede implementar como una combinación de dispositivos informáticos, por ejemplo, una combinación de un DSP y un microprocesador, una pluralidad de microprocesadores, uno o más microprocesadores en conjunción con un núcleo DSP, o cualquier otra configuración semejante. La funcionalidad de los módulos se puede implementar de alguna otra manera como se enseña en esta solicitud. Se entiende que cualquier orden o jerarquía específicos de los pasos en cualquier proceso dado a conocer es un ejemplo de un planteamiento de muestra. En base a las preferencias de diseño, se entiende que el orden o jerarquía específicos de los pasos en los procesos se puede reorganizar mientras siga incluyéndose en el alcance de la presente divulgación. Las reivindicaciones del procedimiento adjuntas presentan elementos de los diversos pasos en un orden de muestra, y no quiere decir que estén limitadas al orden o jerarquía específicos presentados.

35 Los sistemas y procedimientos dados a conocer en esta solicitud se pueden incorporar en diversas formas incluyendo, por ejemplo, un procesador de datos, como un ordenador que también incluya una base de datos, circuitería electrónica digital, firmware, software, o en combinaciones de ellos. Además, las características observadas anteriormente y otros aspectos y principios de las presentes implementaciones dadas a conocer se pueden implementar en diversos entornos. Tales entornos y aplicaciones relacionadas se pueden construir especialmente para llevar a cabo los diversos procesos y operaciones según las implementaciones dadas a conocer o pueden incluir un ordenador o plataforma informática de uso general selectivamente activados o reconfigurados por código para proporcionar la funcionalidad necesaria. Los procesos dados a conocer en esta solicitud no están relacionados de forma inherente con ningún ordenador, red, arquitectura, entorno, u otro aparato particular, y se pueden implementar por una combinación adecuada de hardware, software, y/o firmware.

Como se usa en esta solicitud, el término "usuario" se puede referir a cualquier entidad que incluya una persona o un ordenador.

50 Aunque los números ordinales como primero, segundo, y similares se pueden referir, en algunas situaciones, a un orden; como se usa en este documento los números ordinales no implican necesariamente un orden. Por ejemplo, los números ordinales se pueden usar meramente para distinguir un elemento de otro. Por ejemplo, para distinguir un primer evento de un segundo evento, pero no necesita implicar ningún ordenamiento cronológico o un sistema de referencia fijo (de tal manera que un primer evento en un párrafo de la descripción puede ser diferente a un primer evento en otro párrafo de la descripción).

El tema descrito en esta solicitud se puede implementar en un sistema informático que incluya un componente de back-end, como por ejemplo uno o más servidores de datos, o que incluya un componente de middleware, como por ejemplo uno o más servidores de aplicaciones, o que incluya un componente de front-end, como por ejemplo uno o más ordenadores de cliente que tengan una interfaz gráfica de usuario o un explorador Web a través del cual un usuario pueda interactuar con una implementación del tema descrito en esta solicitud, o cualquier combinación de tales componentes de back-end, de middleware, o de front-end. Los componentes del sistema se pueden interconectar mediante cualquier forma o medio de comunicación digital de datos, como, por ejemplo, una red de comunicación. Ejemplos de redes de comunicación incluyen, pero no están limitados a, una red de área local ("LAN"), una red de área amplia ("WAN"), e Internet.

El sistema informático puede incluir clientes y servidores. Un cliente y un servidor son generalmente, pero no exclusivamente, remotos el uno con respecto al otro y habitualmente interactúan a través de una red de comunicación. La relación de cliente y servidor surge en virtud de programas informáticos que operan en los ordenadores respectivos y que tienen una relación de cliente-servidor entre sí.

5

Las implementaciones expuestas en la descripción precedente no representan todas las implementaciones compatibles con el tema descrito en esta solicitud. En su lugar, son meramente algunos ejemplos compatibles con aspectos relacionados con el tema descrito. Aunque algunas variaciones se han descrito en detalle anteriormente, son posibles otras modificaciones o adiciones. En particular, se pueden proporcionar características y/o variaciones

10

adicionales además de las expuestas en esta solicitud. Por ejemplo, las implementaciones descritas anteriormente se pueden dirigir a diversas combinaciones y subcombinaciones de las características dadas a conocer y/o combinaciones y subcombinaciones de diversas características adicionales dadas a conocer anteriormente.

15

Además, los flujos lógicos representados en las figuras adjuntas y/o descritos en esta solicitud no requieren necesariamente el orden particular mostrado, u orden secuencial, para conseguir los resultados deseables. Otras implementaciones se pueden incluir en el alcance de las siguientes reivindicaciones.

**REIVINDICACIONES**

1. Una estación base (506) para transmitir paquetes de datos que comprende:
  - 5 un primer búfer (552) configurado para almacenar un paquete de datos recibido por la estación base (56);  
un segundo búfer (558) configurado para almacenar el paquete de datos que es planificado para la transmisión por la estación base; y  
un procesador de ordenador (554, 556, 560), acoplado de forma operativa al primer búfer y al segundo búfer, estando configurado el procesador de ordenador para:
    - 10 inspeccionar el paquete de datos para determinar un tipo de aplicación del paquete de datos;  
determinar una tolerancia al retardo asociada con el paquete de datos en base al tipo de aplicación determinado, en la que un tiempo de búfer que tiene un límite de tiempo predeterminado se asigna en base a la tolerancia al retardo determinada;
    - 15 determinar una condición del canal de una sesión de comunicación con un dispositivo de usuario (504);  
trasladar el paquete de datos del primer búfer al segundo búfer en base a la tolerancia al retardo determinada y a la condición del canal determinada; y  
transmitir el paquete de datos almacenado en el segundo búfer, en la que el paquete de datos se transmite al vencerse el límite de tiempo predeterminado.
- 20 2. La estación base de la reivindicación 1, en la que el procesador de ordenador está configurado para:  
determinar un retardo total para el paquete de datos;  
planificar el paquete de datos para la transmisión si la condición del canal corresponde a una primera condición del  
25 canal; y  
almacenar el paquete de datos durante un periodo de tiempo que sea igual al retardo total antes de planificar el paquete de datos para la transmisión mientras la condición del canal corresponde a una segunda condición del canal.
- 30 3. La estación base de la reivindicación 2, en la que la primera condición del canal corresponde a una condición del canal en la que el dispositivo de usuario se ubica en una primera área de recepción de RF, y en la que la segunda condición del canal corresponde a una condición en la que el dispositivo de usuario se ubica en una segunda área de recepción de RF, y en la que la primera área de recepción de RF tiene una mayor recepción de RF que la segunda área de recepción de RF.
- 35 4. La estación base de la reivindicación 2 o la reivindicación 3, en la que el procesador de ordenador está configurado para detectar un cambio de la condición del canal de la segunda condición del canal a la primera condición del canal, y en la que el procesador de ordenador está configurado para trasladar el paquete de datos al segundo búfer al detectarse el cambio.
- 40 5. La base de datos según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que el procesador de ordenador está configurado para detectar que el paquete de datos corresponde a una aplicación intolerante al retardo o una aplicación tolerante al retardo, y en la que el procesador de ordenador está configurado para planificar el paquete de datos utilizando un protocolo de transmisión más fiable para los paquetes de datos correspondientes a  
45 aplicaciones intolerantes al retardo que para los paquetes de datos correspondientes a aplicaciones tolerantes al retardo.
6. La estación base de la reivindicación 5, en la que el procesador de ordenador está configurado para transmitir los paquetes de datos correspondientes a aplicaciones intolerantes al retardo con una modulación inferior  
50 que los paquetes de datos correspondientes a aplicaciones tolerantes al retardo.
7. La estación base de la reivindicación 5 o la reivindicación 6, en la que el procesador de ordenador está configurado para transmitir los paquetes de datos correspondientes a aplicaciones intolerantes al retardo con una mayor redundancia que los paquetes de datos correspondientes a aplicaciones tolerantes al retardo.
- 55 8. La estación base según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que la estación base incluye una estación base de nodo evolucionado (eNodeB), en la que el primer búfer incluye un búfer de entrada de la estación base, y en la que el segundo búfer incluye un búfer de planificación de la estación base.
- 60 9. La estación base según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que el procesador de ordenador está configurado para inspeccionar el paquete de datos para determinar al menos uno de un tipo de aplicación del paquete de datos y un estado de aplicación correspondiente al paquete de datos, y en la que el estado de aplicación incluye uno de un estado de establecimiento de datos y un estado de transferencia de datos.
- 65 10. La estación base según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que el procesador de ordenador está configurado para transmitir el paquete de datos a un cabezal de radio remoto, y en la que el cabezal

de radio remoto incluye un transmisor de radio y un receptor de radio.

11. La estación base según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que el procesador de ordenador está configurado para llevar a cabo una inspección superficial de paquetes del paquete de datos, y en base a la inspección superficial de paquetes, llevar a cabo una inspección a fondo de paquetes del paquete de datos.
12. La estación base de la reivindicación 11, en la que la inspección superficial de paquetes incluye inspeccionar una cabecera IP del paquete de datos, y en la que una inspección a fondo de paquetes incluye inspeccionar una carga útil del paquete de datos.
13. Un procedimiento para transmitir paquetes de datos recibidos por una estación base en conformidad con cualquiera de las reivindicaciones anteriores.
- 15 14. Un medio legible por ordenador no transitorio que tiene almacenado en el mismo un producto de programa informático que tiene instrucciones configuradas para hacer que la circuitería de procesamiento de una estación base transmita paquetes de datos recibidos por la estación base en conformidad con cualquiera de las reivindicaciones anteriores.

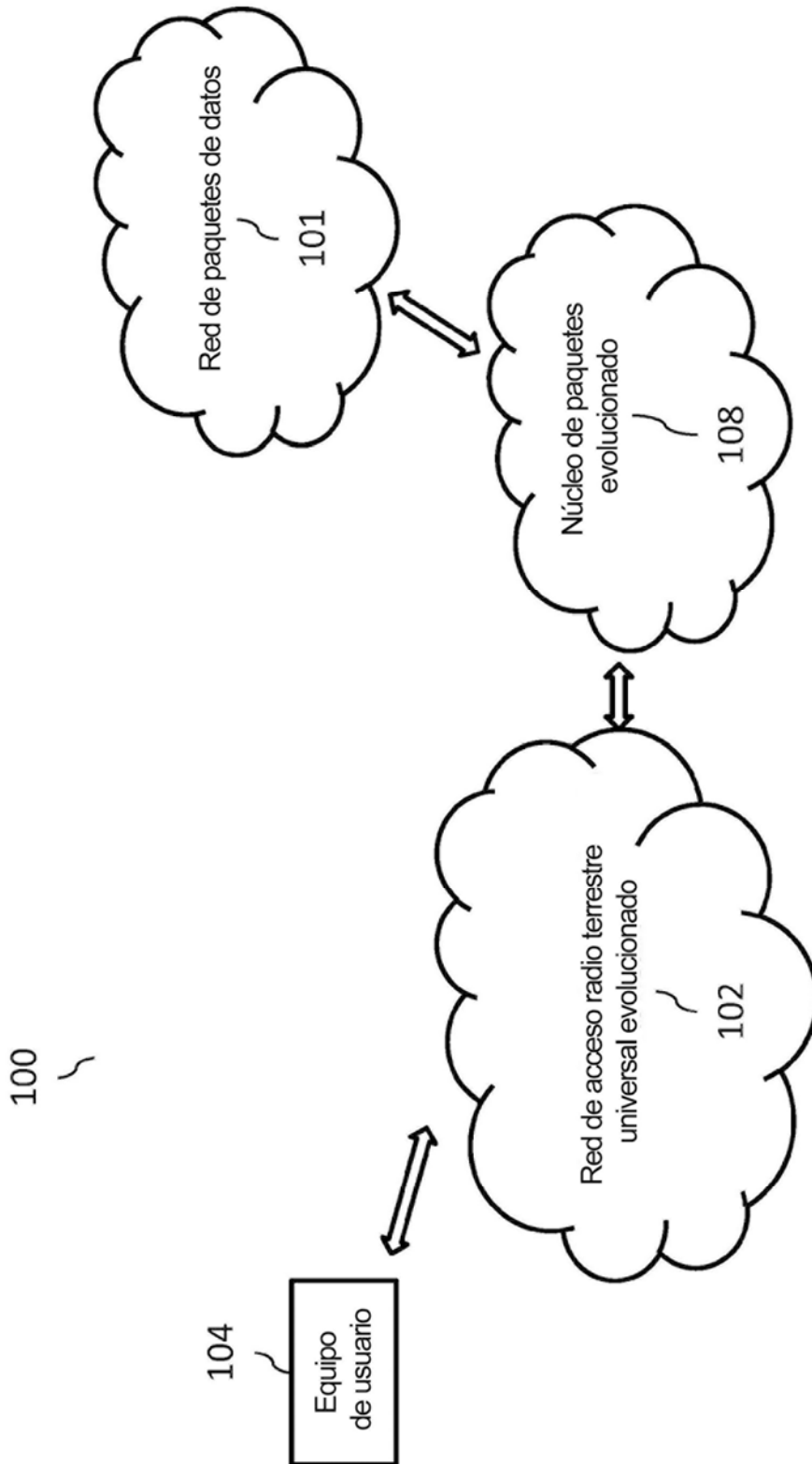


FIG. 1A

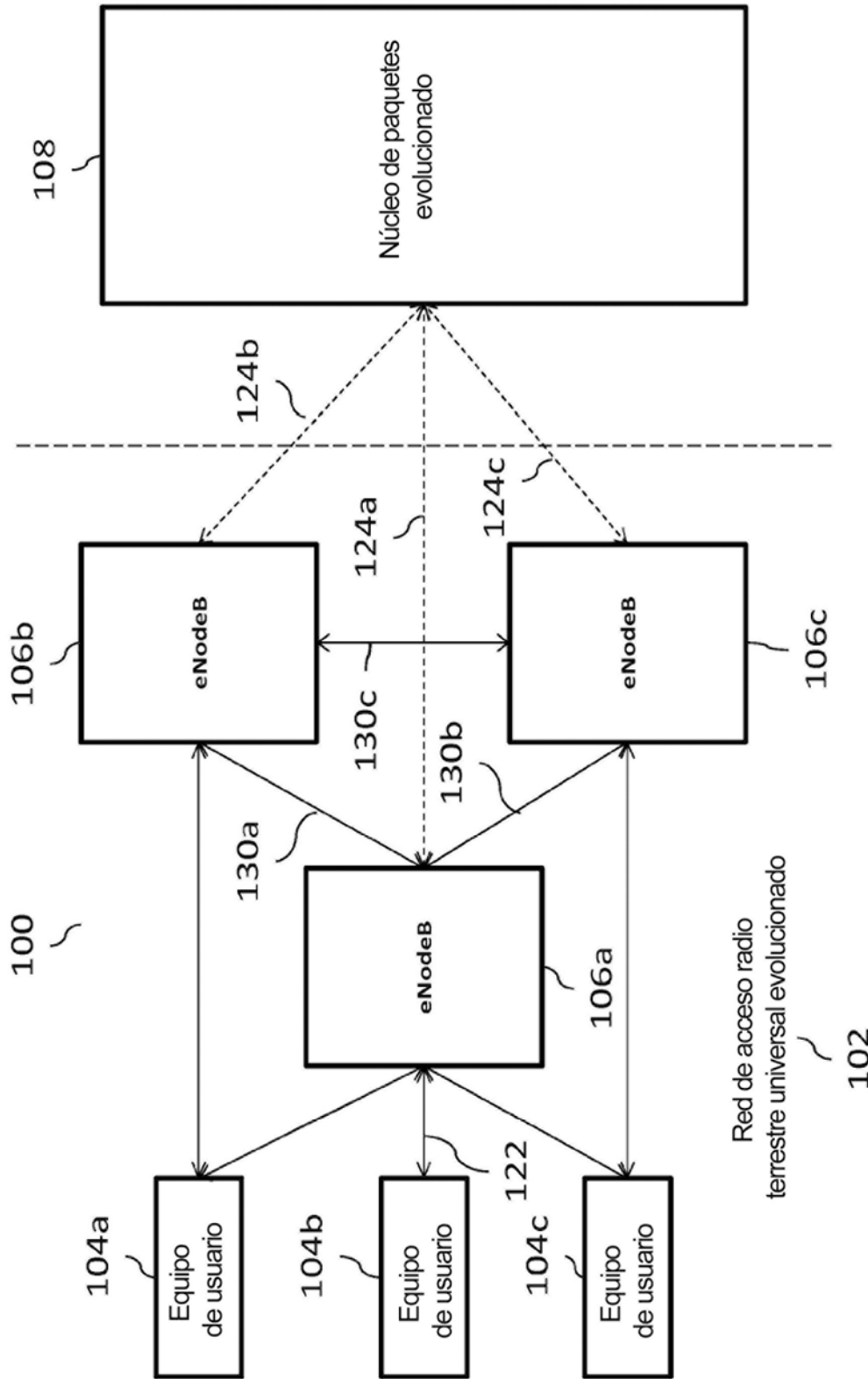


FIG. 1B

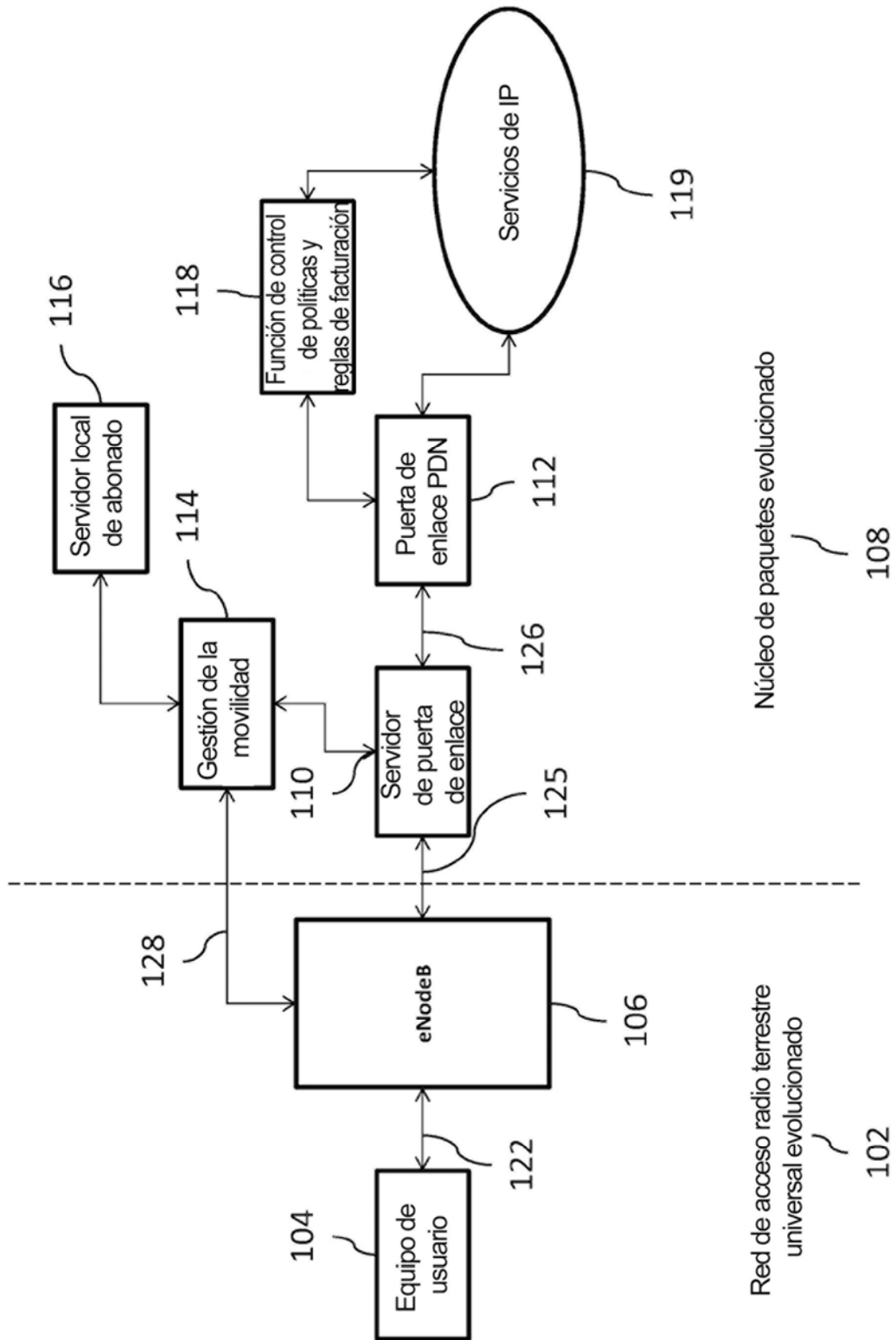


FIG. 1C

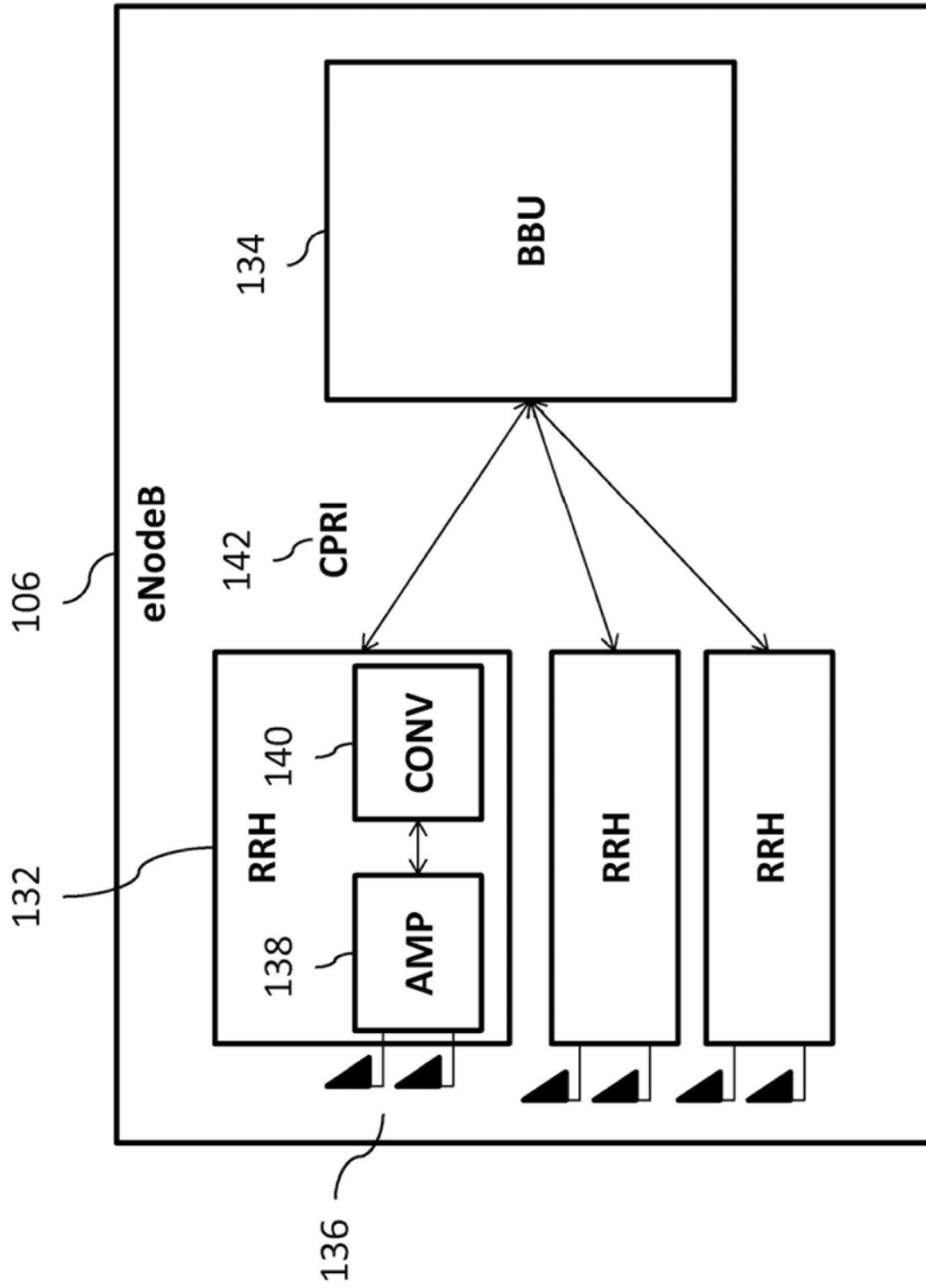


FIG. 1D



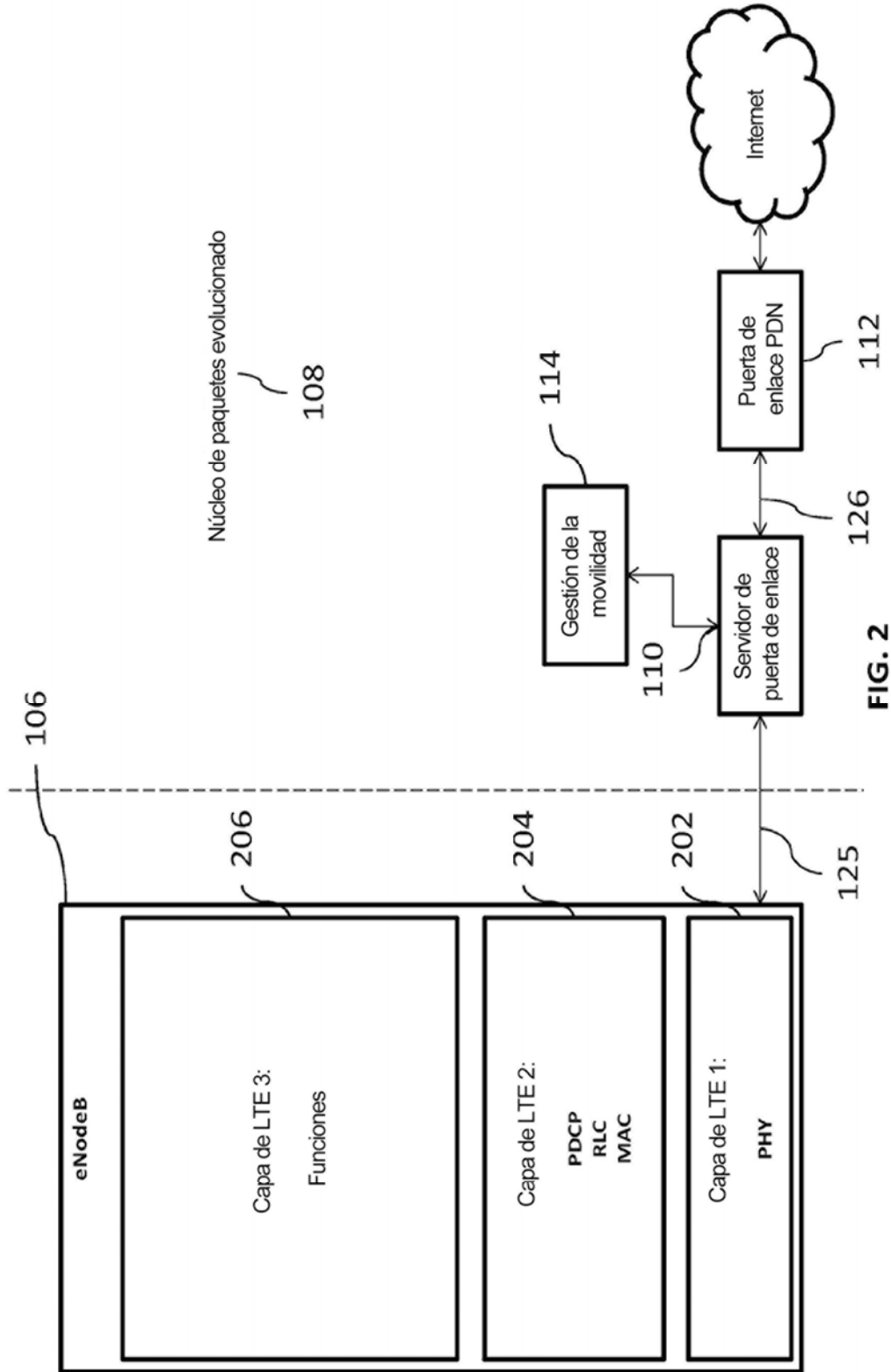


FIG. 2

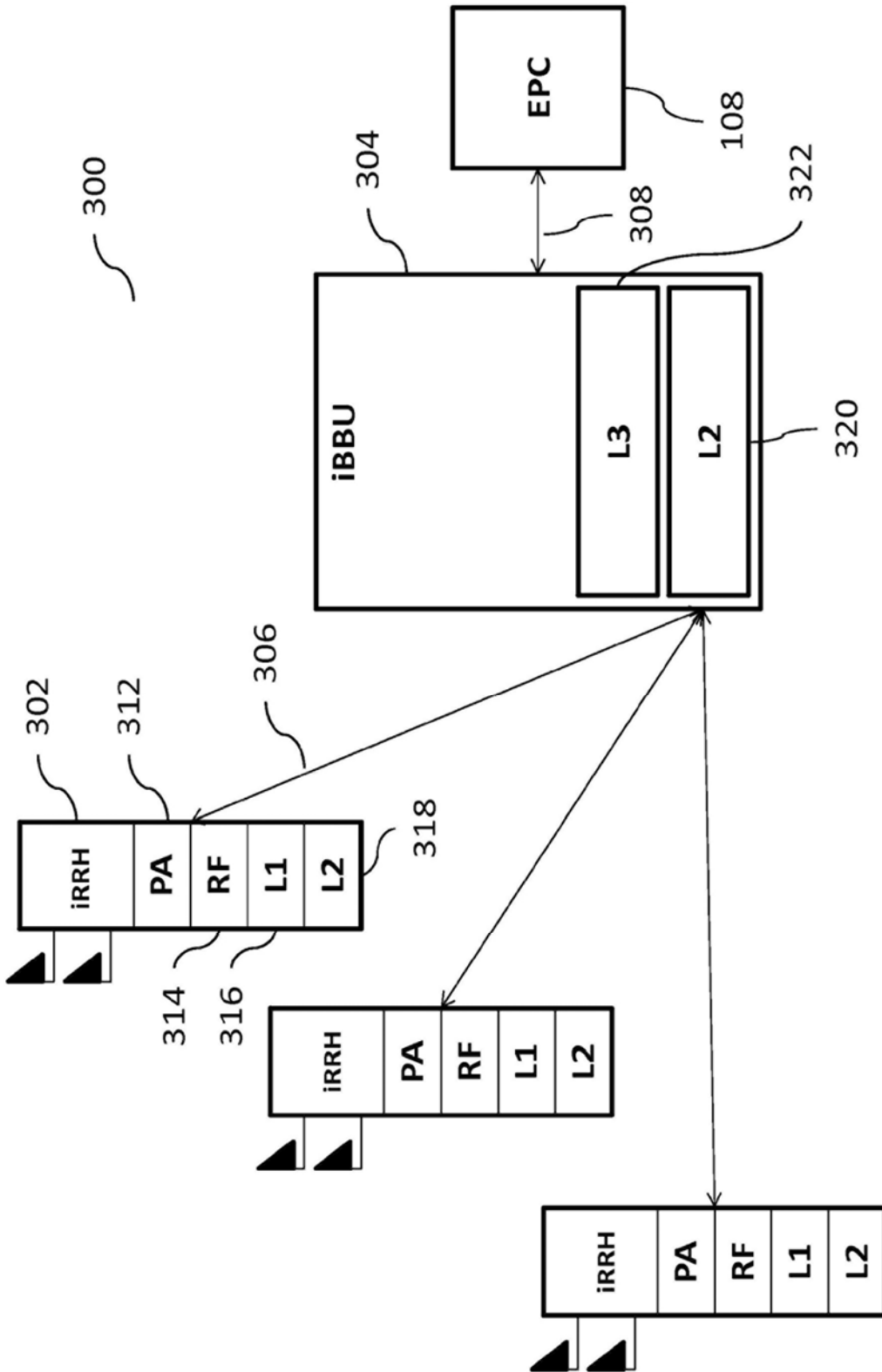


FIG. 3

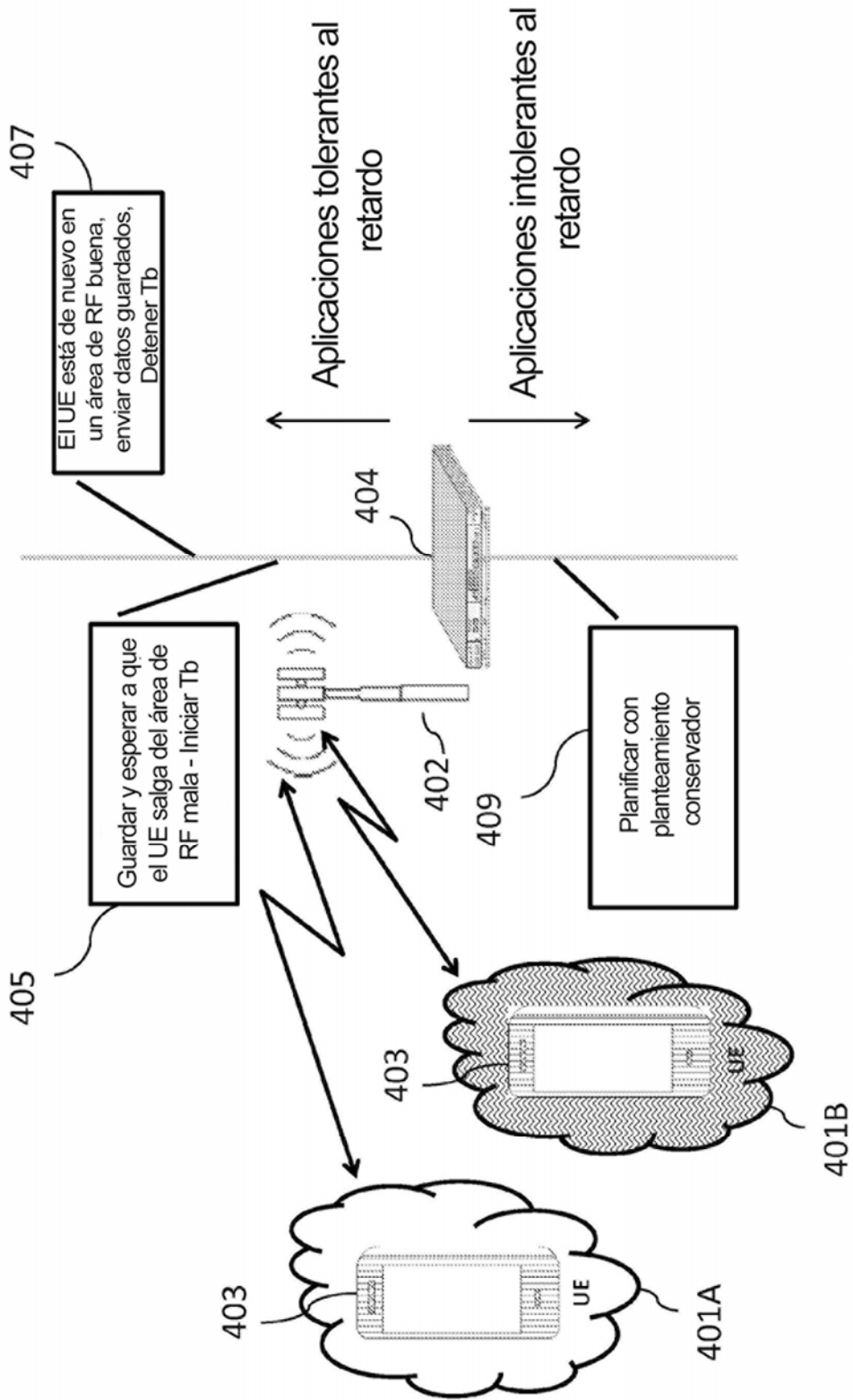


FIG. 4

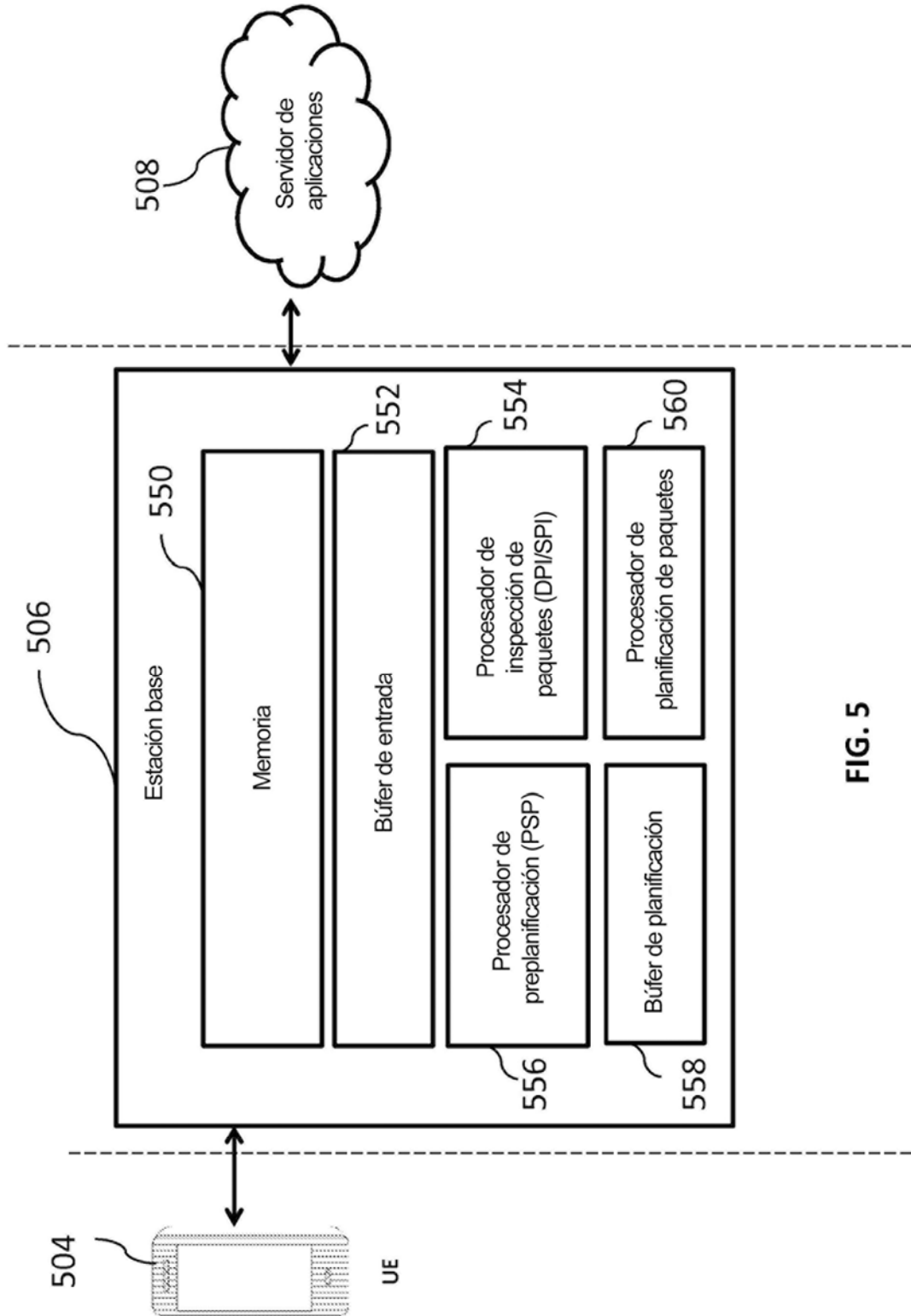


FIG. 5

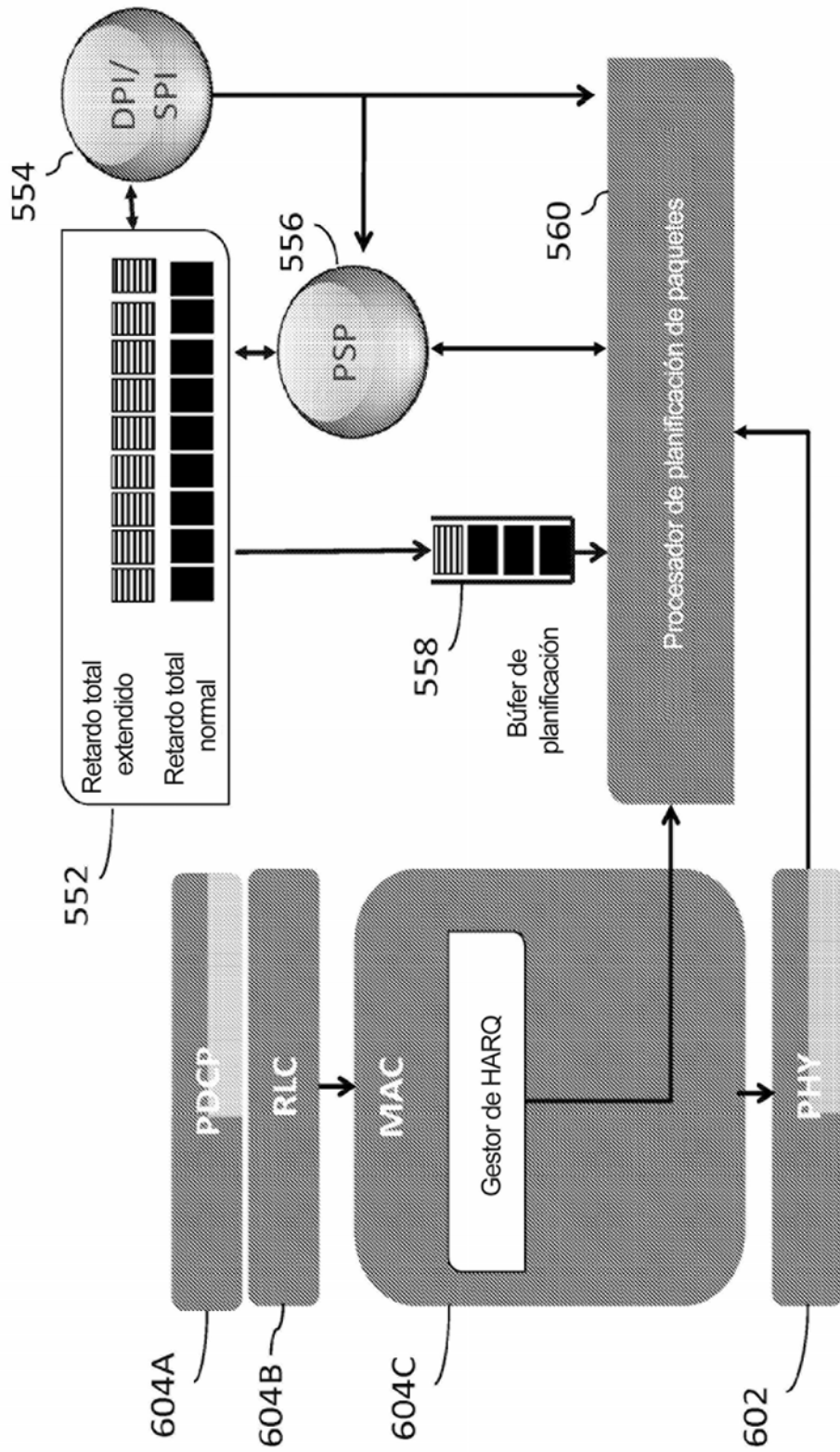


FIG. 6

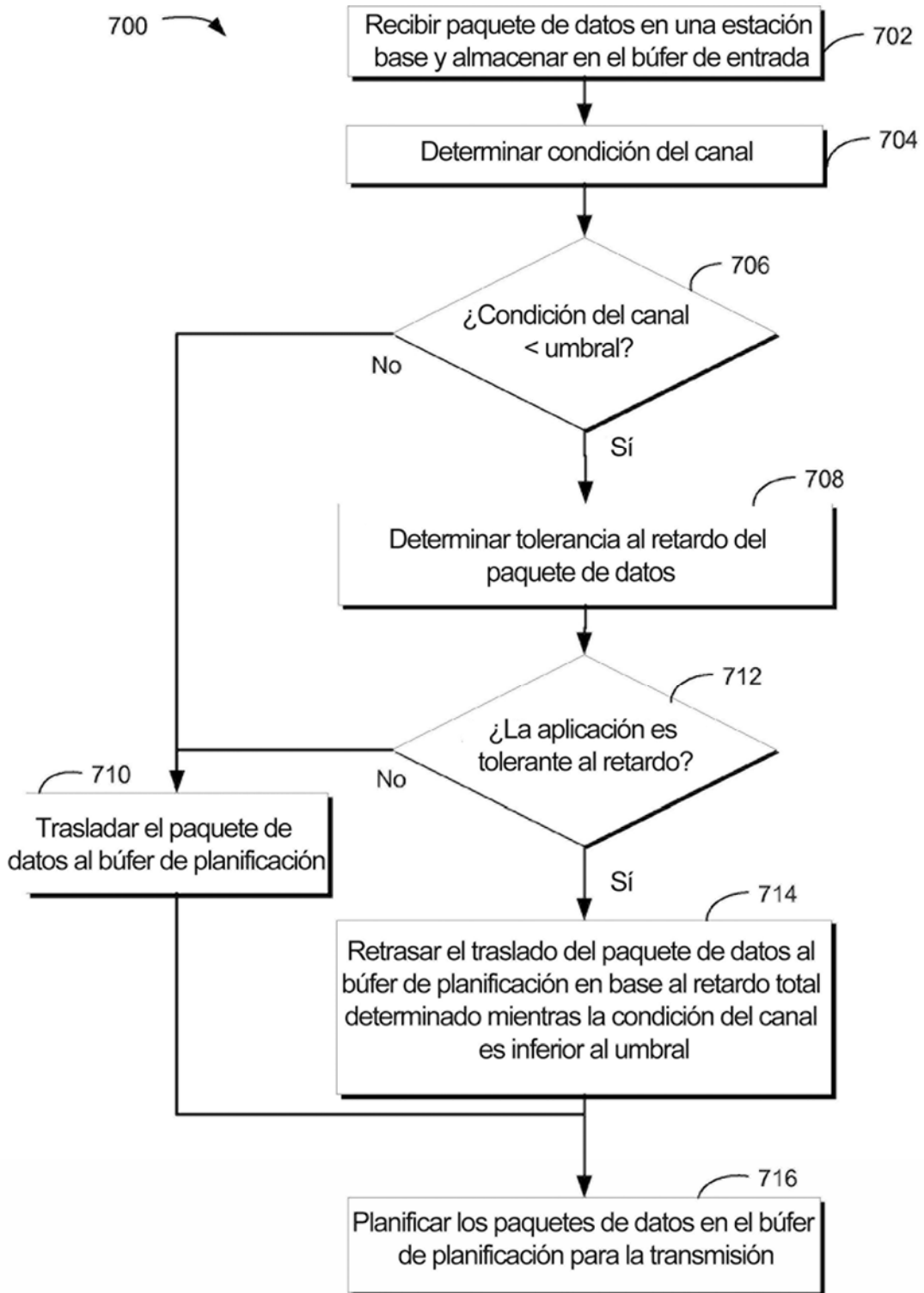


FIG. 7