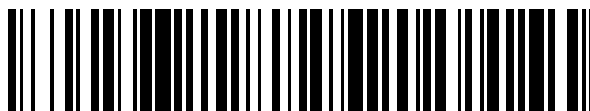


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 708 212**

51 Int. Cl.:

H04L 29/06 (2006.01)

H04L 12/26 (2006.01)

H04L 12/24 (2006.01)

H04W 24/00 (2009.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **22.04.2013** **PCT/US2013/037580**

87 Fecha y número de publicación internacional: **31.10.2013** **WO13163077**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.04.2013** **E 13781187 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **31.10.2018** **EP 2842269**

54 Título: **Arquitectura de red de acceso de radio operativamente consciente de la calidad QoE para una difusión continua de vídeo basada en HTTP**

30 Prioridad:

27.04.2012 US 201261639795 P

29.11.2012 US 201213688423

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

09.04.2019

73 Titular/es:

INTEL CORPORATION (100.0%)
2200 Mission College Boulevard
Santa Clara, CA 95052, US

72 Inventor/es:

OYMAN, OZGUR;
CHATTERJEE, DEBDEEP y
PAPATHANASSIOU, APOSTOLOS, TOLIS

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 708 212 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

Arquitectura de red de acceso de radio operativamente consciente de la calidad QoE para una difusión continua de vídeo basada en HTTP

5

Antecedentes de la presente invención

La tecnología de comunicación móvil inalámbrica utiliza varias normas y protocolos para transmitir datos entre un nodo (p.ej., una estación de transmisión) y un dispositivo inalámbrico (p.ej., un dispositivo móvil). Algunos dispositivos inalámbricos se comunican utilizando el acceso múltiple por división de frecuencia ortogonal (OFDMA) en una transmisión de enlace descendente (DL), y el acceso múltiple por división de frecuencia de una portadora única (SC-FDMA) en una transmisión de enlace ascendente (UL). Las normas y protocolos que utilizan la multiplexación por división de frecuencia ortogonal (OFDM) para la transmisión de señales, incluyen la evolución a largo plazo (LTE) del proyecto de asociación de la 3ª generación (3GPP), la norma 802.16 del Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE) (p.ej., 802.16e, 802.16m), que se conoce, en general, por grupos del sector como WiMAX (Interoperabilidad Mundial para Acceso por Microondas) y la norma IEEE 802.11, que es comúnmente conocida por los grupos del sector como WiFi.

En los sistemas LTE de red de acceso de radio (RAN) de 3GPP, el nodo puede ser una combinación de Nodos Bs de la Red de Acceso de Radio Terrestre Universal Evolucionada (E-UTRAN), (también denominados, normalmente como nodos Node Bs evolucionados, Nodos Bs mejorados, eNodeBs o eNBs) y Controladores de Red de Radio (RNCs), que se comunican con el dispositivo inalámbrico, conocido como equipo de usuario (UE). La transmisión de enlace descendente (DL) puede ser una comunicación desde el nodo (p.ej., eNodeB) al dispositivo inalámbrico (p.ej., UE), y la transmisión de enlace ascendente (UL) puede ser una comunicación desde el dispositivo inalámbrico al nodo.

El dispositivo inalámbrico se puede utilizar para recibir la entrega multimedia de vídeo por Internet utilizando varios protocolos, tal como la difusión continua (streaming) de protocolo de transferencia de hipertexto (HTTP). Un protocolo para proporcionar la entrega de difusión continua de vídeo basada en HTTP puede incluir la difusión continua adaptativa dinámica a través de HTTP (DASH).

El documento US 2005/0089043 A1 da a conocer un marco de trabajo de calidad de experiencia (QoE) que permite una evaluación de la experiencia del usuario final en un entorno de comunicación inalámbrica móvil. El marco de trabajo utiliza aplicaciones de difusión continua de medios y varias mediciones de capa con el fin de extraer resultados. Los resultados extraídos se utilizan para supervisar y mejorar la experiencia del usuario final en condiciones de red variables.

El documento US 2005/0014509 A1 describe un enfoque de calidad de servicio (QoS) para redes inalámbricas sobre una base por usuario. Cada usuario puede tener un perfil de QoS que indique los niveles de servicio que el usuario está autorizado a recibir. Una red de acceso de radio asigna recursos de radio y de red para cada usuario en función de las aplicaciones en ejecución y el perfil del usuario. Además, se da a conocer un controlador de estación base (BSC) que es responsable del aprovisionamiento de la QoS requerida a las estaciones móviles.

El documento WO 2008/052382 A1 se refiere a un método para la transmisión de servicios multimedia para múltiples receptores a través de una red de radio terrestre. La información para la transmisión del servicio multimedia, prevista para múltiples receptores, se genera en un receptor y se reenvía a una entidad de gestión con el fin de permitir un ajuste de la transmisión del servicio multimedia.

El documento GB 2481529 A da a conocer la difusión continua adaptativa de contenido de medios de vídeo para usuarios móviles mediante la reducción de la calidad en períodos ocupados. Una descripción de presentación de medios (MPD) que comprende representaciones alternativas del flujo se modifica mediante un modificador de MPD que intercepta la transmisión del MPD desde un servidor a un cliente. La modificación puede incluir una eliminación de representaciones de mayor tasa binaria del MPD para disminuir el límite superior del ancho de banda consumible en el servicio. Además, el modificador de MPD puede añadir representaciones alternativas adicionales al MPD.

La presente invención se define mediante un método, un programa informático y un sistema de conformidad con las reivindicaciones independientes. Formas de realización preferidas se definen en las reivindicaciones subordinadas.

Breve descripción de los dibujos

Las características y ventajas de la idea inventiva se harán evidentes a partir de la siguiente descripción detallada, tomada en conjunto con los dibujos adjuntos, que juntos ilustran, a modo de ejemplo, características de la presente invención; y, en donde:

La Figura 1 ilustra un diagrama de bloques en un cliente y servidores para la difusión continua dinámica adaptativa sobre el protocolo de transferencia de hipertexto (HTTP) (DASH) de conformidad con un ejemplo;

La Figura 2 ilustra un diagrama de bloques de un marco de trabajo de informes de calidad de experiencia (QoE) para la transmisión de protocolo de transferencia de hipertexto (HTTP) de conformidad con un ejemplo;

5 La Figura 3 ilustra un diagrama de bloques de una arquitectura de red de acceso de radio (RAN) operativamente consciente de la calidad de experiencia (QoE-aware) para la difusión continua de vídeo basada en el protocolo de transferencia de hipertexto (basada en HTTP) de conformidad con un ejemplo;

10 La Figura 4 ilustra un diagrama de flujo de un método para adaptar un flujo de vídeo utilizando un informe de calidad de experiencia (QoE) de conformidad con un ejemplo;

La Figura 5 ilustra un diagrama de flujo de un método para la supervisión de un flujo de vídeo utilizando un informe de calidad de experiencia (QoE) de conformidad con un ejemplo; y

15 La Figura 6 ilustra un diagrama de bloques de un sistema operativamente consciente de la calidad de experiencia (QoE-aware), un nodo y un equipo de usuario (UE) de conformidad con un ejemplo; y

La Figura 7 ilustra un diagrama de un equipo de usuario (UE) de conformidad con un ejemplo.

20 Se hará referencia ahora a las formas de realización ilustradas a modo de ejemplo, y se utilizará, aquí, un lenguaje específico para la descripción de las mismas. No obstante, ha de entenderse que no se pretende limitar el alcance de la invención.

Descripción detallada

25 Antes de dar a conocer y describir la presente invención, conviene que esta invención no se limita a estructuras, etapas del proceso o materiales particulares dados a conocer en el presente documento, sino que se extiende a los equivalentes de los mismos, según es conocido por los expertos en la materia pertinente. Ha de entenderse, además, que la terminología empleada en este documento se utiliza con el fin de describir solamente ejemplos particulares y no pretende ser limitadora. Los mismos números de referencia, en diferentes dibujos, representan el mismo elemento. Los números dados a conocer en diagramas de flujo y procesos se proporcionan con fines de claridad en la presentación de las etapas y operaciones y no indican, necesariamente, un orden o secuencia particular.

35 Formas de realización a modo de ejemplo

A continuación, se proporciona una descripción general inicial de formas de realización tecnológicas y a continuación, las formas de realización tecnológicas específicas se describen a continuación, con más detalle. Este resumen inicial está previsto para ayudar a los lectores a entender la tecnología más rápidamente, pero no pretende identificar características claves o características esenciales de la tecnología, ni está previsto para limitar el alcance de la materia reclamada.

45 La difusión continua de protocolo de transferencia de hipertexto (HTTP) se puede utilizar como una forma de entrega multimedia de vídeo por Internet. En la difusión continua de HTTP, un fichero multimedia se puede dividir en uno o más segmentos, y entregarse a un cliente utilizando el protocolo HTTP. La entrega basada en HTTP puede proporcionar fiabilidad y simplicidad de puesta en práctica debido a una amplia adopción tanto de HTTP, como de los protocolos subyacentes de HTTP, que incluyen el protocolo de control de transmisión (TCP)/protocolo de Internet (IP). La entrega basada en HTTP puede habilitar servicios de difusión continua fáciles y sin esfuerzo con el fin de evitar la traducción de direcciones de red (NAT) y emisiones transversales del cortafuegos. La entrega o difusión continua basada en HTTP puede proporcionar, además, la capacidad de utilizar servidores y memorias instantáneas de HTTP estándar en lugar de servidores de difusión continua especializados. La entrega basada en HTTP puede proporcionar escalabilidad debido a información de estado mínima o reducida en el lado del servidor. Ejemplos de tecnologías de transmisión de HTTP pueden incluir Microsoft IIS Smooth Streaming, Apple HTTP Live Streaming y Adobe HTTP Dynamic Streaming.

55 La difusión continua dinámica adaptativa sobre HTTP (DASH) puede ser un protocolo de difusión continua de HTTP normalizado. La transmisión DASH puede especificar formatos para un fichero de metadatos de descripción de presentación de medios (MPD) que proporciona información sobre la estructura y las diferentes versiones de las representaciones de contenido de medios que se memorizan en el servidor, así como los formatos de segmentos, es decir, que contienen información sobre la inicialización y segmentos de medios para un reproductor de medios (p.ej., el reproductor de medios puede examinar el segmento de inicialización para determinar un formato de contenedor e información de temporización de medios) con el fin de asegurar el mapeado de segmentos en la línea de tiempo de presentación de medios para la conmutación y presentación sincrónica con otras representaciones. La tecnología DASH, además, ha sido también normalizada por otras organizaciones, tal como el Grupo de Expertos de Imagen en Movimiento (MPEG), Fórum IPTV Abierto (OIPF) y Plataforma de Tv de Banda Ancha de Difusión Híbrida (HbbTV).

Un cliente de DASH puede recibir contenido multimedia descargando los segmentos a través de una serie de transacciones de demanda-respuesta de HTTP. DASH puede proporcionar la capacidad de conmutación, de forma dinámica, entre diferentes representaciones de tasa binaria del contenido de medios a medida como los cambios del ancho de banda disponible. Por lo tanto, DASH puede permitir una rápida adaptación a las condiciones cambiantes de red y enlace inalámbrico, preferencias del usuario y capacidades del dispositivo, tal como la resolución de la visualización, el tipo de unidad central de procesamiento (CPU) empleada, o recursos de memoria disponibles. La adaptación dinámica de DASH puede proporcionar una mejor calidad de experiencia (QoE) para un usuario, con retrasos de inicio más cortos y menos eventos de reposición en memoria intermedia (rebuffering). La calidad de experiencia (QoE), también conocida como calidad de experiencia del usuario, puede ser una medida subjetiva de las experiencias de un cliente con un servicio, aplicación y/o entrega multimedia. Los sistemas de QoE pueden medir las métricas que un usuario o un cliente pueden percibir directamente como un parámetro de calidad.

En DASH, un fichero de metadatos de descripción de presentación de medios (MPD) puede proporcionar información sobre la estructura y diferentes versiones de las representaciones de contenido de medios que se memorizan en un servidor de web/medios 212, tal como se ilustra en la Figura 1. Las diferentes versiones de las representaciones de contenido de medios pueden incluir diferentes tasas binarias, tasas de tramas, resoluciones, tipos de códecs (codificador-decodificador) u otros tipos similares de información. Además, DASH puede especificar, además, los formatos de segmento, que pueden contener información sobre la inicialización, y segmentos de medios para un motor de medios con el fin de asegurar el mapeado de segmentos en una línea de tiempo de presentación de medios para conmutación y presentación sincrónica con otras representaciones. Sobre la base de la información de metadatos MPD, que describe la relación de los segmentos y cómo los segmentos forman una presentación de medios, un cliente 220 puede demandar los segmentos utilizando un mensaje HTTP GET 240, o una serie de mensajes GET parciales. El cliente puede controlar la sesión de difusión continua, tal como mediante la gestión de una demanda puntual en el tiempo y una reproducción suave de una secuencia de segmentos, o el potencial ajuste de tasas binaria u otros atributos, para reaccionar a los cambios del estado de un dispositivo o una preferencia del usuario.

La Figura 1 ilustra un marco trabajo de transmisión basada en DASH. Un codificador de medios 214, en el servidor de web/medios 212 puede codificar un medio de entrada procedente de una entrada de audio/vídeo 210, en un formato para memorización o transmisión. Se puede usar un segmentador de medios 216 para dividir los medios de entrada en una serie de fragmentos o porciones 232, que se pueden proporcionar a un servidor de web 218. El cliente 220 puede demandar nuevos datos en porciones utilizando mensajes HTTP GET 234 que se envían al servidor de web (p.ej., servidor de HTTP).

A modo de ejemplo, un navegador web 222, del cliente 220, puede demandar contenido multimedia utilizando un mensaje HTTP GET 240. El servidor de web 218 puede proporcionar al cliente un MPD 242 para el contenido multimedia. El MPD se puede utilizar para transmitir el índice de cada segmento y las correspondientes posiciones de los segmentos, tal como se ilustra en la información de metadatos asociada 252. El navegador web puede extraer medios a partir del servidor, segmento por segmento, de conformidad con el MPD 242, según se muestra en 236. A modo de ejemplo, el navegador web puede extraer un primer fragmento utilizando un URL GET de HTTP (frag 1 req) (demanda fragmento 1) 244. Se puede utilizar un localizador de recursos uniforme (URL) o un localizador de recursos universal para indicar al servidor de web qué segmento ha de demandar el cliente al 254. El servidor de web puede proporcionar el primer fragmento (es decir, el fragmento 1 246). Para fragmentos posteriores, el navegador web puede extraer un fragmento *i* utilizando un URL GET de HTTP (frag *i* req) (demanda fragmento *i*) 248, en donde *i* es un índice de número entero del fragmento. Como resultado, el servidor de web puede proporcionar un fragmento *i* 250. Los fragmentos se pueden presentar al cliente a través de un decodificador/reproductor de medios 224.

En redes informáticas y/o comunicación inalámbrica, se pueden proporcionar distintas funciones mediante diferentes capas en una pila de protocolo. La pila de protocolo puede ser una puesta en práctica de un conjunto de protocolo de red de informática. La pila de protocolo (o conjunto de protocolos) puede incluir la definición y la puesta en práctica de los protocolos. Cada capa o protocolo, en la pila de protocolo, puede proporcionar una función específica. La modularización de las capas y protocolos puede realizar el diseño y evaluación de la red informática y/o facilitar la comunicación inalámbrica. En un ejemplo, cada módulo de protocolo, o módulo de capa, en una pila de protocolos, puede comunicarse con al menos otros dos módulos (p.ej., una capa superior y una capa inferior). El protocolo o capa más bajo puede proporcionar una interacción física, de bajo nivel, con el hardware. Cada capa superior puede añadir más características. Las capas superior o más alta pueden incluir aplicaciones y servicios de usuario.

En el sistema LTE, las capas de comunicación 358 (p.ej., capas de LTE 378) pueden incluir una capa física 360 (PHY 380) (es decir, capa 1 (L1)), un enlace de datos o un enlace 362 (es decir, capa 2 (L2)), una red 362 (es decir, capa 3 (L3)), un transporte 366 (es decir, capa 4 (L4)), una sesión 368 (es decir, capa 5 (L5)), y una capa de aplicación 370, tal como se ilustra en la Figura 3. En un ejemplo, la capa de enlace puede incluir capas de control de acceso al soporte (MAC), control de enlace de radio (RLC), protocolo de convergencia de datos por paquetes (PDCP), control de recursos de radio (RRC) 382. La capa de red puede utilizar un protocolo de Internet (IP) 384, y la capa de transporte puede utilizar un protocolo de control de transmisión (TCP) 386 en un conjunto de protocolo de

Internet. La capa de sesión puede usar un HTTP 388. La capa de aplicación puede incluir vídeo, audio, voz y texto programados 294, un formato de fichero de 3GPP 392 o una descripción de presentación de medios (MPD) 390.

Con el fin de mejorar o realzar una calidad de experiencia del usuario (QoE), o para aumentar una calidad de servicio en las comunicaciones multimedia inalámbricas, se puede utilizar una metodología o arquitectura de diseño de capas cruzadas, en donde la información desde una capa se puede utilizar para tomar una decisión en otra capa. La degradación de la calidad suele estar causada, en general, por factores, tales como altos niveles de distorsión, ancho de banda limitado, excesivo retardo, restricciones de potencia y limitaciones de complejidad de cálculo informático.

Un aspecto de la optimización de capas cruzadas impulsada por QoE puede basarse en estrategias de gestión de recursos en las capas inferiores (p.ej., PHY, MAC, red y capas de transporte) mediante la consideración de características específicas de una aplicación de vídeo. Una primera capacidad de capa cruzada puede proporcionar una adaptación de la tasa binaria de PHY, MAC o NET-aware (PHY/MAC/NET-aware), a nivel de códec, para permitir que un servicio de difusión continua adapte una tasa binaria a condiciones de red variables (p.ej., debido a la cambiante disponibilidad de recursos, a la naturaleza variante en función del tiempo del canal inalámbrico) para garantizar una QoE más alta y, al mismo tiempo, mantener la reproducción de contenido multimedia sin interrupciones (o reducir la interrupción durante la reproducción del contenido multimedia).

Otro aspecto de la optimización de capa cruzada impulsada por QoE puede ser el uso de procesos de compresión y difusión continua de vídeo después de tener en cuenta los mecanismos proporcionados por las capas inferiores para el control de errores y la asignación de recursos. Una segunda capacidad de capa cruzada puede proporcionar una adaptación, operativamente consciente de la aplicación de PHY, MAC y/o NET (PHY/MAC/NET) en los niveles de radio y red con el fin de realizar funciones de capa física PHY/MAC/NET, tal como la adaptación de enlace y asignación de recursos mediante la explotación del conocimiento de varios atributos de capa-aplicación, asociados con el contenido de vídeo y el servicio. A modo de ejemplo, el conocimiento de las características de distorsión de tasas del flujo de vídeo puede permitir la realización de una planificación de QoE-aware en la capa PHY/MAC de modo que se mejore la calidad de vídeo.

Las metodologías de evaluación de QoE, las métricas de rendimiento y los protocolos y/o mecanismos de informes se pueden utilizar para optimizar la entrega de la difusión continua de HTTP y servicios de DASH. A modo de ejemplo, la supervisión y realimentación de QoE pueden resultar ventajosas para la detección y corrección de averías, la gestión del rendimiento de la difusión continua, habilitar la adaptación de cliente inteligente (que puede ser útil para los fabricantes de dispositivos) y permitir la adaptación de red y aprovisionamiento de servicios de QoE-aware (que pueden ser útiles para el operador de red y el proveedor de contenido/servicio). La Figura 2 ilustra un ejemplo de marco de trabajo de informes de QoE. El marco de trabajo de supervisión e informes de QoE puede incluir lo que sigue: un servidor de informes de QoE 342, que puede activar o iniciar, operativamente, informes de QoE 350, demandar que se informe sobre un conjunto de métricas de QoE y/o configurar un marco de trabajo de informes de QoE; un cliente que puede supervisar 244, o medir, las métricas de QoE que se demandan de conformidad con una configuración de QoE; y el cliente que puede informar los parámetros de QoE medidos 352 para el servidor de informes de QoE. El servidor de informes QoE puede incluir un servidor de red. En un ejemplo, una red central (CN) 324, de una red IP 320, puede incluir el servidor de informes de QoE. Un equipo de usuario (UE) 336 puede incluir la función de supervisión o medición de QoE. El UE puede operar como un cliente de 3GPP para un servidor HTTP 310.

Las Figuras 2 y 3 ilustran el flujo de contenido multimedia 312 entre el servidor de HTTP 310, que proporciona el contenido multimedia, y el UE 336. El servidor de HTTP puede interactuar con una red pública 322 (o Internet) en comunicación con la red central 324. La red central puede tener acceso a una red inalámbrica 330 a través de una red de acceso de radio (RAN) 332. La red RAN puede proporcionar el contenido multimedia al UE a través de un nodo (p.ej., un Nodo B evolucionado (eNB) 334). A diferencia de la CN, la RAN puede proporcionar métricas y optimización de capa inferior (p.ej., capa PHY) para el servidor de informes de QoE adaptado a la red inalámbrica.

Se puede utilizar una arquitectura de red de acceso de radio (RAN) de QoE-aware para la mejora u optimización de la difusión continua de vídeo basada en HTTP, a través de redes celulares y/o inalámbricas, en donde los componentes de un sistema QoE-aware 340 pueden funcionar en la RAN, tal como se ilustra en la Figura 3. El sistema QoE-aware puede utilizar la interfaz de capa cruzada y/o la optimización orientada a la calidad QoE utilizando la capacidad de la primera capa cruzada y/o la capacidad de la segunda capa cruzada. El sistema QoE-aware puede incluir el servidor de informes de QoE 342, la gestión de recursos de radio (RRM) 446 de QoE-aware y el servidor/proxy de QoE-aware 348 (o servidor proxy). En un ejemplo, el servidor de informes de QoE se puede desplazar de la CN a la RAN. A modo de ejemplo, el servidor de informes de QoE puede estar situado en un nodo (p.ej., eNB) de la RAN. En otro ejemplo, se puede añadir otro servidor de informes de QoE a la RAN además de un servidor de informes de QoE en la CN.

El servidor de informes de QoE 342 se puede utilizar para activar o iniciar la realimentación de QoE de una métrica de QoE procedente del UE. El UE puede informar sobre la métrica de QoE al servidor de informes de QoE en un informe de calidad QoE. Se puede utilizar la señalización de métrica forma de realización QoE sobre un mecanismo

de señalización de interfaz de aire de RAN, además de la señalización de capa de servicio y/o aplicación. En un ejemplo, las métricas de QoE que pueden señalizarse a través de la interfaz aérea pueden incluir un nivel de memoria intermedia, que puede proporcionar una lista de mediciones del nivel de ocupación de la memoria intermedia, que se realizan durante una emisión. Como parte de una métrica de nivel de memoria intermedia, el cliente puede medir e informar el nivel de memoria intermedia que indica una duración de reproducción para la cual los datos de medios comienzan a estar disponibles desde un tiempo de reproducción actual junto con un tiempo de medición del nivel de la memoria intermedia. A partir de las mediciones del nivel de la memoria intermedia, el cliente, además, puede medir e informar de un porcentaje de reposición en memoria intermedia (rebuffering), que puede ser un porcentaje del tiempo total de presentación en el que el usuario experimenta una reposición en memoria intermedia (rebuffering) debido a la escasez de la memoria intermedia. Otras métricas de QoE pueden incluir una métrica de calidad de vídeo (p. ej., relación de pico de señal a ruido (PSNR), métrica de calidad de vídeo (VQM), métrica de similitud estructural (SSIM), evaluación perceptual de métrica de calidad de vídeo (PEVQ), puntuación media de opinión de vídeo (MOS), u otra métrica de calidad subjetiva), retardo de reproducción inicial (p. ej., un tiempo desde que el cliente inicia un servicio de entrega basado en HTTP hasta un momento en el que se recupera un primer segmento de medios recibido desde la memoria intermedia del cliente) y la información de descripción de presentación de medios (MPD) (incluyendo atributos de representación de medios en la tasa binaria, resolución, clasificación de calidad y/o información de medios que se relaciona con el códec, incluyendo perfil o nivel).

El informe de realimentación de métrica relacionada con la QoE se puede realizar tanto en la aplicación como en las capas de servicio (p.ej., mediante el uso de señalización HTTP.POST que transmite metadatos formateados en lenguaje de marcado extensible (XML) en el cuerpo de la demanda), o capas inferiores (p. ej., capa física). A modo de ejemplo, para informes de capa 1, la realimentación se puede combinar con informes aperiódicos de información de estado del canal (CSI), transmitidos por un canal compartido de enlace ascendente físico (PUSCH) mediante la extensión de una función de realimentación de CSI aperiódica de legado. Para tal opción de diseño, se pueden definir modos de realimentación de CSI adicionales. Los informes de QoE de capa 1 (u otros informes de capa inferior) pueden tener una sobrecarga de señalización reducida en relación con la aplicación y/o la realimentación de la capa de servicio desde la perspectiva de la sobrecarga. Tal como aquí se utiliza, las referencias a la capa de aplicación se refieren a la capa de aplicación y/o capa de servicios. En otro ejemplo, la métrica de QoE se puede medir en la capa de aplicación, o extraerse de una capa inferior utilizando una interfaz de programación de aplicaciones (API). POST es uno de los numerosos métodos de demanda que se admiten por el protocolo HTTP. La demanda POST puede enviar datos que han de procesarse (p.ej., desde un formulario HTML) a un recurso identificado. Los datos se pueden incluir en el cuerpo de la demanda, lo que puede tener como resultado la creación de un nuevo recurso, o las actualizaciones de los recursos existentes, o ambos.

Dado que la frecuencia relativa de las demandas de informes de QoE puede ser mucho menor en comparación con la realimentación típica de CSI, los informes de QoE a través de la capa 1, después de la cuantificación y codificación adecuadas, se pueden realizar de manera eficiente en la práctica. Se puede utilizar una interfaz de capa cruzada adicional para la comunicación de la métrica de la QoE derivada en la capa de la aplicación para el enlace de datos, y las capas físicas en el UE para el informe de la QoE de capa 1. Con el fin de soportar la planificación de usuario de QoE-aware, el control de admisión, la adaptación del enlace y otras funciones de QoE-aware, se pueden aplicar interfaces de capa cruzada similares en el lado de la red (p.ej., el servidor de informes de QoE 342 o el sistema QoE-aware 340).

El sistema QoE-aware 340 puede proporcionar la gestión de recursos de radio (RRM) 346 de QoE-aware y la adaptación del enlace. La RRM se puede referir al control a nivel del sistema de la interferencia de co-canal y otras características de transmisión de radio en sistemas de comunicación inalámbrica, que pueden implicar estrategias y procesos para el control de parámetros, tal como la potencia de transmisión, la asignación de canales, las tasas de datos, los criterios de transferencia, el sistema de modulación, o sistema de codificación de error. RRM se puede utilizar para el uso de recursos de espectro de radio limitado e infraestructura de red de radio de la forma más eficiente posible. La adaptación del enlace, o la codificación y modulación adaptativa (ACM), se pueden referir a la coincidencia de la modulación, codificación y otros parámetros de señal y protocolo con las condiciones del enlace de radio (p.ej., la pérdida de ruta, la interferencia debida a las señales procedentes de otros transmisores, la sensibilidad del receptor, o el margen de potencia disponible del transmisor).

La señalización de adaptación de enlace y RRM de QoE-aware, permiten que una entidad de red de nivel de RAN tenga acceso directo a las métricas de QoE y realice funciones de gestión de recursos de radio de QoE-aware y adaptación de enlace, tales como planificación, control de admisión, selección del sistema de modulación y codificación (MCS), sobre la base del conocimiento de los informes de QoE procedentes de los UEs. A modo de ejemplo, la realimentación de QoE se puede utilizar para mejorar u optimizar la adaptación del enlace, especialmente durante la difusión (p.ej., para la difusión multimedia y el servicio de multidifusión (MBMS)), en donde la demanda de repetición automática (ARQ) y/o mecanismos de retransmisión de ARQ(HARQ) híbrida pueden no estar disponible con el fin de garantizar una buena fiabilidad. Por lo tanto, la realimentación de QoE, en la capa de aplicación, o una capa de RAN, se puede utilizar para mejorar la calidad del enlace. Una capa de RAN puede incluir las capas inferiores (p.ej., capas físicas, de enlace de datos, de red o de transporte), que pueden incluir un parámetro de capa inferior que puede ser modificado por una capa de aplicación, o el parámetro de capa inferior medido para su uso para modificar

un parámetro de capa de aplicación. Durante la difusión (utilizando MBMS o señalización de unidifusión), la RAN puede recopilar informes de QoE desde un subconjunto de UEs utilizados en la difusión, con el fin de proporcionar RRM de QoE-aware y adaptación de enlace.

En otro ejemplo, dependiendo de los informes de QoE, la planificación de múltiples usuarios se puede realizar sujeta a ciertas restricciones de QoE (p.ej., suponiendo un requisito de porcentaje de reposición en memoria intermedia (rebuffering) en un grupo de UEs en la red). Se puede dar prioridad a algunos UEs durante la planificación (p.ej., si los UEs determinados están a punto de experimentar un reposición en memoria intermedia (rebuffering) debido a un rendimiento deficiente del enlace) y el marco de trabajo de gestión de recursos de radio se puede utilizar para optimizar una métrica de capacidad de interrupción de reposición en memoria intermedia (rebuffering) al encontrar un mejor compromiso entre alta calidad de vídeo, ocurrencias mínimas de eventos de reposición en memoria intermedia (rebuffering) y entrega de QoE mejorada a un mayor número de clientes.

En una configuración, la capacidad de corte de reposición en memoria intermedia (rebuffering) ($C_{\text{rebuf}}^{\text{out}}$) puede representar un número de usuarios activos que pueden realizar una difusión continua de vídeo, de forma simultánea, en donde los usuarios (p. ej., UEs) están satisfechos con un umbral de cobertura A^{cov} de porcentaje del tiempo, y un usuario se considera satisfecho si el porcentaje de reposición en memoria intermedia (rebuffering) en la sesión de difusión continua de vídeo del usuario es menor que, o igual, a un umbral de interrupción A^{out} . La capacidad de interrupción de reposición en memoria intermedia (rebuffering) se puede representar mediante la Ecuación 1.

$$C_{\text{rebuf}}^{\text{out}} = E \left[\arg \max_K \left\{ \frac{\sum_{i=1}^K I(\rho_{\text{rebuf},i} \leq A^{\text{out}})}{K} \geq A^{\text{cov}} \right\} \right] \quad [\text{Ecuación 1}]$$

en donde $E[\cdot]$ denota una expectativa, I es una función de indicador, $\rho_{\text{rebuf},i}$ es un porcentaje de reposición en memoria intermedia (rebuffering) para un usuario (p.ej., UE) con un índice entero i , y siendo K un número entero total de usuarios admitidos por una red, o evaluados para la re-planificación de QoE. La expectativa se puede producir a través de múltiples realizaciones de geometría de usuario. El umbral de interrupción (A^{out}) se puede definir para un usuario satisfecho, y el umbral de cobertura (A^{cov}) puede definir una fracción de usuarios satisfechos para un grupo de usuarios. A modo de ejemplo, A^{out} se puede definir como una pérdida de trama del 2 % y A^{cov} puede definirse como 98 % para servicios en tiempo casi real. En un ejemplo, un umbral de interrupción puede definirse en términos de porcentaje de reposición en memoria intermedia (rebuffering) permitido máximo.

En otro ejemplo, un proceso de planificación del sistema QoE-aware puede estar basado en la métrica de porcentaje de reposición en memoria intermedia (rebuffering) para soportar, además, el componente de gestión de recursos de radio de QoE-aware. Un planificador convencional (similar a la denominada proporcionalidad justa) se puede basar en una función de utilidad basada en la tasa promedio, que puede tener una correlación deficiente con el estado de la memoria intermedia de reproducción de los usuarios. Una función de utilidad combinada $U(\bar{r}, f)$ se puede representar mediante la Ecuación 2.

$$U(\bar{r}, f) = \log(\bar{r}) - \alpha \exp(-\beta(f - f_{\min})) \quad [\text{Ecuación 2}],$$

en donde $\bar{r}$ es la tasa media del usuario (las unidades reales de métricas pueden ser irrelevantes puesto que una decisión de planificación puede depender de una dirección de gradiente máxima), f es un número de tramas de vídeo en la memoria intermedia de reproducción, $f_{\min}$ es el número mínimo de tramas de vídeo en una memoria intermedia de reproducción antes de reposición en memoria intermedia (rebuffering), y los parámetros α y β determinan una tasa a la que aumenta la penalización por violar una restricción. Siempre que las tramas de vídeo en la memoria intermedia de reproducción f superen el valor mínimo de $f_{\min}$, entonces la Ecuación 2 puede ser, aproximadamente, la utilidad correspondiente a la denominada proporcionalidad justa (PF). Cuando la memoria intermedia de reproducción f cae por debajo del valor mínimo $f_{\min}$, entonces la función de utilidad puede disminuir rápidamente forzando al planificador a servir a usuarios con tramas de vídeo por debajo del mínimo (ya que un gradiente aumenta rápidamente). La función como en el segundo término (es decir, $\alpha \exp(-\beta(f - f_{\min}))$) se puede denominar como función de barrera, puesto que la función puede servir para realizar una "barrera" flexible alrededor de una zona factible.

En otra configuración, la asignación de recursos se puede definir como maximizando la utilidad de suma entre k usuarios, en donde la función de utilidad de suma máxima se puede representar mediante la Ecuación 3.

$$\max S_U(\vec{r}, \vec{f}) = \sum_{i=1}^k U_i \quad [\text{Ecuación 3}]$$

en donde cada U_i viene dada por la Ecuación 2. La decisión de planificación resultante, en una oportunidad de planificación, puede ser, entonces, una elección de un usuario, que viene dada por la Ecuación 4.

$$j^* = \arg \max_j \left\{ \frac{\alpha d_j}{S_{\text{frame},j}} \exp(\beta(f_{\min} - f_j)) + \frac{d_j}{R_{\text{smththrp},j}} \right\} \quad [\text{Ecuación 4}],$$

en donde $S_{\text{frame},j}$ es el tamaño de la trama de vídeo en transmisión, d_j es la tasa de datos instantánea, f_j es el número de tramas en la memoria intermedia de reproducción y $R_{\text{smththrp},j}$ es la media del rendimiento proporcionado del usuario con índice entero j . La función de utilidad de suma de métrica máxima puede utilizar la realimentación del estado de reproducción de cada usuario.

En un ejemplo, las prioridades entre usuarios para la asignación de recursos se pueden ajustar sobre la base de la realimentación dinámica de la métrica de QoE del porcentaje de reposición en memoria intermedia (rebuffering) (ρ_{rebuf}). El porcentaje de reposición en memoria intermedia (rebuffering) puede ser el porcentaje del tiempo de difusión continua total que se utiliza en reposición en memoria intermedia (rebuffering). Para incluir la imparcialidad en términos de porcentaje de reposición en memoria intermedia (rebuffering), se puede modificar la métrica de planificación escalando con parámetros de la denominada proporcionalidad justa según se representa por la Expresión 1.

$$V_j = \begin{cases} \frac{1+k \times \rho_{\text{rebuf},j}}{\sum_{i=1}^k \rho_{\text{rebuf},i}} & \text{if } \sum_{i=1}^k \rho_{\text{rebuf},i} > 0 \\ 1 & \text{de cualquier otro modo} \end{cases}, \quad [\text{Expresión 1}]$$

La aplicación de la Expresión 1 a la decisión de planificación de la Ecuación 4 se puede representar mediante la Ecuación 5.

$$j^* = \arg \max_j \left\{ V_j \left(\frac{\alpha d_j}{S_{\text{frame},j}} \exp(\beta(f_{\min} - f_j)) + \frac{d_j}{R_{\text{smththrp},j}} \right) \right\} \quad [\text{Ecuación 5}]$$

La métrica j^* , representada por la Ecuación 5, se puede referir como una proporcionalidad justa con barrera para tramas (PFBF). Aunque se ilustra un proceso de planificación de QoE-aware de PFBF, además, se pueden utilizar otros procesos de planificación de QoE-aware utilizando una métrica relacionada con la QoE que se deriva de una interfaz de capa cruzada orientada por QoE.

El sistema QoE-aware 340 puede incluir el servidor proxy de QoE-aware (o servidor/proxy 348 de QoE-aware). Los terminales del servidor proxy en la red RAN se pueden utilizar para interceptar la señalización de la capa de aplicación (p.ej., a través de transacciones de demanda/respuesta de HTTP) y ejecutar varias funcionalidades del servidor de HTTP, tal como memorización, transcodificación, modificación y distribución de fragmentos de medios y metadatos relacionados (p.ej., MPDs). A modo de ejemplo, la funcionalidad del servidor proxy puede utilizar los informes de QoE para modificar los MPD distribuidos a los clientes, lo que puede limitar las tasas binarias disponibles a las que pueden acceder los clientes con el fin de mantener la imparcialidad en términos de QoE (p.ej., porcentaje de reposición en memoria intermedia (rebuffering)) y gestionar, de forma eficiente, los recursos de capacidad, lo que puede ser similar a hacer cumplir las políticas de calidad de servicio (QoS), tal como la tasa binaria garantizada o la tasa binaria máxima en una forma dependiente de MPD. En un ejemplo, el conjunto de parámetros de capa de aplicación específicos de multimedia en el MPD puede incluir al menos uno de entre: Una tasa binaria multimedia, resolución multimedia, tasa de trama del codificador multimedia, información del códec de multimedia, función de distorsión de tasa para el flujo multimedia, información de formato de vídeo en 3D, otra métrica de calidad multimedia o QoE, cantidad de tramas de grupo de imágenes (GOP), parámetros de cuantificación para diferentes tramas, tipo de capa en caso de codificación de vídeo escalable (SVC), corrección de errores en el avance a nivel de aplicación (nivel APP) (FEC), o restricciones de nivel de aplicación y parámetros de QoS objetivo.

La tasa binaria multimedia puede incluir un atributo de 'ancho de banda' de cada representación de DASH. La resolución multimedia puede incluir atributos de resolución horizontal y vertical de cada representación de DASH. La

tasa de trama del codificador multimedia puede incluir un atributo 'mimeType' de cada representación de DASH, que puede describir, además, otros parámetros relacionados con el códec. La información del códec de multimedia puede incluir un tipo de códec, tal como tasa múltiple adaptativa (AMR), el grupo de expertos de imágenes en movimiento 4 (MPEG4), codificación avanzada de vídeo H.264/codificación de vídeo escalable (AVC/SVC), perfiles, o niveles, según se incluye en el atributo 'mimeType' de cada representación de DASH. AMR es un sistema de compresión de datos de audio optimizada para la codificación de voz utilizando el códec de AMR adoptado como un códec de voz estándar por 3GPP. En un ejemplo, la AMR se puede utilizar la adaptación de enlace para seleccionar una de las ocho tasas binarias diferentes sobre la base de las condiciones del enlace. MPEG4 y/o H.264 AVC/SVC proporcionan un protocolo y una norma para la compresión de datos digitales de audio y vídeo (AV), incluida la compresión de datos AV para la web (p.ej., difusión continua de medios) y distribución de CD, voz (teléfono, vídeo-teléfono) y aplicaciones de televisión en abierto. MPEG4 y/o H.264 AVC/SVC se pueden utilizar para grabación, compresión y distribución de vídeo de alta definición. SVC permite la construcción de flujos de bits que contienen flujos de bits secundarios que también cumplen con la norma o protocolo. La función de distorsión de tasa para el flujo multimedia puede ser pertinente para un atributo 'qualityRanking' de cada representación de DASH. La información de formato de vídeo en 3D puede incluir una trama de formato de vídeo en 3D compatible y una disposición de intercalado temporal. Otras métricas de calidad de QoE o multimedia se pueden especificar en diferentes tasas, referencias, métricas de referencia reducida o de no referencia (p.ej., métricas de calidad de vídeo (VQM), métricas de similitud estructural (SSIM), evaluación perceptual de métricas de calidad de vídeo (PEVQ), puntuación media de opinión de vídeo (MOS) y otras métricas de calidad subjetiva). El número de tramas GOP puede incluir el tamaño de GOP y el tipo de trama (p.ej., trama I, trama P, trama B y tipos similares de tramas). Los parámetros de cuantificación para diferentes tramas pueden incluir escalas de cuantificación variables para tramas I, P, B. El tipo de capa, en caso de SVC, puede incluir una capa base y una capa de mejora. El FEC a nivel de APP puede incluir parámetros de codificación de corrección o codificación de red. FEC puede ser una técnica utilizada para controlar los errores en la transmisión de datos a través de canales de comunicación poco confiables o ruidosos, en donde el emisor puede codificar un mensaje de forma redundante utilizando de un código de corrección de errores (ECC). Las restricciones de nivel de aplicación y los parámetros de QoS objetivo pueden incluir el retardo, la fluctuación o la calidad.

Otro ejemplo da a conocer un método 500 para adaptar un flujo de vídeo utilizando un informe de calidad de experiencia (QoE), tal como se ilustra en el diagrama de flujo en la Figura 4. El método puede ejecutarse como instrucciones en una máquina, en donde las instrucciones se incluyen en al menos un soporte legible por ordenador o un soporte de memorización legible por máquina no transitorio. El método incluye la operación de recepción, en un nodo de una red de acceso de radio (RAN), un informe de calidad QoE con al menos una métrica de QoE procedente de un dispositivo inalámbrico, como en el bloque 510. La operación de extracción de la al menos una métrica de QoE en una capa funcional desde una capa de informe de calidad QoE, en donde la capa funcional es una capa diferente a la capa de informe de calidad QoE, como en el bloque 520. La siguiente operación del método se puede modificar una función de capa, en la capa funcional, con el fin de mejorar la métrica de QoE, como en el bloque 530.

En un ejemplo, la capa de informe de calidad QoE puede incluir una capa de aplicación, una capa de servicio, una capa de sesión, o una capa de protocolo de transferencia de hipertexto (HTTP). La capa funcional puede incluir una capa física (PHY), una capa de enlace, una capa de control de acceso a medios (MAC), una capa de control de recursos de radio (RRC), una capa de red, o una capa de protocolo de Internet (IP). La función de capa puede incluir planificación, control de admisión, selección del sistema de modulación y codificación (MCS), adaptación de enlace, gestión de recursos de radio (RRM), o configuración de calidad de servicio (QoS). La métrica de QoE puede incluir un nivel de memoria intermedia, duración de reproducción, porcentaje de reposición en memoria intermedia (rebuffering), relación señal a ruido máxima (PSNR), métrica de calidad de vídeo (VQM), métrica de similitud estructural (SSIM), evaluación perceptual de métrica de calidad de vídeo (PEVQ), puntuación media de opinión de vídeo (MOS), métrica de calidad subjetiva, retardo de reproducción inicial, o información de descripción de presentación de medios (MPD).

En otro ejemplo, la capa de informe de calidad QoE puede incluir una capa física (PHY), una capa de enlace, una capa de control de acceso a medios (MAC), una capa de control de recursos de radio (RRC), una capa de red, o una capa de protocolo Internet (IP). La capa funcional puede incluir una capa de aplicación, una capa de servicio, una capa de sesión, o una capa de protocolo de transferencia de hipertexto (HTTP). La función de capa puede modificar un parámetro, que incluye un nivel de memoria intermedia, duración de reproducción, porcentaje de reposición en memoria intermedia (rebuffering), relación de señal a ruido máxima (PSNR), métrica de calidad de vídeo (VQM), métrica de similitud estructural (SSIM), evaluación perceptual de métrica de calidad de vídeo (PEVQ), puntuación media de opinión de vídeo (MOS), métrica de calidad subjetiva, el retardo de reproducción inicial, o información de descripción de presentación de medios (MPD). Un parámetro de capa de aplicación específico de multimedia en la información MPD puede incluir una tasa binaria multimedia, resolución multimedia, tasa de tramas del codificador multimedia, información de códec de multimedia, función de distorsión de tasa para una transmisión multimedia, información de formato de segmento, información de formato de vídeo tridimensional (3D), métrica de QoE, métrica de calidad multimedia, número de tramas de grupo de imágenes (GOP), parámetros de cuantificación para diferentes tramas, tipo de capa en caso de codificación de vídeo escalable (SVC), parámetro de corrección de errores en el avance (FEC) a nivel de aplicación, parámetro de codificación de borrado, parámetro de codificación de

red, parámetro específico de transporte, restricción de nivel de aplicación o parámetro de calidad de servicio (QoS) objetivo. La métrica de QoE puede incluir una condición de canal, información de estado de canal (CSI), disponibilidad de recursos, sistema de modulación y codificación (MCS), parámetro de capa de PHY, parámetro de capa de enlace, parámetro de capa MAC, parámetro de capa RRC, parámetro de capa de red, o parámetro de capa IP.

En una configuración, el método puede incluir, además: La activación de informes de QoE para un dispositivo inalámbrico; la demanda de que el dispositivo inalámbrico informe sobre la al menos una métrica de QoE; la configuración un marco de trabajo de informes de QoE para un servidor de informes de QoE; interceptar la señalización de capa de aplicación, o señalización de capa de servicio para la al menos una métrica de QoE; o la realización de funciones de servidor de protocolo de transferencia de hipertexto (HTTP). La operación de realización de las funciones del servidor de HTTP puede incluir, además: La memorización de un informe de calidad QoE, un fragmento de medios o metadatos de medios; la transcodificación del fragmento de medios sobre la base del informe de calidad QoE; la modificación del fragmento de medios o metadatos de medios, sobre la base del informe de calidad QoE; o la distribución del informe de calidad QoE, el fragmento de medios, o los metadatos de medios, utilizando el protocolo HTTP.

En un ejemplo, la operación de extraer la al menos una métrica de QoE puede utilizar una interfaz de programación de aplicación (API).

Otro ejemplo da a conocer un método 600 para la supervisión de un flujo de vídeo utilizando un informe de calidad de experiencia (QoE), tal como se ilustra en el diagrama de flujo en la Figura 5. El método puede ejecutarse como instrucciones en una máquina, en donde las instrucciones se incluyen en al menos un medio legible por ordenador, o un soporte de memorización legible por máquina no transitorio. El método incluye la operación de la recepción, en un dispositivo inalámbrico, de una demanda de activación de QoE desde un servidor de informes de QoE en una red de acceso de radio (RAN), en donde la demanda de activación de QoE incluye al menos una métrica de QoE que ha de supervisarse, como en el bloque 610. Sigue la operación de medir la al menos una métrica de QoE, como en el bloque 620. La siguiente operación del método puede ser la comunicación de un informe de calidad QoE que incluya al menos una métrica de QoE al servidor de informes de QoE, como en el bloque 630.

En un ejemplo, la métrica de QoE puede incluir un nivel de memoria intermedia, duración de reproducción, porcentaje de reposición en memoria intermedia (rebuffering), relación de señal a ruido máxima (PSNR), métrica de calidad de vídeo (VQM), métrica de similitud estructural (SSIM), evaluación perceptual de métrica de calidad de vídeo (PEVQ), puntuación media de opinión de vídeo (MOS), métrica de calidad subjetiva, retardo de reproducción inicial, o información de descripción de presentación de medios (MPD). Un parámetro de capa de aplicación específico de multimedia, en la información MPD, puede incluir una tasa binaria multimedia, resolución multimedia, tasa de trama del codificador multimedia, información de códec de multimedia, función de distorsión de tasa para un flujo multimedia, información de formato de segmento, información de formato de vídeo tridimensional (3D), métrica de QoE, métrica de calidad multimedia, número de tramas de grupo de imágenes (GOP), parámetro de cuantificación para diferentes tramas, tipo de capa en caso de codificación de vídeo escalable (SVC), parámetro de corrección de error en el avance (FEC) a nivel de aplicación, parámetro de codificación de borrado, parámetro de codificación de red, parámetro específico de transporte, restricción de nivel de aplicación o parámetro de calidad de servicio (QoS) objetivo.

En otro ejemplo, el método puede incluir, además: La recepción, en el dispositivo inalámbrico, de un parámetro modificado procedente del servidor de informes de QoE basado en el informe de calidad QoE; y la modificación de un parámetro de dispositivo inalámbrico basado en el parámetro modificado.

La Figura 6 ilustra un ejemplo del sistema operativamente consciente de la calidad de experiencia 740 (QoE-aware) y el nodo, a modo de ejemplo, 710, en una red de acceso de radio (RAN) 730 y un dispositivo inalámbrico, a modo de ejemplo 720. El sistema QoE-aware se puede configurar para interactuar con la difusión continua de vídeo basada en el protocolo de transferencia de hipertexto (HTTP). El sistema QoE-aware puede incluir un servidor de informes de calidad de experiencia (QoE) 342, un módulo de gestión de recursos de radio (RRM) de QoE 746, y un servidor proxy QoE-aware 748. El servidor de informes de QoE puede configurarse para recibir un informe de calidad QoE con al menos una métrica de QoE, en una primera capa, procedente de un dispositivo inalámbrico y proporcionar la al menos una métrica de QoE a una segunda capa a través de una interfaz de capa cruzada. El servidor de informes de QoE puede estar configurado, además, para: Activar los informes de QoE para el dispositivo inalámbrico; demandar la al menos una métrica de QoE que ha de comunicarse; o configurar un marco de trabajo de informes de QoE. La métrica de QoE puede incluir un nivel de memoria intermedia, duración de reproducción, porcentaje de reposición en memoria intermedia (rebuffering), relación de señal a ruido máxima (PSNR), métrica de calidad de vídeo (VQM), métrica de similitud estructural (SSIM), evaluación perceptual de métrica de calidad de vídeo (PEVQ), puntuación media de opinión de vídeo (MOS), métrica de calidad subjetiva, retardo de reproducción inicial, e información de descripción de presentación de medios (MPD).

El módulo de gestión de recursos de radio de QoE (RRM) 746 puede configurarse para proporcionar una función de RRM, o una función de adaptación de enlace, sobre la base de la al menos una métrica de QoE. En un ejemplo, la

función de RRM, o la función de adaptación de enlace, puede incluir una selección de planificación, control de admisión, sistema de codificación y modulación (MCS), o configuración de calidad de servicio (QoS). El módulo de

$$\frac{\alpha d_j}{S_{frame,j}} \exp(\beta(f_{min} - f_j))$$

RRM de QoE se puede configurar para tomar una decisión de planificación utilizando ' en donde $S_{frame,j}$ es un tamaño de una trama de vídeo en transmisión, d_j es una tasa de datos instantánea, f_j es un número de tramas en una memoria intermedia de reproducción, f_{min} es un número mínimo de tramas permitido en

la memoria intermedia de reproducción, α es una tasa de penalización por la violación de una restricción, $\frac{d_j}{S_{frame,j}}$ y β es una tasa de penalización por la violación de un número de tramas en la restricción de memoria intermedia de reproducción. El módulo RRM de QoE se puede configurar, además, para acceder a un subconjunto de informes de QoE desde una pluralidad de dispositivos inalámbricos, y proporcionar la función de RRM y la función de adaptación de enlace para el suministro de servicios de difusión multimedia y multidifusión (MBMS) sobre la base en la al menos una QoE métrica del subconjunto de informes de QoE.

El servidor proxy QoE-aware 748 se puede configurar para interceptar la señalización de la capa de servicio que incluye un fragmento de medios o metadatos de medios, y para realizar una función de servidor de HTTP en el fragmento de medios, o metadatos de medios, sobre la base del informe de calidad QoE. La función del servidor de HTTP puede incluir la memorización, transcodificación, modificación o distribución del fragmento de medios o metadatos de medios. Los metadatos de medios pueden incluir un fichero de metadatos de descripción de presentación de medios (MPD). El servidor proxy QoE-aware se puede configurar para realizar una función de servidor de HTTP en un parámetro de capa de aplicación específico de multimedia, en el fichero de metadatos de MPD. El parámetro de capa de aplicación específico de multimedia puede incluir una tasa binaria de multimedia, resolución multimedia, tasa de trama del codificador multimedia, información del códec de multimedia, función de distorsión de la tasa para un flujo multimedia, información de formato de segmento, información de formato de vídeo tridimensional (3D), métrica de QoE, métrica de calidad multimedia, número de tramas de grupo de imágenes (GOP), parámetro de cuantificación para diferentes tramas, tipo de capa en el caso de codificación de vídeo escalable (SVC), parámetro de corrección de errores en el avance de nivel de aplicación (FEC), parámetro de codificación de borrado, parámetro de codificación de red, parámetro específico de transporte, restricción de nivel de aplicación, o parámetro de calidad de servicio (QoS) objetivo.

El nodo 710 puede incluir una estación base (BS), un nodo B (NB), un Nodo B evolucionado (eNB), una unidad de banda base (BBU), una cabecera de radio distante (RRH), un equipo de radio distante (RRE), o una unidad de radio distante (RRU).

El dispositivo inalámbrico 720 (p.ej., UE) puede incluir un módulo de transceptor 724, un procesador de aplicación 722 y un monitor de QoE 344. El dispositivo inalámbrico se puede configurar para proporcionar supervisión de calidad de experiencia (QoE) para la difusión continua dinámica adaptativa sobre un protocolo de transferencia de hipertexto (HTTP) (DASH). El módulo transceptor se puede configurar para recibir una demanda de activación de QoE procedente de un servidor de informes de QoE en una red de acceso de radio (RAN). La demanda de activación de QoE puede incluir al menos una métrica de QoE que ha de supervisarse. El monitor de QoE se puede configurar para medir la al menos una métrica de QoE en el dispositivo inalámbrico. El módulo transceptor puede configurarse, además, para informar de la al menos una métrica de QoE en un informe de calidad QoE al servidor de informes de QoE. La métrica de QoE puede incluir un nivel de memoria intermedia, duración de reproducción, porcentaje de reposición en memoria intermedia (rebuffering), relación de señal a ruido máxima (PSNR), métrica de calidad de vídeo (VQM), métrica de similitud estructural (SSIM), evaluación perceptual de métrica de calidad de vídeo (PEVQ), puntuación media de opinión de vídeo (MOS), métrica de calidad subjetiva, retardo de reproducción inicial, o información de descripción de presentación de medios (MPD).

En un ejemplo, el módulo transceptor 724 se puede configurar, además, para recibir un parámetro modificado desde el servidor de informes de QoE basado en el informe de calidad QoE. El módulo de procesamiento 722 se puede configurar para modificar un parámetro de dispositivo inalámbrico basado en el parámetro modificado. El parámetro modificado puede incluir un sistema de modulación y codificación (MCS), un parámetro de capa física PHY, un parámetro de capa de enlace, un parámetro de capa MAC, un parámetro de capa RRC, un parámetro de capa de red, un parámetro de capa IP o un parámetro de capa de aplicación específico de multimedia, en un fichero de metadatos de descripción de presentación de medios (MPD). El parámetro de capa de aplicación específico de multimedia, en el fichero de metadatos de MPD, puede incluir una tasa binaria de multimedia, resolución multimedia, tasa de trama del codificador multimedia, información de códec de multimedia, función de distorsión de tasa para un flujo multimedia, información de formato de segmento, información de formato de vídeo tridimensional (3D), métrica de QoE, métrica de calidad multimedia, número de tramas del grupo de imágenes (GOP), parámetro de cuantificación para diferentes tramas, tipo de capa en caso de codificación de vídeo escalable (SVC), parámetro de corrección de errores en el avance al nivel de la aplicación (FEC), parámetro de codificación de borrado, parámetro de codificación de red, parámetro específico de transporte, restricción de nivel de aplicación, o parámetro de calidad

de servicio (QoS) objetivo.

La Figura 7 da a conocer una ilustración, a modo de ejemplo, del dispositivo inalámbrico, tal como un equipo de usuario (UE), una estación móvil (MS), un dispositivo inalámbrico móvil, un dispositivo de comunicación móvil, una tableta electrónica, un teléfono móvil u otro tipo de dispositivo inalámbrico. El dispositivo inalámbrico puede incluir una o más antenas configuradas para comunicarse con un nodo, tal como una estación base (BS), un Nodo B evolucionado (eNB), una unidad de banda base (BBU), un cabecera de radio distante (RRH), un equipo de radio distante (RRE), una estación de retransmisión (RS), un equipo de radio (RE) u otro tipo de punto de acceso de red de área amplia inalámbrica (WWAN). El dispositivo inalámbrico puede estar configurado para comunicarse utilizando al menos una norma de comunicación inalámbrica, incluyendo 3GPP LTE, WiMAX, Acceso de Paquetes de Alta Velocidad (HSPA), Bluetooth y WiFi. El dispositivo inalámbrico se puede comunicar utilizando antenas separadas para cada norma de comunicación inalámbrica o antenas compartidas para múltiples normas de comunicación inalámbrica. El dispositivo inalámbrico se puede comunicar en una red de área local inalámbrica (WLAN), una red de área personal inalámbrica (WPAN) y/o una WWAN.

La Figura 7 da a conocer, además, una ilustración de un micrófono y uno o más altavoces que se pueden utilizar para la entrada y salida de audio desde el dispositivo inalámbrico. La pantalla de visualización puede ser una pantalla de cristal líquido (LCD), u otro tipo de pantalla de visualización, tal como una pantalla de diodo emisor de luz orgánico (OLED). La pantalla de visualización se puede configurar como una pantalla táctil. La pantalla táctil puede utilizar tecnología capacitiva, resistiva u otro tipo de tecnología de pantalla táctil. Un procesador de aplicación y un procesador gráfico se pueden acoplar a la memoria interna con el fin de proporcionar capacidades de procesamiento y visualización. Un puerto de memoria no volátil se puede utilizar, además, para proporcionar opciones de entrada/salida de datos a un usuario. Un puerto de memoria no volátil se puede utilizar, además, para ampliar las capacidades de memoria del dispositivo inalámbrico. Un teclado puede estar integrado con el dispositivo inalámbrico o conectado, de forma inalámbrica, al dispositivo inalámbrico para proporcionar una entrada de usuario adicional. Además, se puede proporcionar un teclado virtual utilizando la pantalla táctil.

Varias técnicas, o algunos aspectos o partes de los mismos, pueden tomar la forma de código de programa (es decir, instrucciones) incorporadas en medios tangibles, tales como disquetes, CD-ROMs, discos duros, soportes de memorización legibles por ordenador no transitorios, o cualquier otro soporte de memorización legible por máquina en el que, cuando el código del programa se carga en, y se ejecuta por, una máquina, tal como un ordenador, la máquina se convierte en un aparato para practicar las diversas técnicas. Un soporte de memorización legible por ordenador no transitorio puede ser un soporte de memorización legible por ordenador que no incluye señal. En el caso de ejecución de código de programa en ordenadores programables, el dispositivo informático puede incluir un procesador, un soporte de memorización legible por el procesador (incluyendo memoria volátil y no volátil y/o elementos de memorización), al menos un dispositivo de entrada, y al menos un dispositivo de salida. La memoria volátil y no volátil y/o elementos de memorización pueden ser una memoria RAM, EPROM, unidad de memoria instantánea, unidad óptica, disco duro magnético, unidad de estado sólido u otro soporte para memorizar datos electrónicos. El nodo y el dispositivo inalámbrico pueden incluir, además, un módulo transceptor, un módulo contador, un módulo de procesamiento y/o un módulo de reloj o un módulo temporizador. Uno o más programas que pueden poner en práctica o utilizar las diversas técnicas descritas en este documento, pueden utilizar una interfaz de programación de aplicación (API), controles reutilizables y similares. Dichos programas se pueden poner en práctica en un lenguaje de programación orientado a objetos o procedimiento de alto nivel para comunicarse con un sistema informático. Sin embargo, el programa, o los programas, se pueden poner en práctica en lenguaje ensamblador o de máquina, si se desea. En cualquier caso, el lenguaje puede ser un lenguaje compilado o interpretado, y combinado con realizaciones de hardware.

Debe entenderse que muchas de las unidades funcionales descritas en esta especificación se han etiquetado como módulos, con el fin de poner mayor énfasis en su independencia de puesta en práctica. A modo de ejemplo, un módulo se puede poner en práctica como un circuito de hardware que comprende circuitos VLSI personalizados o matrices de compuertas electrónicas, semiconductores fuera de la plataforma, tales como circuitos integrados lógicos, transistores u otros componentes discretos. Un módulo se puede poner en práctica, además, en dispositivos de hardware programables tales como matrices de puertas programables de campo, lógica de matriz programable, dispositivos lógicos programables, o similares.

Los módulos se pueden poner en práctica, además, en software para ejecución por varios tipos de procesadores. Un módulo identificado de código ejecutable puede, por ejemplo, comprender uno o más bloques físicos o lógicos de instrucciones de ordenador, que pueden, a modo de ejemplo, organizarse como un objeto, procedimiento o función. Sin embargo, los ejecutables de un módulo identificado no necesitan estar situados físicamente juntos, sino que pueden comprender instrucciones dispares que se memorizan en diferentes localizaciones que, cuando se unen lógicamente, comprenden el módulo y logran el propósito establecido para el módulo.

De hecho, un módulo de código ejecutable puede ser una única instrucción, o muchas instrucciones, e incluso puede distribuirse en varios segmentos de código diferentes, entre diferentes programas y en varios dispositivos de memoria. De forma similar, los datos operativos se pueden identificar e ilustrarse aquí dentro de módulos, y pueden incorporarse en cualquier forma adecuada y organizarse dentro de cualquier tipo de estructura de datos adecuado.

Los datos operativos pueden recopilarse como un único conjunto de datos, o pueden distribuirse en diferentes localizaciones, incluyendo a través de diferentes dispositivos de memorización, y pueden existir, al menos parcialmente, simplemente como señales electrónicas en un sistema o red. Los módulos pueden ser pasivos o activos, incluidos los agentes que se utilizan para realizar las funciones deseadas.

La referencia en esta especificación a "un ejemplo" significa que una función, estructura o característica particular, descrita en relación con el ejemplo, se incluye en al menos una forma de realización de la presente invención. Por lo tanto, las apariciones de las frases "en un ejemplo" en varios lugares a lo largo de esta especificación no se refieren necesariamente a la misma forma de realización.

Tal como se utiliza en el presente documento, una pluralidad de dispositivos, elementos estructurales, elementos de composición y/o materiales se pueden presentar en una lista común por conveniencia. Sin embargo, estas listas deben interpretarse como si cada miembro de la lista se identificara, de forma individual, como un miembro separado y único. Por lo tanto, ningún miembro individual de dicha lista debe interpretarse como un equivalente, de facto, de cualquier otro miembro de la misma lista, únicamente sobre la base de su presentación en un grupo común sin indicaciones en contrario. Además, varias formas de realización y ejemplos de la presente invención se pueden referir aquí junto con alternativas para los diversos componentes de la misma. Ha de entenderse que dichas formas de realización, ejemplos y alternativas no deben interpretarse como equivalentes de facto entre sí, sino que deben considerarse como representaciones separadas y autónomas de la presente invención.

Además, las funciones, estructuras o características descritas pueden combinarse de cualquier manera adecuada en una o más formas de realización. En la siguiente descripción, se proporcionan numerosos detalles específicos, tales como ejemplos de diseños, distancias, ejemplos de red, etc., con el fin de proporcionar una comprensión completa de las formas de realización de la invención. Un experto en la técnica pertinente reconocerá, sin embargo, que la invención se puede poner en práctica sin uno o más de los detalles específicos, o con otros métodos, componentes, diseños, etc. En otros casos, estructuras, materiales u operaciones bien conocidos no se ilustran ni describen en detalle con el fin de aclarar aspectos de la invención.

Aunque los ejemplos anteriores son ilustrativos de los principios de la presente invención en una o más aplicaciones particulares, será evidente para los expertos en la técnica que se pueden realizar numerosas modificaciones en la forma, uso y detalles de la puesta en práctica sin la utilización de la facultad inventiva, y sin desviarse de los principios y conceptos de la invención. En consecuencia, no se pretende que la presente invención esté limitada, excepto por las reivindicaciones que se exponen a continuación.

REIVINDICACIONES

1. Un método para adaptar un flujo de vídeo utilizando un informe de calidad de experiencia, QoE, que comprende:

la recepción (510), en un nodo en una red de acceso de radio, RAN, de un informe de calidad QoE que incluye al menos una métrica de QoE desde un dispositivo inalámbrico;

la extracción (520) de la al menos una métrica de QoE en una capa funcional desde una capa de informe de calidad QoE, en donde la capa funcional es una capa diferente a la capa de informe de calidad QoE; y

la modificación (530) de una función de capa en la capa funcional basada en la al menos una métrica de QoE en el informe de calidad QoE, con el fin de mejorar la métrica de QoE, caracterizado por cuanto que la toma de una

decisión de planificación utilizando la ecuación
$$\frac{\alpha d_j}{S_{frame,j}} \exp(\beta(f_{min} - f_j)),$$
 en donde $S_{frame,j}$ es un tamaño de una trama de vídeo en transmisión, d_j es una tasa de datos instantánea, f_j es un número de tramas en una memoria intermedia de reproducción, f_{min} es un número mínimo de tramas permitido en la memoria intermedia de

reproducción, α es una tasa de penalización por la violación de una restricción $\frac{d_j}{S_{frame,j}}$ y β es una tasa de penalización por la violación de un número de tramas en la restricción de la memoria intermedia de reproducción.

2. El método según la reivindicación 1, en donde:

la capa de informes de QoE se selecciona a partir del grupo constituido por una capa de aplicación, una capa de servicio, una capa de sesión y una capa de protocolo de transferencia de hipertexto, HTTP; y

la capa funcional se selecciona a partir del grupo constituido por una capa física, PHY, una capa de enlace, una capa de control de acceso a medios, MAC, una capa de control de recursos de radio, RRC, una capa de red y una capa de protocolo de Internet, IP.

3. El método según la reivindicación 2, en donde

la función de capa se selecciona a partir del grupo constituido por planificación, control de admisión, sistema de codificación y modulación, MCS, selección, adaptación de enlace, gestión de recursos de radio, RRM, calidad de servicio, QoS, configuración y sus combinaciones; y

la métrica de QoE se selecciona a partir del grupo constituido por un nivel de memoria intermedia, duración de reproducción, porcentaje de reposición en memoria intermedia (rebuffering), una relación de señal a ruido máxima, PSNR, métrica de calidad de vídeo, VQM, métrica de similitud estructural, SSIM, evaluación perceptual de métrica de calidad de vídeo, PEVQ, puntuación media de opinión de vídeo, MOS, métrica de calidad subjetiva, retardo de reproducción inicial, información de descripción de presentación de medios, MPD, y sus combinaciones.

4. El método según la reivindicación 1, en donde:

la capa de informe de calidad QoE se selecciona a partir del grupo constituido por una capa física, PHY, una capa de enlace, una capa de control de acceso a medios, MAC, una capa de control de recursos de radio, RRC, una capa de red y una capa de protocolo de Internet, IP; y

la capa funcional se selecciona a partir del grupo constituido por una capa de aplicación, una capa de servicio, una capa de sesión y una capa de protocolo de transferencia de hipertexto, HTTP.

5. El método según la reivindicación 4, en donde:

la función de capa modifica un parámetro seleccionado a partir del grupo constituido por un nivel de memoria intermedia, duración de reproducción, porcentaje de reposición en memoria intermedia (rebuffering), relación de señal a ruido máxima, PSNR, métrica de calidad de vídeo, VQM, métrica de similitud estructural, SSIM, evaluación perceptual de métrica de calidad de vídeo, PEVQ, puntuación media de opinión de vídeo, MOS, métrica de calidad subjetiva, retardo de reproducción inicial, información de descripción de presentación de medios, MPD,

en donde un parámetro de capa de aplicación específico de multimedia en la información de MPD se selecciona a partir del grupo constituido por una tasa binaria de multimedia, resolución multimedia, tasa de trama del codificador multimedia, información de códec (codificador-decodificador) de multimedia, función de distorsión de tasa para un flujo multimedia, información de formato de segmento, información de formato de vídeo tridimensional, 3D, métrica de QoE, métrica de calidad multimedia, número de tramas de grupo de imágenes, GOP, parámetro de cuantificación

para diferentes tramas, tipo de capa en el caso de codificación de vídeo escalable, SVC, parámetro de corrección de errores en el avance a nivel de aplicación, FEC, parámetro de codificación de borrado, parámetro de codificación de red, parámetro específico de transporte, restricción de nivel de aplicación, parámetro de calidad de servicio, QoS objetivo, y sus combinaciones; y

la métrica de QoE se selecciona a partir del grupo constituido por una condición de canal, información de estado de canal, CSI, disponibilidad de recursos, sistema de modulación y codificación, MCS, parámetro de capa física PHY, parámetro de capa de enlace, parámetro de capa MAC, parámetro de capa RRC, parámetro de capa de red, parámetro de capa IP, y sus combinaciones.

6. El método según una de las reivindicaciones 1 a 5 que comprende, además:

la activación de informes de QoE para un dispositivo inalámbrico;

la demanda de que al menos una métrica de QoE sea informada por el dispositivo inalámbrico;

la configuración de un marco de trabajo de informes de QoE para un servidor de informes de QoE;

la intercepción de la señalización de capa de aplicación, o la señalización de capa de servicio, para la al menos una métrica de QoE; o

la ejecución de funciones del servidor del protocolo de transferencia de hipertexto, HTTP, en donde

la ejecución de funciones de servidor de HTTP comprende, además:

la memorización de un informe de calidad QoE, un fragmento de medios o metadatos de medios;

la transcodificación del fragmento de medios basado en el informe de calidad QoE;

la modificación del fragmento de medios o los metadatos de medios en función del informe de calidad QoE; o

la distribución del informe de calidad QoE, el fragmento de medios, o los metadatos de medios, utilizando el protocolo de HTTP.

7. El método según una de las reivindicaciones 1 a 6, en donde el nodo se selecciona a partir del grupo constituido por una estación base, BS, un Nodo B, NB, un Nodo B evolucionado, eNB, una unidad de banda base, BBU, una cabecera de radio distante, RRH, un equipo de radio distante, RRE, una unidad de radio distante, RRU y sus combinaciones.

8. Un programa informático que comprende un código de programa informático que, cuando se ejecuta en un procesador, hace que el procesador realice el método según una de las reivindicaciones 1 a 7.

9. Un sistema operativamente consciente de la calidad de experiencia (QoE-aware) para la difusión continua de vídeo basada en el protocolo de transferencia de hipertexto, HTTP, que comprende:

un servidor de informes (342) de calidad de experiencia, QoE, para recibir un informe de calidad QoE con al menos una métrica de QoE en una primera capa desde un dispositivo inalámbrico, y proporcionar la al menos una métrica de QoE a una segunda capa a través de una interfaz de capa cruzada; y

un módulo de gestión de recursos de radio de QoE, RRM, (746) para proporcionar una función de RRM, o una función de adaptación de enlace, sobre la base de la al menos una métrica de QoE,

caracterizado por cuanto que

el módulo RRM de QoE (746) está configurado para tomar una decisión de planificación utilizando la ecuación

$$\frac{\alpha d_j}{S_{frame,j}} \exp\left(\beta(f_{min} - f_j)\right),$$

en donde $S_{frame,j}$ es el tamaño de una trama de vídeo en transmisión, d_j es una tasa de datos instantánea, f_j es un número de tramas en una memoria intermedia de reproducción, f_{min} es un número mínimo de tramas permitido en la memoria intermedia de reproducción, α es una tasa de penalización por la violación de una

restricción de $\frac{d_j}{S_{frame,j}}$ y β es una tasa de penalización por la violación de un número de tramas en la restricción de la memoria intermedia de reproducción.

10. El sistema QoE-aware según la reivindicación 9, en donde el sistema QoE-aware está situado dentro de una red de acceso de radio, RAN, (730).
- 5 11. El sistema QoE-aware según una de las reivindicaciones 9 y 10, en donde la función de RRM o la función de adaptación de enlace se selecciona a partir del grupo constituido por planificación, control de admisión, sistema de modulación y codificación, MCS, selección, calidad de servicio, QoS, configuración y sus combinaciones.
- 10 12. El sistema QoE-aware según una de las reivindicaciones 9 a 11, en donde el módulo de RRM de QoE (746) está configurado, además, para acceder a un subconjunto de informes de QoE a partir de una pluralidad de dispositivos inalámbricos (720), y proporciona la función de RRM y la función de adaptación de enlace para el suministro de servicios de difusión y multidifusión multimedia, MBMS, basada en al menos una métrica de QoE del subconjunto de informes de QoE.
- 15 13. El sistema QoE-aware según una de las reivindicaciones 9 a 12, que comprende, además:
un servidor proxy de QoE-aware (748) para interceptar la señalización de la capa de servicio, que incluye un fragmento de medios o un metadatos de medios y realizar una función de servidor de HTTP en el fragmento de medios o metadatos de medios, en función del informe de calidad QoE.
- 20 14. El sistema QoE-aware según una de las reivindicaciones 9 a 13, en donde el servidor de informes de QoE (748) está configurado, además, para:
la activación de la generación de informes de QoE para el dispositivo inalámbrico;
- 25 la demanda de la al menos una métrica de QoE que ha de informarse; y
la configuración de un marco de trabajo de informes de QoE.

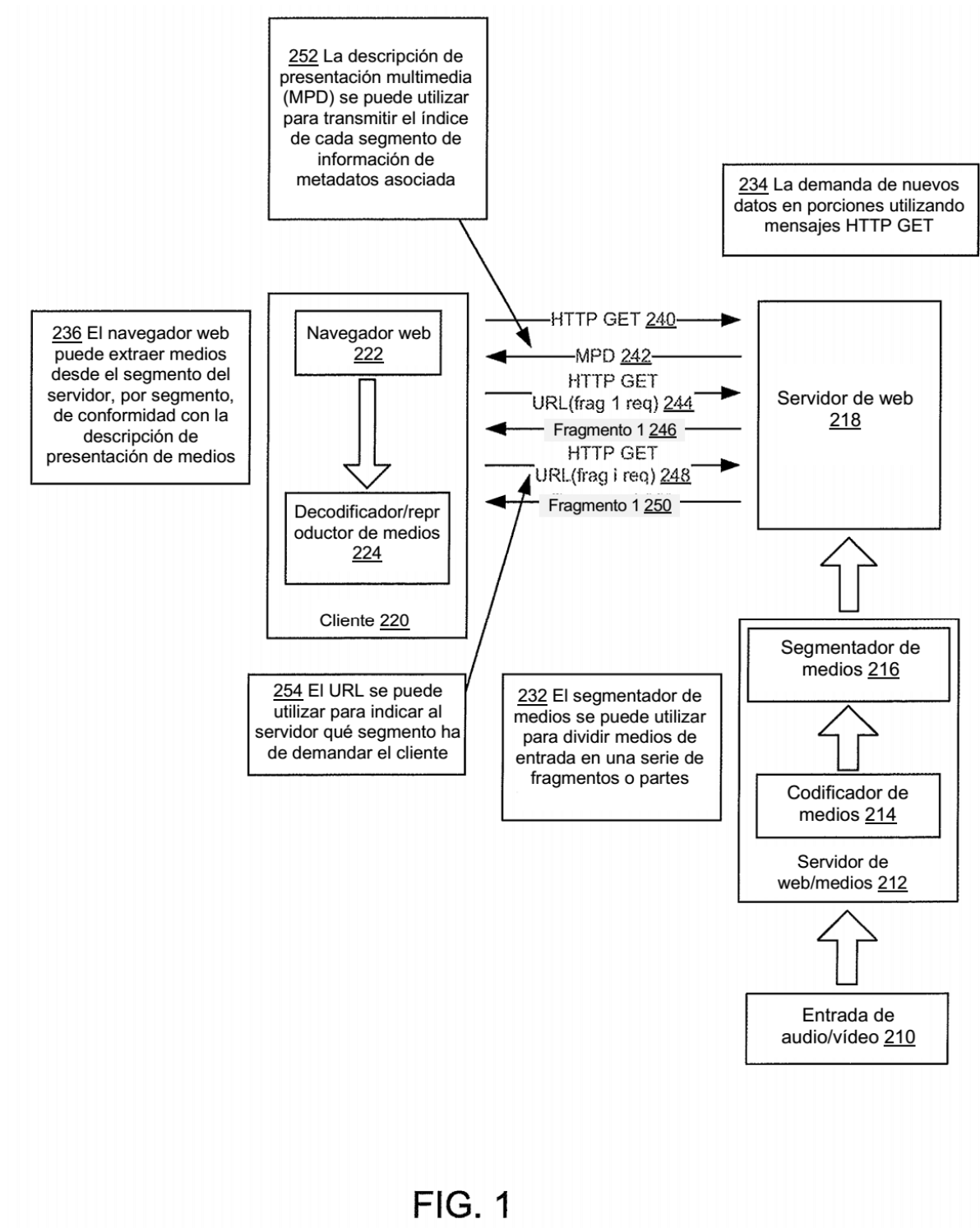


FIG. 1

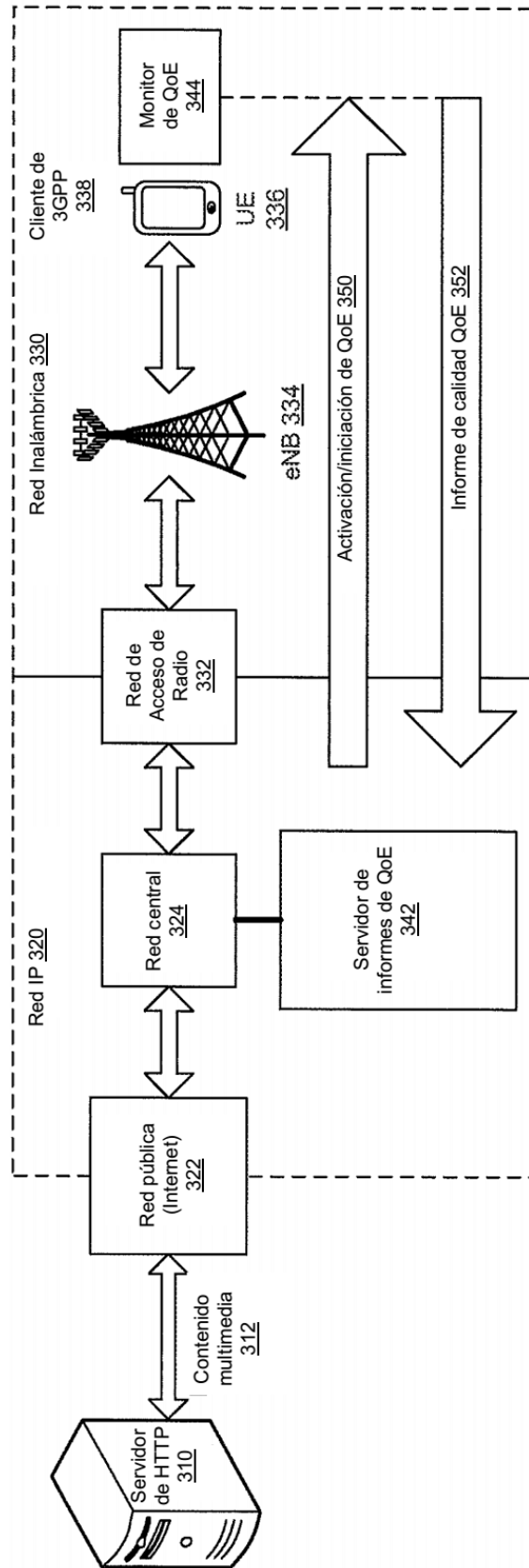


FIG. 2

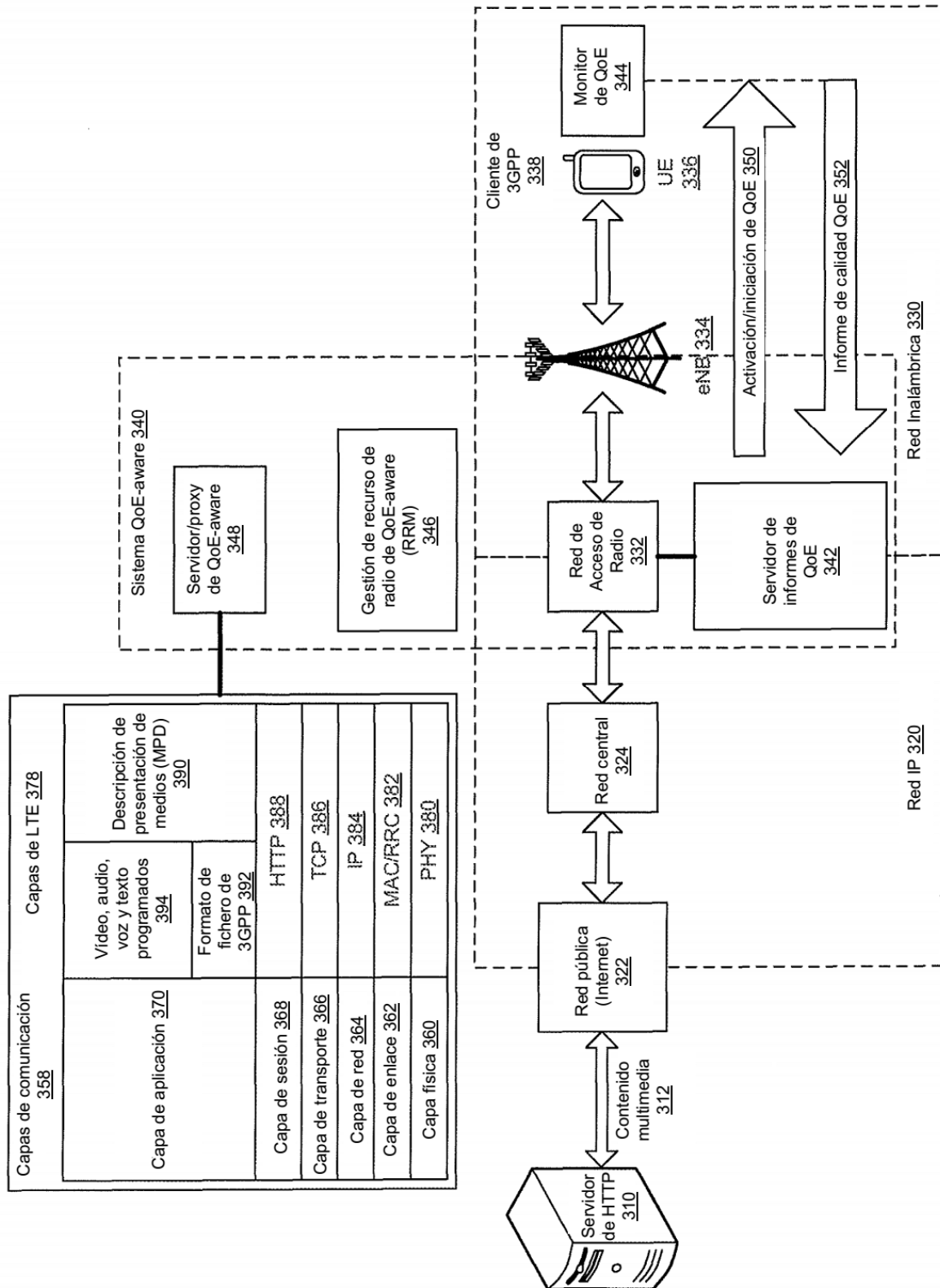


FIG. 3

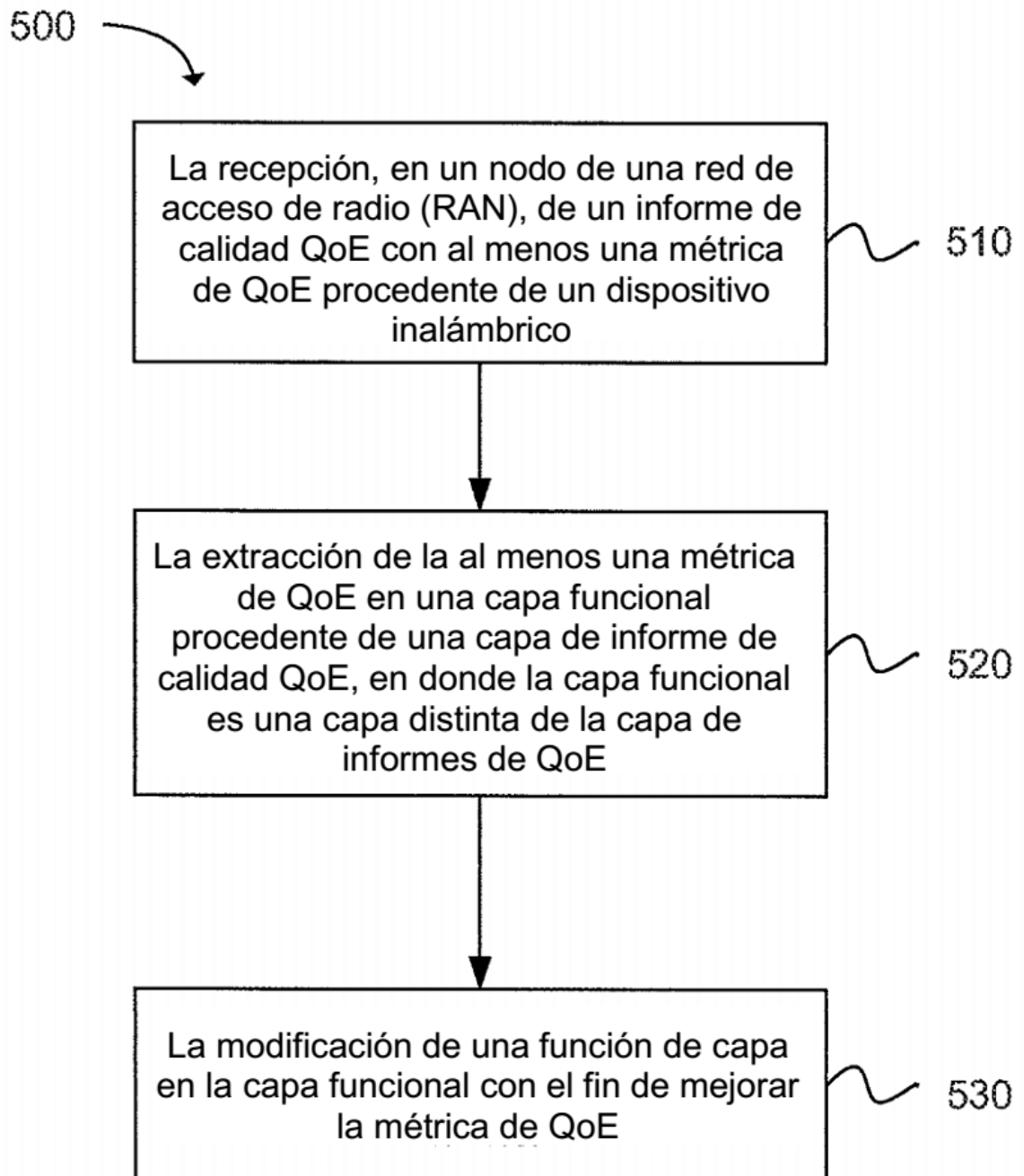


FIG. 4

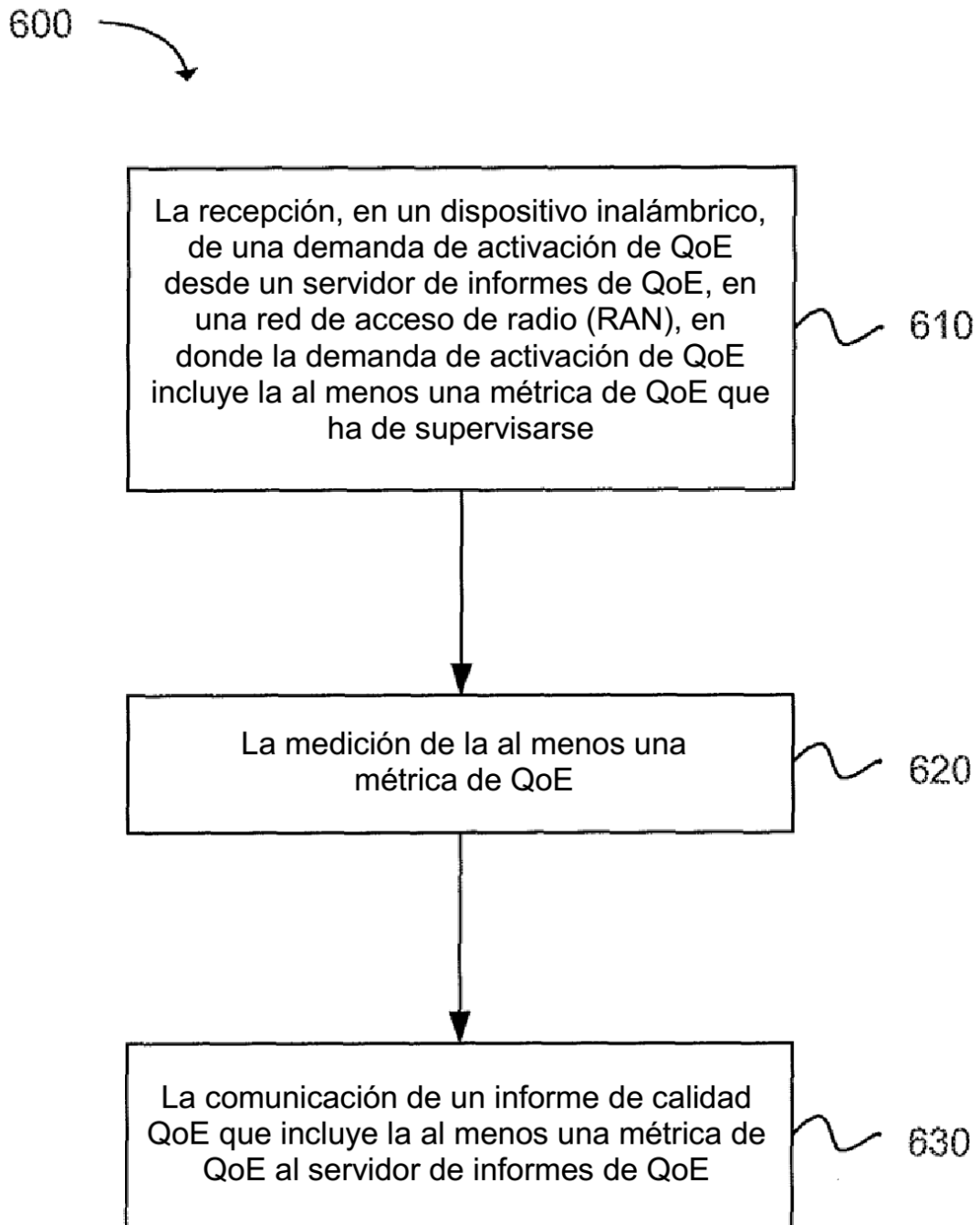


FIG. 5

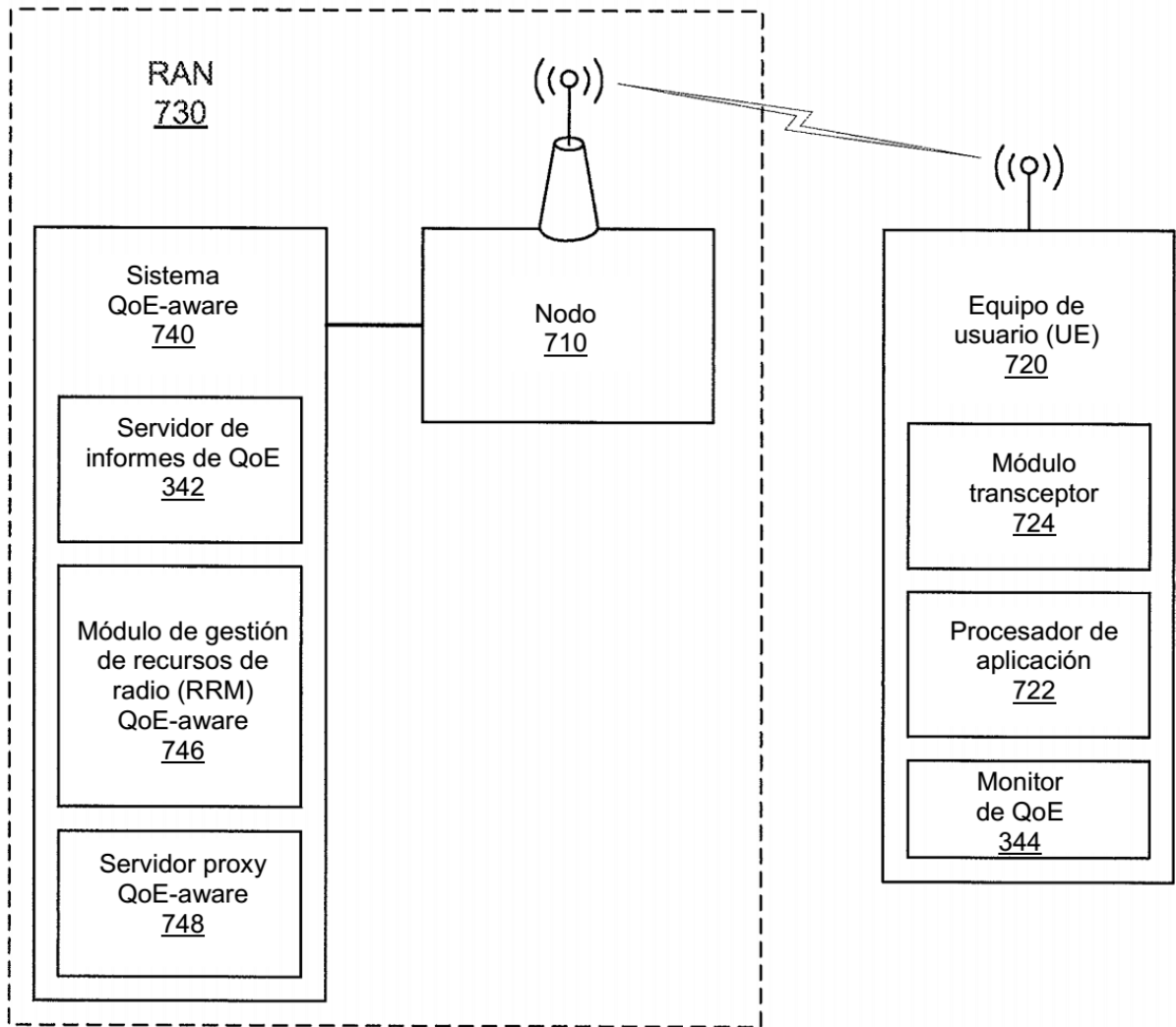


FIG. 6

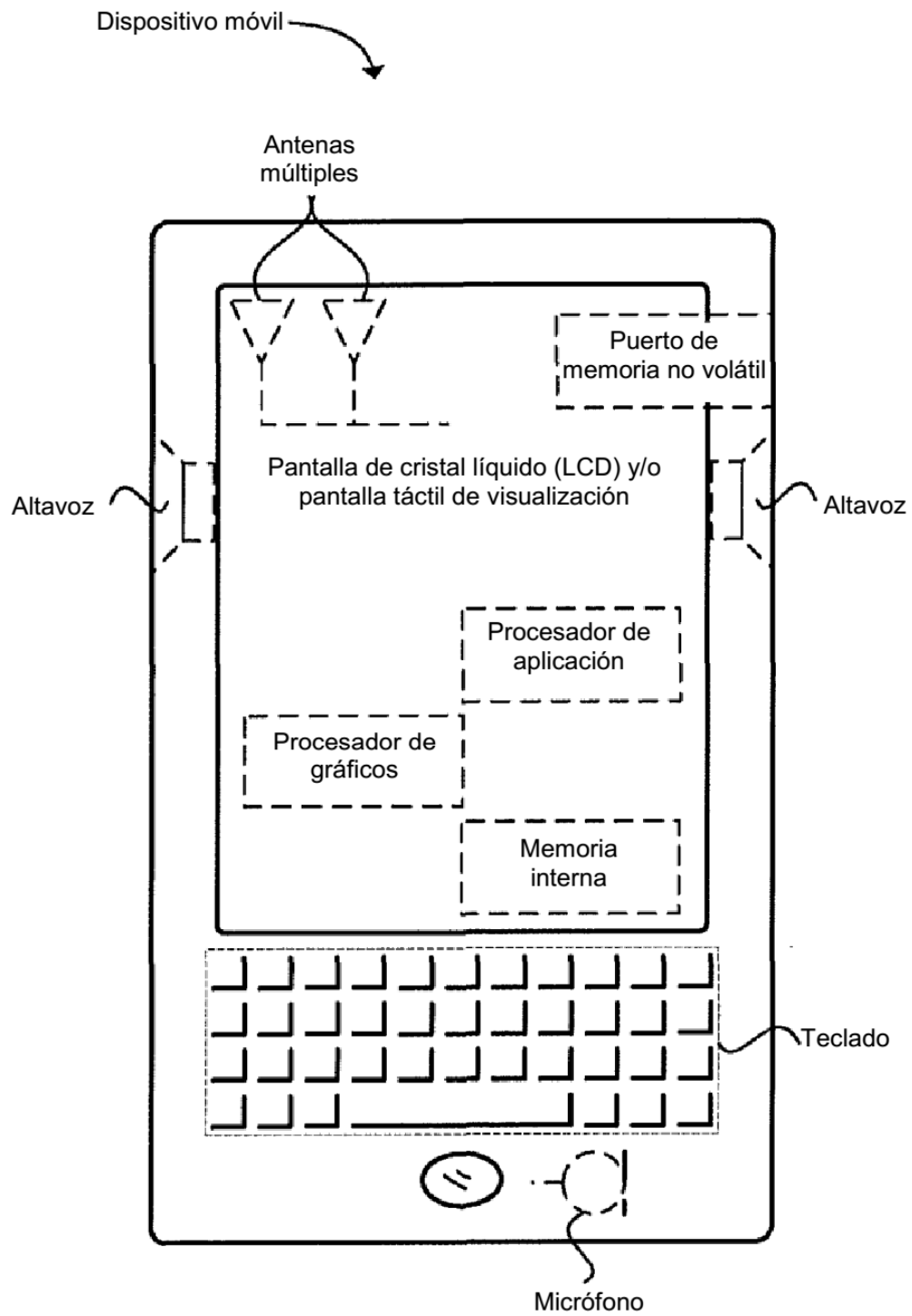


FIG. 7