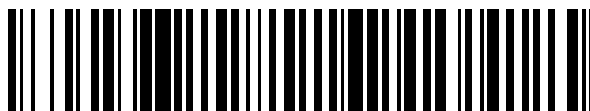


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 714 023**

51 Int. Cl.:

H04L 12/801

(2013.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **12.08.2015** **PCT/EP2015/068518**

87 Fecha y número de publicación internacional: **18.02.2016** **WO16023935**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.08.2015** **E 15753337 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.12.2018** **EP 3180897**

54 Título: **Guiado de caudal basado en información detallada de plano de usuario**

30 Prioridad:

14.08.2014 US 201462037452 P

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

24.05.2019

73 Titular/es:

NOKIA SOLUTIONS AND NETWORKS OY
(100.0%)

Karaportti 3

Espoo , FI

72 Inventor/es:

SZILAGYI, PETER y
VULKAN, CSABA

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 714 023 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

Guiado de caudal basado en información detallada de plano de usuario

5 Remisión a solicitud relacionada:

La presente solicitud se refiere a, y reivindica el beneficio y la prioridad de, la solicitud de patente provisional de EE. UU. con n.º 62/037.452, presentada el 14 de agosto de 2014.

10 Antecedentes:

Campo:

15 Los sistemas de comunicación se pueden beneficiar de una información más precisa en lo que respecta al paso de los datos a través de una red. Por ejemplo, determinados sistemas de comunicación inalámbrica se pueden beneficiar de un guiado de caudal basado en información detallada de plano de usuario y una información de plano de control y de canal de radio opcional.

20 Descripción de la técnica relacionada:

La mayor parte del contenido que se consume por medio de dispositivos móviles, tales como teléfonos inteligentes, tabletas, y similares, se origina a partir de aplicaciones y servicios de tipo Superpuesto (OTT, *Over The Top*) que están alojados y que se encuentran disponibles en Internet, en la nube o distribuidos por medio de redes de entrega de contenido (CDN, *content delivery network*). La experiencia de usuario de las aplicaciones de tipo OTT puede depender de la eficiencia de la entrega de datos a través de la red móvil, así como la selección de los atributos de medios del contenido que se va a descargar. Los atributos de medios pueden incluir, por ejemplo, la tasa de codificación / medios, tal como se puede ver en el documento WO 2013/006769 A1.

30 El contenido de tipo OTT se puede entregar a través de una comunicación interactiva entre el consumidor y el servidor, por ejemplo un servidor de un proveedor de contenidos, mientras que las condiciones de red se pueden deducir de forma indirecta por medio de los protocolos de transmisión de datos. La deducción se puede basar en unas mediciones empíricas que se ejecutan en el lado de servidor. Las mediciones empíricas pueden incluir, por ejemplo, el tiempo de ida y vuelta (RTT, *round trip time*), la detección de descartes de datos, y similares. El cliente también puede enviar notificaciones de receptor (RR, *receiver report*) explícitas al servidor para informar al servidor acerca de unas mediciones de lado de cliente dedicadas tales como pérdida, retardo, fluctuación de fase, y similares.

40 Deducir el estado de red basándose en tales mediciones puede hacer que la entrega de contenido de extremo a extremo sea subóptima, debido a que el servidor solo puede sondear la red para determinar los recursos disponibles y detectar de forma indirecta si hay más recursos que se encuentren disponibles para la transmisión de datos del servidor de contenidos o si la red ya está sobrecargada. Tal carencia de información puede conducir tanto a una utilización ineficiente de los recursos disponibles así como a una selección pobre de los atributos de medios a nivel de aplicación.

45 Una buena experiencia de usuario de aplicaciones multimedia de tipo OTT, tales como unas descargas de vídeo que generan la mayor parte del tráfico de red móvil total, puede depender de dos condiciones: (1) que la tasa de entrega del contenido, tal como un vídeo, una página web, o similares, no supere el ancho de banda disponible; y (2) una utilización eficiente del ancho de banda disponible durante la totalidad de la sesión de entrega de contenido. La segunda condición también puede ser un prerrequisito de un funcionamiento de sistema eficiente.

50 Estas condiciones pueden ser importantes no solo para una entrega de vídeo óptima sino también para cualquier otra aplicación de tipo OTT. Por ejemplo, cuando las descargas de páginas web que superan el ancho de banda disponible desencadenan, con el tiempo, descartes y retransmisiones, los descartes y las retransmisiones pueden aumentar el tiempo de descarga y dar lugar a un deterioro de experiencia de usuario.

55 El ancho de banda disponible puede cambiar de forma continua durante el periodo de vida de una sesión de aplicación o una descarga de vídeo debido a las fluctuaciones en las condiciones de canal de radio, la movilidad de los usuarios, la actividad en las conexiones de datos concurrentes y el establecimiento dinámico y la desactivación dinámica de portadores. Por consiguiente, los servidores de tipo OTT pueden hacer frente al desafío de entregar de forma eficiente un contenido a través de un entorno de red dinámico acerca del cual los mismos no tienen suficiente información detallada. Esto puede conducir inherentemente a un desempeño subóptimo.

60 A pesar de que los eventos de red detallados no son conocidos y, desde el punto de vista de los operadores de red, no deberían ser conocidos por los servidores de tipo OTT, los servidores de tipo OTT tampoco tienen conocimiento alguno del ancho de banda disponible, forzando a los servidores de tipo OTT a sondear de forma ineficiente para determinar los recursos disponibles. El ancho de banda disponible, no obstante, sería una información suficiente

para que los servidores de tipo OTT regularan el ritmo de la entrega de contenido de forma óptima, por ejemplo para utilizar el ancho de banda disponible de forma eficiente mientras que, al mismo tiempo, no se sobrecarga la red.

Una entrega ineficiente puede dar lugar a una experiencia de cliente pobre y / o deterioros de experiencia de usuario a medida que se aumenta el tiempo que se requiere para descargar los datos. Para las descargas de vídeo, esto puede culminar incluso en vaciado de memoria intermedia y detención. Adicionalmente, la carencia de conocimiento del ancho de banda disponible también puede dar lugar a la selección inapropiada del propio contenido, tal como empezar a descargar un vídeo con una tasa de medios más alta que el ancho de banda disponible. En el presente caso, sin que importe lo óptimamente que se utilice el ancho de banda disponible, la experiencia de usuario de la aplicación de vídeo puede seguir siendo pobre, debido a que la descarga del contenido requiere un caudal más alto que el ancho de banda disponible.

Un problema potencial adicional con la transmisión de datos de protocolo de control de transmisión (TCP, *transmission control protocol*) es que el emisor de TCP transmite datos en ráfagas, por ejemplo una cantidad potencialmente grande de datos se puede transferir a la velocidad de línea, seguido de unos periodos de reposo cuando el emisor espera acuses de recibo (ACK, *acknowledgement*) procedentes del receptor. Cuando las memorias intermedias de red no son capaces de almacenar la totalidad de la ráfaga a lo largo de la trayectoria de entrega, pueden tener lugar descartes de cola, lo que puede dar lugar a un desempeño pobre, y puede requerir la retransmisión de una cantidad significativa de datos y dar lugar a una falta de equidad si múltiples conexiones de TCP comparten la misma memoria intermedia. Las ráfagas a la velocidad de línea pueden dar lugar a problemas incluso aunque la tasa de transmisión de TCP global, promediada a lo largo de las ráfagas y los periodos de reposo, pudiera ser soportada por la red.

Sumario:

De acuerdo con una primera forma de realización, un método puede incluir supervisar el ancho de banda que se encuentra disponible en función de al menos uno del portador de datos, la aplicación o el flujo de protocolo de control de transmisión. El método también puede incluir proporcionar un guiado de caudal a una entidad que está configurada para intentar al menos una de una optimización a nivel de protocolo de control de transmisión o de contenido, en donde el guiado de caudal está configurado para ayudar a la entidad a intentar la al menos una de la optimización a nivel de protocolo de control de transmisión o de contenido.

En una variante, el método también puede incluir proporcionar a la entidad, además del guiado de caudal, una información de contexto.

En una variante, la entidad puede ser la entidad que lleva a cabo la al menos una de una optimización a nivel de protocolo de control de transmisión o de contenido u otra entidad, tal como un equipo de usuario, que retransmite el guiado de caudal a la entidad que lleva a cabo la al menos una de una optimización a nivel de protocolo de control de transmisión o de contenido.

En una variante, la información de contexto puede incluir una información acerca de otros portadores, otras aplicaciones, la demanda en una célula o la demanda en una estación de base.

En una variante, la supervisión se puede llevar a cabo en función del nodo de acceso de radio.

En una variante, el método se puede llevar a cabo en al menos uno de un nodo B evolucionado, un servidor en la nube para aplicaciones de radio o un controlador de red de radio.

En una variante, la supervisión puede incluir supervisar la capacidad de una pluralidad de células, la movilidad de una pluralidad de equipos de usuario y el comportamiento de una unidad de programación de radio.

En una variante, el método puede incluir adicionalmente estimar el ancho de banda que se encuentra disponible.

En una variante, la estimación puede incluir calcular una participación equitativa de un portador a partir de la capacidad de una célula en un momento dado. La participación equitativa puede ser el guiado de caudal para el portador.

En una variante, la estimación puede incluir considerar al menos uno de los atributos por portador individuales, los requisitos de caudal de las aplicaciones activas, las limitaciones por portador individuales, la condición de canal de radio por portador individual, las mediciones por conexión o por portador individuales basándose en la supervisión de paquetes de plano de usuario, y un número de conexiones de protocolo de control de transmisión simultáneas en un mismo portador.

En una variante, la supervisión puede incluir al menos una de una supervisión de plano de control, una supervisión de plano de usuario y una supervisión de radio.

En una variante, el guiado de caudal puede incluir al menos uno de un guiado de caudal a nivel de aplicación o un guiado de caudal a nivel de flujo de protocolo de control de transmisión además de un guiado de caudal a nivel de portador

- 5 De acuerdo con una segunda forma de realización, un método puede incluir recibir un guiado de caudal a partir de una entidad de guiado de caudal o un equipo de usuario en comunicación con una entidad de guiado de caudal. El método también puede incluir intentar al menos una de una optimización a nivel de protocolo de control de transmisión o de contenido basándose en el guiado de caudal.
- 10 De acuerdo con una tercera forma de realización, un método puede incluir recibir un guiado de caudal a partir de una entidad de guiado de caudal. El método también puede incluir proporcionar el guiado de caudal a otra entidad que está configurada para intentar al menos una de una optimización a nivel de protocolo de control de transmisión o de contenido, en donde el guiado de caudal se configura para ayudar a la otra entidad a intentar la al menos una de la optimización a nivel de protocolo de control de transmisión o de contenido.
- 15 En una variante, la provisión puede incluir combinar el guiado de caudal con otra información de control que se envía a la otra entidad.
- 20 De acuerdo con una cuarta forma de realización, un aparato puede incluir al menos un procesador y al menos una memoria que incluye un código de programa informático. La al menos una memoria y el código de programa informático se pueden configurar para, con el al menos un procesador, dar lugar a que el aparato al menos supervise el ancho de banda que se encuentra disponible en función de al menos uno del portador de datos, la aplicación o el flujo de protocolo de control de transmisión. La al menos una memoria y el código de programa informático se pueden configurar para, con el al menos un procesador, dar lugar a que el aparato al menos proporcione un guiado de caudal a una entidad que está configurada para intentar al menos una de una optimización a nivel de protocolo de control de transmisión o de contenido. El guiado de caudal se puede configurar para ayudar a la entidad a intentar la al menos una de la optimización a nivel de protocolo de control de transmisión o de contenido.
- 25
- 30 En una variante, la al menos una memoria y el código de programa informático se pueden configurar para, con el al menos un procesador, dar lugar a que el aparato al menos proporcione a la entidad, además del guiado de caudal, una información de contexto.
- 35 En una variante, la entidad puede ser la entidad que lleva a cabo la al menos una de una optimización a nivel de protocolo de control de transmisión o de contenido u otra entidad, tal como un equipo de usuario, que retransmite el guiado de caudal a la entidad que lleva a cabo la al menos una de una optimización a nivel de protocolo de control de transmisión o de contenido.
- 40 En una variante, la información de contexto puede incluir una información acerca de otros portadores, otras aplicaciones, la demanda en una célula o la demanda en una estación de base.
- 45 En una variante, la al menos una memoria y el código de programa informático se pueden configurar para, con el al menos un procesador, dar lugar a que el aparato al menos lleve a cabo una supervisión en función del nodo de acceso de radio.
- 50 En una variante, el aparato puede ser al menos uno de un nodo B evolucionado, un servidor en la nube para aplicaciones de radio o un controlador de red de radio.
- 55 En una variante, la al menos una memoria y el código de programa informático se pueden configurar para, con el al menos un procesador, dar lugar a que el aparato al menos supervise la capacidad de una pluralidad de células, la movilidad de una pluralidad de equipos de usuario y el comportamiento de una unidad de programación de radio.
- 60 En una variante, la al menos una memoria y el código de programa informático se pueden configurar para, con el al menos un procesador, dar lugar a que el aparato al menos estime el ancho de banda que se encuentra disponible.
- 65 En una variante, la al menos una memoria y el código de programa informático se pueden configurar para, con el al menos un procesador, dar lugar a que el aparato al menos estime mediante el cálculo de una participación equitativa de un portador a partir de la capacidad de una célula en un momento dado, en donde la participación equitativa es el guiado de caudal para el portador.
- En una variante, la al menos una memoria y el código de programa informático se pueden configurar para, con el al menos un procesador, dar lugar a que el aparato al menos considere al menos uno de los atributos por portador individuales, los requisitos de caudal de las aplicaciones activas, las limitaciones por portador individuales, la condición de canal de radio por portador individual, las mediciones por conexión o por portador individuales basándose en la supervisión de paquetes de plano de usuario, y un número de conexiones de protocolo de control de transmisión simultáneas en un mismo portador.

En una variante, la al menos una memoria y el código de programa informático se pueden configurar para, con el al menos un procesador, dar lugar a que el aparato al menos lleve a cabo una supervisión por medio de al menos una de una supervisión de plano de control, una supervisión de plano de usuario y una supervisión de radio.

- 5 En una variante, el guiado de caudal puede incluir al menos uno de un guiado de caudal a nivel de aplicación o un guiado de caudal a nivel de flujo de protocolo de control de transmisión además de un guiado de caudal a nivel de portador

- 10 De acuerdo con una quinta forma de realización, un aparato puede incluir al menos un procesador y al menos una memoria que incluye un código de programa informático. La al menos una memoria y el código de programa informático se pueden configurar para, con el al menos un procesador, dar lugar a que el aparato al menos reciba un guiado de caudal a partir de una entidad de guiado de caudal o un equipo de usuario en comunicación con una entidad de guiado de caudal. La al menos una memoria y el código de programa informático también se pueden configurar para, con el al menos un procesador, dar lugar a que el aparato al menos intente al menos una de una optimización a nivel de protocolo de control de transmisión o de contenido basándose en el guiado de caudal.

- 15 De acuerdo con una sexta forma de realización, un aparato puede incluir al menos un procesador y al menos una memoria que incluye un código de programa informático. La al menos una memoria y el código de programa informático se pueden configurar para, con el al menos un procesador, dar lugar a que el aparato al menos reciba un guiado de caudal a partir de una entidad de guiado de caudal. La al menos una memoria y el código de programa informático también se pueden configurar para, con el al menos un procesador, dar lugar a que el aparato al menos proporcione el guiado de caudal a otra entidad que está configurada para intentar al menos una de una optimización a nivel de protocolo de control de transmisión o de contenido, en donde el guiado de caudal se configura para ayudar a la otra entidad a intentar la al menos una de la optimización a nivel de protocolo de control de transmisión o de contenido.

- 20 En una variante, la al menos una memoria y el código de programa informático también se pueden configurar para, con el al menos un procesador, dar lugar a que el aparato al menos combine el guiado de caudal con otra información de control que se envía a la otra entidad.

- 25 De acuerdo con una séptima forma de realización, un aparato puede incluir unos medios para supervisar el ancho de banda que se encuentra disponible en función de al menos uno del portador de datos, la aplicación o el flujo de protocolo de control de transmisión. El aparato también puede incluir unos medios para proporcionar un guiado de caudal a una entidad que está configurada para intentar al menos una de una optimización a nivel de protocolo de control de transmisión o de contenido. El guiado de caudal se puede configurar para ayudar a la entidad a intentar la al menos una de la optimización a nivel de protocolo de control de transmisión o de contenido.

- 30 En una variante, el aparato puede incluir adicionalmente unos medios para proporcionar a la entidad, además del guiado de caudal, una información de contexto.

- 35 En una variante, la entidad puede ser la entidad que lleva a cabo la al menos una de una optimización a nivel de protocolo de control de transmisión o de contenido u otra entidad, tal como un equipo de usuario, que retransmite el guiado de caudal a la entidad que lleva a cabo la al menos una de una optimización a nivel de protocolo de control de transmisión o de contenido.

- 40 En una variante, la información de contexto puede incluir una información acerca de otros portadores, otras aplicaciones, la demanda en una célula o la demanda en una estación de base.

- 45 En una variante, la supervisión se puede llevar a cabo en función del nodo de acceso de radio.

- 50 En una variante, el aparato puede ser al menos uno de un nodo B evolucionado, un servidor en la nube para aplicaciones de radio o un controlador de red de radio.

- 55 En una variante, la supervisión puede incluir supervisar la capacidad de una pluralidad de células, la movilidad de una pluralidad de equipos de usuario y el comportamiento de una unidad de programación de radio.

En una variante, el aparato puede incluir adicionalmente unos medios para estimar el ancho de banda que se encuentra disponible.

- 60 En una variante, la estimación puede incluir calcular una participación equitativa de un portador a partir de la capacidad de una célula en un momento dado, en donde la participación equitativa es el guiado de caudal para el portador.

- 65 En una variante, la estimación puede incluir considerar al menos uno de los atributos por portador individuales, los requisitos de caudal de las aplicaciones activas, las limitaciones por portador individuales, la condición de canal de radio por portador individual, las mediciones por conexión o por portador individuales basándose en la supervisión

de paquetes de plano de usuario, y un número de conexiones de protocolo de control de transmisión simultáneas en un mismo portador.

En una variante, la supervisión puede incluir al menos una de una supervisión de plano de control, una supervisión de plano de usuario y una supervisión de radio.

En una variante, el guiado de caudal puede incluir al menos uno de un guiado de caudal a nivel de aplicación o un guiado de caudal a nivel de flujo de protocolo de control de transmisión además de un guiado de caudal a nivel de portador

De acuerdo con una octava forma de realización, un aparato puede incluir unos medios para recibir un guiado de caudal a partir de una entidad de guiado de caudal o un equipo de usuario en comunicación con una entidad de guiado de caudal. El aparato también puede incluir unos medios para intentar al menos una de una optimización a nivel de protocolo de control de transmisión o de contenido basándose en el guiado de caudal.

De acuerdo con una novena forma de realización, un aparato puede incluir unos medios para recibir un guiado de caudal a partir de una entidad de guiado de caudal. El aparato también puede incluir unos medios para proporcionar el guiado de caudal a otra entidad que está configurada para intentar al menos una de una optimización a nivel de protocolo de control de transmisión o de contenido. El guiado de caudal se puede configurar para ayudar a la otra entidad a intentar la al menos una de la optimización a nivel de protocolo de control de transmisión o de contenido.

En una variante, la provisión puede incluir combinar el guiado de caudal con otra información de control que se envía a la otra entidad.

Un medio legible por ordenador no transitorio se puede codificar con unas instrucciones que, cuando se ejecutan en un soporte físico, llevan a cabo un proceso. El proceso se puede corresponder con el método de acuerdo con la primera, la segunda o la tercera forma de realización, en cualquiera de sus variantes.

Un producto de programa informático puede codificar unas instrucciones para llevar a cabo un proceso. El proceso se puede corresponder con el método de acuerdo con la primera, la segunda o la tercera forma de realización, en cualquiera de sus variantes.

Breve descripción de los dibujos:

Para una comprensión apropiada de la invención, se debería hacer referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

La figura 1 ilustra una utilización ineficiente de los recursos disponibles.

La figura 2 ilustra una entidad de guiado de caudal de acuerdo con determinadas formas de realización.

La figura 3 ilustra unos eventos de plano de control que son supervisados por una entidad de guiado de caudal, de acuerdo con determinadas formas de realización.

La figura 4 ilustra unas mediciones de plano de usuario sobre diversos niveles de agregación que son llevadas a cabo por una entidad de guiado de caudal, de acuerdo con determinadas formas de realización.

La figura 5 ilustra unas mediciones de radio que son recopiladas por una entidad de guiado de caudal, de acuerdo con determinadas formas de realización.

La figura 6 ilustra un cálculo de guiado de caudal por medio de una entidad de guiado de caudal, de acuerdo con determinadas formas de realización.

La figura 7 ilustra un enriquecimiento de un guiado de caudal en un encabezado de TCP, de acuerdo con determinadas formas de realización.

La figura 8 ilustra el envío de una información de guiado de caudal fuera de banda desde la entidad de guiado de caudal al servidor de tipo OTT, de acuerdo con determinadas formas de realización.

La figura 9 ilustra un método de acuerdo con determinadas formas de realización.

La figura 10 ilustra un sistema de acuerdo con determinadas formas de realización.

Descripción detallada:

Una buena experiencia de usuario se puede beneficiar, desde el mismo comienzo de las sesiones de aplicación, de que el servidor de tipo Superpuesto (OTT, *Over The Top*) tenga una información o información detallada explícita acerca del ancho de banda disponible. Tal como se ha mencionado en lo que antecede, en la actualidad los servidores de tipo OTT pueden ejecutar unas mediciones de extremo a extremo en su ubicación y, potencialmente, pueden solicitar que los dispositivos móviles proporcionen una realimentación de medición adicional. El propio dispositivo móvil también puede enviar de forma periódica notificaciones de receptor (RR, *receiver report*) al servidor sin una solicitud explícita a partir del servidor. No obstante, la información valiosa de lo que tiene lugar dentro del segmento de red del operador móvil (lo que es más importante, en la interfaz de radio) no se encuentra disponible debido a que tanto el servidor como el receptor solo pueden deducir las condiciones reales a partir de las mediciones de extremo a extremo.

La figura 1 ilustra una utilización ineficiente de los recursos disponibles. Tal como se muestra en la figura 1, una utilización ineficiente puede incluir un inicio lento y el uso de la evitación de congestión. Durante el inicio lento, el caudal puede ser mucho menor que el ancho de banda disponible. Además, el sondeo del ancho de banda disponible puede conducir a que se supere el ancho de banda disponible. A su vez, puede tener lugar una transmisión subóptima debido a una tasa de envío disminuida cuando el servidor sobrecorrege la sobreoscilación en el ancho de banda disponible. Esta tasa disminuida puede aumentar la descarga del contenido y una reducción de la calidad de experiencia (QoE, *quality of experience*) para el usuario.

Una información detallada en tiempo real desde dentro de los sistemas móviles puede ayudar a que los servidores de contenidos optimicen adicionalmente su entrega de contenido. La información detallada puede incluir una indicación directa del ancho de banda que se encuentra disponible para un servicio, una aplicación, un portador o un flujo individual dado al que se hace referencia como guiado de caudal (TG, *Throughput Guidance*). Debido a que tal información no se encuentra disponible a partir de las mediciones de extremo a extremo, la única información detallada que por lo general se encuentra disponible para los servidores de tipo OTT, se pueden proporcionar unos medios alternativos.

Un enfoque, de acuerdo con determinadas formas de realización, es que uno o más elementos de red en línea, tales como un nodo B evolucionado (eNB, *evolved Node B*), un Controlador de Red de Radio (RNC, *Radio Network Controller*) o un servidor en la nube para aplicaciones de radio (RACS, *radio application cloud server*) de Nokia, de Nokia Solutions and Networks Oy, recopilen la información detallada requerida a través de unas mediciones y unos cálculos de lado de red y transferir la información detallada a los servidores de tipo OTT.

En la actualidad, para la mayor parte de las aplicaciones, la entrega de contenido usa el Protocolo de Control de Transmisión (TCP, *transmission control protocol*) como protocolo de capa de transporte, que funciona sin tener un conocimiento *a priori* acerca del ancho de banda que se encuentra disponible en la trayectoria de extremo a extremo. Por lo tanto, por diseño, el TCP usa unos mecanismos adaptativos para aumentar la tasa de transmisión al tiempo que no hay congestión alguna y para disminuir la tasa de envío tras la congestión. La congestión que se deduce mediante la detección de pérdidas de paquetes en el TCP. Por lo tanto, por lo general la fuente de TCP está sondeando la capacidad de red disponible.

El sondeo puede ser un mecanismo razonable cuando no se encuentra disponible información adicional alguna. En contraposición, en presencia de una entidad de guiado de caudal (TGE, *throughput guidance entity*) que es capaz de señalar una estimación precisa del ancho de banda disponible en el sistema, la transmisión de datos de TCP se podría mejorar de forma significativa, por ejemplo, al acelerar la fase de inicio lento inicial, poner en práctica unas reacciones más inteligentes para los segmentos perdidos, y regular de forma apropiada el ritmo de los segmentos de datos en lugar de transmitir ráfagas a la velocidad de línea. Además de la optimización a nivel de TCP, los propios datos multimedia transmitidos también se podrían optimizar basándose en el guiado de caudal, por ejemplo, con respecto a la selección de tasa de medios, la adaptación de tasa de vídeo / audio, la transcodificación, y similares.

Por consiguiente, el guiado de caudal que es proporcionado por la red puede posibilitar una optimización a dos niveles. El primer nivel de optimización puede ser la capa de transporte, por ejemplo TCP. El segundo nivel de optimización puede ser la capa de aplicaciones, por ejemplo multimedia. Estas optimizaciones pueden ser llevadas a cabo por el servidor de tipo OTT mediante la optimización de solo una de las capas o mediante la optimización de ambas de las capas.

La figura 2 ilustra una entidad de guiado de caudal de acuerdo con determinadas formas de realización. Determinadas formas de realización prevén un guiado de caudal mediante la provisión de una entidad de guiado de caudal (TGE, *throughput guidance entity*), así como un método para calcular el guiado de caudal y un mecanismo para publicar el guiado de caudal calculado. El guiado de caudal se puede calcular por flujo de TCP, por aplicación o por nivel de portador. El guiado de caudal calculado se puede publicar dentro de banda o fuera de banda en el servidor de tipo OTT o la pasarela (GW, *gateway*) de adaptación. El guiado por portador puede ser útil en el caso en el que el receptor del guiado de caudal termina o intercepta la totalidad del tráfico del portador del equipo de usuario (UE, *user equipment*). Como alternativa, se puede suponer que el UE ejecuta una única aplicación por portador, que puede consumir todos los recursos que se encuentran disponibles para el portador. El guiado por flujo de TCP y por aplicación se puede usar cuando hay múltiples aplicaciones o servidores a partir de los cuales un UE dado está descargando un contenido de forma simultánea. El uso del guiado por portador en ese caso podría sobrecargar los recursos de red debido a que ambos servidores pueden empezar a enviar datos al ancho de banda pleno que se encuentra disponible para el portador.

Tal como se muestra en la figura 2, la entidad de guiado de caudal se puede ubicar en la frontera de la red de acceso de radio y la red medular, tal como en un eNB, un RACS o un RNC. Además de publicar en la pasarela de adaptación o el servidor de tipo OTT, la entidad de guiado de caudal puede publicar el guiado de caudal en un equipo de usuario.

Por lo tanto, determinadas formas de realización identifican las posibles ubicaciones y posibilidades de despliegue para la entidad de guiado de caudal dentro de un sistema móvil. Estas ubicaciones y posibilidades de despliegue

pueden proporcionar un acceso pleno a la información que se requiere para el cálculo de guiado de caudal.

Determinadas formas de realización proporcionan, también o de forma alternativa, un método de cálculo de guiado de caudal para cada nivel de agregación posible, por ejemplo por flujo de TCP, aplicación o portador. Además, determinadas formas de realización describen unas formas posibles, tanto dentro de banda como fuera de banda, de transmitir el guiado de caudal al servidor de tipo OTT correspondiente.

Determinadas formas de realización proporcionan, también o de forma alternativa, un guiado sobre el uso del guiado de caudal, tal como los mecanismos de optimización de TCP y de capa de aplicaciones que se habilitan en el servidor de tipo OTT, la GW de adaptación, y similares, basándose en el guiado de caudal.

Determinadas formas de realización son de aplicación a los sistemas de evolución a largo plazo (LTE, *long term evolution*) con una posibilidad de puesta en práctica directamente en el eNB o en el RACS así como los sistemas de acceso múltiple por división de código de banda ancha (WCDMA, *wideband code division multiple access*) / acceso de alta velocidad por paquetes (HSPA, *high speed packet access*) con una posible puesta en práctica en el RNC. El cálculo de guiado de caudal se puede basar en unas mediciones de plano de usuario y el funcionamiento convencional así como específico del fabricante de la arquitectura de calidad de servicio (QoS, *quality of service*) de radio de LTE / tercera generación (3G). El guiado de caudal también puede incorporar unas mediciones de radio cuando se encuentran disponibles. Con un método de acuerdo con determinadas formas de realización, el guiado de caudal por portador, por flujo de TCP o por aplicación se puede encontrar disponible inmediatamente después del establecimiento de un nuevo portador, flujo de TCP o aplicación. El nuevo guiado de caudal se puede actualizar de forma continua durante la totalidad del periodo de vida del portador, el flujo de TCP o la aplicación. Por lo tanto, el guiado de caudal puede permitir una adaptación dinámica de la transferencia de contenido a las condiciones reales del sistema.

El guiado de caudal se puede exponer a los receptores de información o bien dentro de banda por medio de un enriquecimiento de encabezado de protocolo usando, por ejemplo campos opcionales / adicionales en los encabezados de TCP, de IP o de HTTP, o bien por medio de una conexión de control fuera de banda dedicada. El receptor del guiado de caudal puede ser cualquier entidad que tenga por objeto una optimización a nivel de TCP y / o de contenido. Por ejemplo, la entidad puede ser un servidor de tipo OTT, un nodo de red de entrega de contenido (CDN, *content delivery network*), un servidor de origen, una pasarela de adaptación que actúa como una caja intermedia, o similares. El propio UE también puede ser un receptor de información. En un caso tal como este, el UE puede combinar la información detallada recibida en otra información de control que se envía al servidor. En el presente caso, el servidor puede recibir la información detallada por medio de notificaciones de UE ordinarias. Como alternativa o además, el UE puede usar la información detallada recibida de forma local para tomar decisiones o desencadenar acciones, tales como solicitar de forma explícita una adaptación de tasa de medios particular a partir del servidor.

Además del guiado de caudal, la entidad de guiado de caudal también puede proporcionar, por medio del mismo mecanismo de enriquecimiento de cabecera o por medio de la conexión fuera de banda, cualquier información de contexto adicional que se encuentre disponible en la ubicación del cálculo de guiado de caudal que pueda mejorar la precisión de los mecanismos de optimización de capa superior consciente del contexto, tales como la adaptación de tasa de vídeo. La información de contexto puede incluir, por ejemplo, una información acerca de los otros portadores / aplicaciones, la demanda en la célula / eNB, o similares.

El guiado de caudal se puede configurar para permitir una utilización de ancho de banda eficiente del servidor de contenidos. Basándose en el guiado de caudal, el servidor de contenidos puede llevar a cabo una optimización a nivel de TCP así como a nivel de contenido y el servidor de contenidos puede seleccionar en consecuencia el formato de contenido apropiado que coincide con el ancho de banda disponible. La optimización basándose en un guiado de caudal preciso puede ser capaz de proporcionar unas mejoras de desempeño y de QoE reales y tangibles. Estas mejoras pueden incluir, por ejemplo, disminuir el tiempo para empezar la reproducción de un vídeo, reducir o eliminar el número y la duración de las detenciones, disminuir el tiempo de descarga de páginas web, o similares. Adicionalmente, también puede haber una ganancia debido a que el servidor de tipo OTT y el UE pueden funcionar de forma más eficiente también en el nivel de protocolo, debido a que puede que no exista necesidad alguna de abordar retransmisiones o segmentos de memoria intermedia desordenados, que esta necesidad sea menor.

Por lo tanto, determinadas formas de realización proporcionan una entidad funcional a la que se hace referencia como entidad de guiado de caudal (TGE, *throughput guidance entity*). La entidad de guiado de caudal puede ser una entidad de soporte lógico que se ejecuta en o que está acoplada a un nodo de acceso de radio de una red móvil. El ámbito de la entidad de guiado de caudal puede ser estimar y supervisar de forma continua el ancho de banda que se encuentra disponible para cada portador de datos, aplicación o flujo de TCP que es atendido por el nodo de acceso de radio en la red y transmitir esta información al servidor de tipo OTT que está transmitiendo datos en el portador correspondiente. Se hace referencia a la información detallada de lado de red en el ancho de banda disponible como guiado de caudal (TG, *Throughput Guidance*). Basándose en el guiado de caudal, los servidores de tipo OTT son capaces de llevar a cabo una optimización de TCP así como una optimización a nivel de contenido

para mejorar la experiencia de usuario de sus aplicaciones. Las posibles ubicaciones de despliegue para la entidad de guiado de caudal son el eNB o el RACS en la LTE y el RNC en los sistemas de WCDMA / HSPA.

El guiado de caudal se puede calcular en primer lugar en el nivel de portador de datos, que se puede usar entonces como una entrada para obtener los valores de guiado de caudal por aplicación y por flujo. Una estimación precisa del ancho de banda disponible por portador o el guiado de caudal a nivel de portador puede requerir que la entidad de guiado de caudal sea consciente de los recursos disponibles en la red, tal como la capacidad de las células de radio. Una estimación precisa del ancho de banda disponible por portador o el guiado de caudal a nivel de portador puede requerir que la entidad de guiado de caudal sea consciente del conjunto de portadores que compiten por los mismos recursos y el esquema de programación de recursos que define cómo se atribuyen los recursos a los portadores que compiten.

La entidad de guiado de caudal puede supervisar la capacidad de las células, la movilidad de los UE, y la misma es consciente del comportamiento de la unidad de programación de radio. La información requerida se encuentra disponible para la entidad de guiado de caudal debido a su ubicación única en un nodo de acceso de radio. La información detallada puede posibilitar que la entidad de guiado de caudal estime una participación equitativa de cada portador a partir de la capacidad de la célula en cualquier momento dado. La participación equitativa del portador puede ser una candidata razonable para su guiado de caudal, debido a que la participación equitativa puede ser el destino de la unidad de programación de radio siempre que haya datos que transmitir en el portador. Además de la estimación de la participación equitativa, los atributos por portador individuales tales como parámetros de QoS, las aplicaciones activas y sus requisitos de caudal, así como las limitaciones por portador individuales tales como el deterioro de canal de radio, también pueden ser detectadas, recopiladas y tenidas en cuenta por la entidad de guiado de caudal con el fin de actualizar y refinar el guiado de caudal para cada portador de datos. La entidad de guiado de caudal calcula y actualiza el guiado de caudal para cada portador de forma continua en tiempo real basándose en la combinación de todas las fuentes de información disponibles, con una alta flexibilidad en cuanto a la provisión de unas estimaciones razonablemente precisas incluso bajo un conjunto limitado de información, tal como cuando en absoluto hay información detallada explícita alguna acerca de las condiciones de radio. La entidad de guiado de caudal se puede configurar para proporcionar un guiado de caudal para un portador inmediatamente después de que se haya establecido el portador.

La entidad de guiado de caudal también puede calcular los valores de guiado de caudal a nivel de flujo de TCP y a nivel de aplicación además del guiado de caudal a nivel de portador. Estos valores se pueden obtener a partir del guiado de caudal a nivel de portador y unas mediciones adicionales tales como el número de conexiones de TCP simultáneas en el mismo portador, su estado individual y las aplicaciones detectadas.

Los valores de guiado de caudal a nivel de TCP y de aplicación pueden tener un valor particular cuando hay múltiples aplicaciones que son ejecutadas por un mismo UE que generan tráfico en un mismo portador, que descarga un contenido a partir de servidores de tipo OTT separados y que, por lo tanto, se encuentra en el ámbito de la optimización de TCP y / o de capa de aplicaciones que es ejecutada por unas entidades separadas. Puede haber múltiples enfoques válidos para distribuir el caudal disponible por portador entre los flujos de TCP o aplicaciones que compiten en el portador, tal como para exigir una equidad por flujo de TCP, compartir el ancho de banda de acuerdo con la demanda de las aplicaciones, o basándose en cualquier otra directiva. La directiva puede ser suministrada por un operador de red.

El guiado de caudal se puede transmitir desde la entidad de guiado de caudal al servidor de tipo OTT por medio de al menos una de al menos dos alternativas: usar un enriquecimiento de encabezado de protocolo dentro de banda de los propios paquetes de plano de usuario de enlace ascendente o por medio de una conexión fuera de banda dedicada que se establece entre la entidad de guiado de caudal y el servidor de tipo OTT u otro receptor de información. El enriquecimiento de encabezado puede ser un mecanismo eficiente que superpone una información acerca de los paquetes de plano de usuario. De esta forma, una información adicional se puede recibir por medio del servidor de tipo OTT con un contexto pleno incluyendo, por ejemplo, el UE, el flujo y la identidad de la aplicación. Se puede requerir una conexión fuera de banda cuando no se garantiza la llegada de la información dentro de banda enriquecida, tal como debido a que los cortafuegos intermedios quitan los encabezados de protocolo adicionales. La información de guiado de caudal que se transmite por medio de la conexión fuera de banda puede estar acompañada por una información de contexto adicional para identificar la conexión con la que se corresponde la misma, así como para sincronizar el guiado de caudal con el progreso / estado de la descarga de datos dentro de los flujos.

Con independencia del mecanismo que se usa para transmitir el guiado de caudal, el receptor del guiado de caudal puede ser capaz de llevar a cabo una optimización de TCP así como una optimización a nivel de contenido. Los mecanismos de optimización de TCP válidos incluyen al menos lo siguiente, a pesar de que se puede usar, de forma simultánea o secuencial, una multitud de lo siguiente: eliminar la fase de inicio lento de la conexión de TCP y empezar a enviar unos datos a la tasa que es designada por el guiado de caudal, es decir, mediante el establecimiento de la ventana inicial de acuerdo con el guiado de caudal; obviar la función de crecimiento lineal / cúbico que se usa normalmente para gestionar la tasa de transmisión de TCP durante la fase de evitación de congestión y enviar los datos a la tasa que es indicada por el último guiado de caudal o una combinación estadística

de los valores de guiado de caudal pasados; eliminar o relajar el mecanismo de disminución multiplicativa a partir de la evitación de congestión de TCP para mantener la tasa de transmisión de datos de acuerdo con o cerca del guiado de caudal incluso en presencia de pérdidas esporádicas; o regular el ritmo de la transmisión de los segmentos de datos de TCP de acuerdo con el guiado de caudal en lugar de enviar los datos en ráfagas y esperar los ACK procedentes del receptor de TCP.

Los mecanismos de optimización válidos en el nivel de contenido / aplicación incluyen al menos los siguientes, que se pueden usar solos o en combinación entre sí: una selección guiada del contenido con una tasa de medios que no supera el guiado de caudal, lo que puede ser posible debido a que el guiado de caudal se puede encontrar ya disponible al comienzo de la transferencia de datos; conmutar a un contenido de una resolución más baja por medio del servidor de tipo / de contenidos durante la descarga de contenido en el caso en el que el guiado de caudal indica una disminución en el ancho de banda disponible; adaptar los medios sobre la marcha en una caja intermedia, tal como un optimizador de contenidos, de acuerdo con el guiado de caudal sin el conocimiento del servidor de tipo / de contenidos; o, para una descarga progresiva de HTTP con una entrega de vídeo a base de fragmentos, seleccionar la tasa de medios de cada fragmento de acuerdo con el guiado de caudal.

Las optimizaciones tanto a nivel de TCP como de contenido se pueden poner en práctica y encontrarse activas al mismo tiempo.

Como alternativa, el guiado de caudal se puede transmitir al UE en lugar de al servidor de tipo OTT, usando un enriquecimiento de encabezado de protocolo dentro de banda de los paquetes de plano de usuario de enlace descendente. Esto puede requerir que el UE o una aplicación que se ejecuta en el UE sea capaz de recibir el guiado de caudal a partir de los encabezados de paquete, así como interpretar el guiado de caudal y actuar sobre el mismo. Por lo tanto, puede ser necesaria una modificación de lado de UE en determinadas formas de realización. Las acciones posibles a partir del UE pueden ser solicitar una adaptación de tasa de medios explícita a partir del servidor de tipo OTT por medio de los mecanismos que están integrados en el protocolo de entrega de medios, tales como notificaciones de receptor convencionales en el caso de una transmisión por secuencias de UDP o una señalización cliente - servidor de propiedad exclusiva, o combinar el guiado de caudal como un elemento de información adicional en los mensajes de realimentación del UE que se envían al servidor de tipo OTT. En este último caso, el servidor de tipo OTT puede seguir siendo responsable de la optimización, por lo tanto, son posibles las optimizaciones tanto a nivel de TCP como de contenido. En el caso anterior, puede que el UE como un receptor de TCP no se encuentre en una posición para llevar a cabo una optimización de TCP para el tráfico de enlace descendente. En consecuencia, solo puede ser posible una adaptación a nivel de contenido.

Tal como se ha mencionado en lo que antecede, la entidad de guiado de caudal puede ser una entidad funcional que se está ejecutando en el RACS o que está integrada en el eNB o en el RNC para proporcionar, por ejemplo, un guiado de caudal por portador tal como una información acerca del ancho de banda que se encuentra disponible para cada portador, así como un guiado de caudal a un nivel por flujo y por aplicación.

En una puesta en práctica basada en RACS, la entidad de guiado de caudal puede tener acceso a los flujos de datos de plano de usuario así como a una determinada información de plano de control y unas mediciones de radio que se transfieren desde un eNB al RACS. Como alternativa, las puestas en práctica de lado de eNB y de RNC pueden proporcionar una oportunidad de integración incluso más profunda y un acceso pleno a las funcionalidades de gestión y de programación de recursos de radio.

En el siguiente análisis, en primer lugar se analiza con detalle el despliegue basado en RACS, seguido de las puestas en práctica de lado de eNB y de RNC. Por último, se analiza el mecanismo que se usa para publicar el guiado de caudal en los servidores de tipo OTT, que puede ser independiente del despliegue y la puesta en práctica de la entidad de guiado de caudal.

En una puesta en práctica de lado de RACS, una entidad de guiado de caudal se puede poner en práctica como una aplicación basada en RACS que se configura para recopilar información detallada a partir de dos fuentes principales: en primer lugar, a partir de la supervisión del flujo de paquetes de plano de usuario y, en segundo lugar, mediante el abono a eventos de medición de radio y plano de control, que son proporcionados por la plataforma de RACS. Por lo tanto, la entidad de guiado de caudal puede depender de una supervisión de plano de control, de plano de usuario y de radio como entradas al cálculo de guiado de caudal.

La figura 3 ilustra unos eventos de plano de control que son supervisados por una entidad de guiado de caudal, de acuerdo con determinadas formas de realización. Los eventos de plano de control que son recopilados por la entidad de guiado de caudal pueden incluir el establecimiento, la modificación y la liberación de portadores así como eventos de movilidad de usuario. Los eventos de portador se pueden usar para detectar o actualizar los parámetros de QoS del portador, tales como el identificador de clase de QoS (QCI, *QoS class identifier*), la tasa de bits garantizada (GBR, *guaranteed bit rate*), la tasa de bits mínima (MBR, *minimum bit rate*), o similares, y la ubicación inicial en el nivel de célula. Los eventos de movilidad, tales como los trasposos, se pueden usar para mantener una información actualizada acerca de la ubicación actual del UE / portador. Por lo tanto, la entidad de guiado de caudal puede ser siempre consciente de qué portadores se establecen y se encuentran activos bajo cada célula.

La figura 4 ilustra unas mediciones de plano de usuario sobre diversos niveles de agregación que son llevadas a cabo por una entidad de guiado de caudal, de acuerdo con determinadas formas de realización. La entidad de guiado de caudal puede interceptar los paquetes de plano de usuario en los portadores en enlace descendente y enlace ascendente para detectar el establecimiento de nuevas conexiones de TCP y los flujos no de TCP, así como para identificar aplicaciones y llevar a cabo unas mediciones de plano de usuario, tales como mediciones de caudal, RTT, pérdida, y similares, en los portadores activos. Las mediciones se pueden llevar a cabo en el nivel de flujo individual así como en los agregados de aplicación, portador y célula. Las mediciones a nivel de portador se pueden requerir para calcular el guiado de caudal por portador, que es la línea base a partir de la que se obtienen el guiado de caudal por flujo y por aplicación.

La figura 5 ilustra unas mediciones de radio que son recopiladas por una entidad de guiado de caudal, de acuerdo con determinadas formas de realización. Cuando los UE son configurados por la red de acceso de radio (RAN, *radio access network*) por medio de control de recursos de radio (RRC, *radio resource control*) para notificar mediciones de canal de radio, las mediciones también pueden ser recopiladas por la entidad de guiado de caudal como una entrada adicional para el cálculo de guiado de caudal. En la figura 5 se muestran algunos ejemplos de las mediciones de radio. Las mediciones de radio recopiladas pueden incluir notificaciones de calidad de canal de radio (RSRP, RSRQ), avance de temporización o cualquier otra información relacionada con la interfaz de radio.

La figura 6 ilustra un cálculo de guiado de caudal por medio de una entidad de guiado de caudal, de acuerdo con determinadas formas de realización. En la figura 6 se muestra una lógica de alto nivel de un cálculo de guiado de caudal por portador. Conociendo la capacidad de cada célula y el conjunto de portadores que compiten por sus recursos, la entidad de guiado de caudal puede calcular y mantener un caudal apto para cada portador. El caudal apto puede ser la participación equitativa del portador dado a partir de la capacidad de célula disponible considerando el número de portadores activos en la misma célula y sus parámetros de QoS.

Cuando no hay información adicional alguna que se encuentre disponible para un portador dado, el guiado de caudal del portador se puede basar en el caudal apto. Tan pronto como hay disponible una información detallada adicional, tal como el caudal logrado del portador o una información explícita acerca de la calidad de canal de radio del portador, esta información detallada adicional puede ser usada por la entidad de guiado de caudal para actualizar el guiado de caudal del portador.

Durante el periodo de vida del portador, tanto el número de portadores como su clase de QoS, la ubicación de los usuarios y la capacidad de célula pueden, todos ellos, cambiar. Por ejemplo, cuando se establece un nuevo portador, el ancho de banda disponible puede disminuir inmediatamente para los portadores ya en curso. La entidad de guiado de caudal puede actualizar de forma continua el guiado de caudal para reflejar el último estado de la célula y el portador. Por lo tanto, el guiado de caudal puede seguir siendo un indicador preciso durante la totalidad del periodo de vida de cada portador.

Los traspasos dentro de eNB también pueden ser manejados por el mismo RACS / entidad de guiado de caudal. Se puede informar a la entidad acerca del traspaso por medio del bus de mensajes de una plataforma, tal como la supervisión de eventos de plano C, y la entidad de guiado de caudal puede actualizar el guiado de caudal de todos los portadores afectados, incluyendo los portadores en las células tanto de origen como de destino. Los traspasos entre eNB pueden terminar el portador de datos de radio, tal como el E-RAB, en el eNB de origen y establecer uno nuevo en el eNB de destino. Estos eventos también se pueden detectar por medio de la entidad de guiado de caudal en el RACS del eNB de origen y de destino por medio del bus de mensajes. La entidad de guiado de caudal en el RACS del eNB de origen puede dejar de calcular el guiado de caudal para el tráfico en el portador terminado y puede actualizar el guiado de caudal de los portadores restantes basándose en los cambios.

La entidad de guiado de caudal en el RACS del eNB de destino puede calcular inmediatamente el guiado de caudal para el nuevo portador basándose en el caudal apto del nuevo portador y también puede actualizar el guiado de caudal de los portadores ya establecidos. En consecuencia, el cálculo continuo del guiado de caudal a nivel de portador también se puede asegurar después del traspaso en la entidad de guiado de caudal de destino.

Un cálculo preciso del guiado de caudal a nivel de flujo y de aplicación en la entidad de guiado de caudal de destino puede requerir un conocimiento actual acerca del número y la identidad, tal como la aplicación, de los flujos establecidos. Adicionalmente, el conocimiento de si un servidor dado es apto para recibir el guiado de caudal calculado en cualquier nivel también se puede requerir en el eNB de destino. La entidad de guiado de caudal de destino se puede dotar de la información requerida por medio de dos alternativas. En primer lugar, la entidad de guiado de caudal de origen puede enriquecer la información, tal como la aplicación del flujo, el guiado de caudal calculado, y similares, en la dirección de DL en los encabezados de protocolo del paquete en cada flujo. En el caso de un traspaso, los paquetes que se almacenan en memoria intermedia en el eNB de origen se pueden reenviar al eNB de destino por medio de la interfaz X2.

Cuando el tráfico reenviado se encamina a través de la entidad de guiado de caudal de destino, la entidad de guiado de caudal de destino puede leer la información a partir de los encabezados de paquete y puede continuar calculando el guiado de caudal en cada nivel y actuar en consecuencia. El éxito de este mecanismo puede depender de si hay

una transmisión de datos en curso y los datos en vuelo que se almacenan en memoria intermedia en el eNB de origen para cada flujo cuando tiene lugar el traspaso. De lo contrario, no se reenviaría paquete alguno al eNB de destino, al menos no para todos los flujos existentes.

Se puede poner en práctica un segundo mecanismo que puede garantizar la entrega de una información potencialmente requerida a partir del RACS / entidad de guiado de caudal de origen al RACS / entidad de guiado de caudal de destino. Este mecanismo puede requerir una transferencia explícita de contexto por portador, incluyendo el número de flujos, la identidad de las aplicaciones correspondientes, la aptitud de los servidores para recibir el guiado de caudal, o similares, por medio de una conexión fuera de banda. La conexión puede ser una conexión lógica de punto a punto que se establece entre instancias de RACS adyacentes o cada RACS / entidad de guiado de caudal puede tener una conexión establecida con un servidor de mediación / concentración de extremo posterior, que puede retransmitir información entre dos instancias de RACS en una topología de estrella. La transferencia de datos a través de la conexión fuera de banda se puede originar de forma proactiva por medio del RACS / entidad de guiado de caudal de origen tan pronto como se informa al mismo acerca del traspaso.

Puede haber diversos detalles de puesta en práctica en lo que respecta a la medición de capacidad de célula, el cálculo del caudal apto y el cálculo de guiado de caudal, así como métodos para tener en cuenta la entrada adicional, tal como mediciones de tráfico por portador y una información de calidad de canal de radio, para refinar el guiado de caudal.

Para obtener un cálculo de guiado de caudal preciso, puede que sea útil mantener una medición precisa de la capacidad de cada célula. El caudal que puede proporcionar una célula dada puede ser un valor dinámico, dependiendo de la configuración de radio, tal como el ancho de banda de radio atribuido, así como las condiciones de radio momentáneas, el número de usuarios, y la movilidad de los usuarios. Por lo tanto, la entidad de guiado de caudal puede obtener la capacidad de célula por medio de la medición en la práctica del caudal a nivel de célula acumulativo. Puede que el caudal a nivel de célula actual no sea una indicación precisa de la capacidad de célula en cualquier momento. Si las aplicaciones de los usuarios no están descargando una cantidad considerable de datos, el caudal medido a nivel de célula puede ser bajo, pero un portador nuevo o existente puede ser capaz de lograr un caudal más alto. Con el fin de evitar una evaluación de capacidad de célula falsa, la entidad de guiado de caudal solo puede tomar una medición de caudal a nivel de célula como una medición de capacidad cuando los recursos de radio disponibles en la célula se utilizan plenamente.

Una utilización plena de los recursos de radio disponibles se puede detectar de dos formas: basándose en una medición de plano de usuario o basándose en una información explícita de gestión de recursos de radio (RRM, *radio resource management*). La medición de plano de usuario puede implicar supervisar el RTT y la pérdida de paquetes de los flujos por separado en los segmentos de red en sentido descendente (UE - TGE) y en sentido ascendente (TGE - servidor) así como el RTT de extremo a extremo y la pérdida de paquetes (UE - servidor). Cuando el segmento en sentido descendente es el contribuidor principal al RTT de extremo a extremo y la pérdida, entonces la interfaz de radio se puede congestionar y el caudal actualmente medido puede ser igual a la capacidad de célula momentánea. Cuando se detecta, por medio de la entidad de guiado de caudal, un escenario de este tipo, las mediciones de caudal a nivel de célula pueden ser tomadas por la entidad de guiado de caudal para actualizar la capacidad de célula.

Como alternativa, una utilización de radio plena también se puede detectar a partir de una información explícita de RRM si la información indica que todos los bloques de recursos físicos (PRB, *physical resource block*) se utilizan en la interfaz de radio y las memorias intermedias de radio tienen datos que transmitir. Tal información se puede encontrar disponible a partir de la plataforma de RACS por medio del Servicio de Información de Red de Radio. En tales casos, el caudal medido a nivel de célula puede ser la capacidad de célula momentánea. La entidad de guiado de caudal puede actuar mediante la actualización de la capacidad de célula en consecuencia.

El cálculo del guiado de caudal por portador puede depender de si se acaba de establecer el portador, si este se produce después de un periodo de reposo, o si hay una descarga de datos en curso. Una diferencia es que una descarga en curso puede posibilitar una medición de caudal a nivel de portador, que no se encuentra disponible en los casos anteriores.

El cálculo de guiado de caudal por portador después del establecimiento de portador o después de un periodo de reposo, en concreto sin la disponibilidad de las mediciones de caudal, puede requerir la identificación de la participación equitativa del portador, que puede ser el caudal apto del portador. Suponiendo que cada portador j tiene un peso asociado w_j y una tasa de bits garantizada GBR_j , en la unidad de programación y C es la capacidad de célula momentánea, el caudal apto del portador i se puede definir de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$E_i = GBR_i + \frac{w_i}{\sum_j w_j} \cdot \max \left(0, C - \sum_j GBR_j \right)$$

Esta fórmula expresa que la unidad de programación de paquetes atiende en primer lugar a los portadores de GBR hasta su tasa de bits garantizada y el resto de la capacidad restante, de haber alguna, se distribuye entre los portadores en proporción a su peso de programación. Adicionalmente, en el caso en el que el portador también tiene una tasa de bits máxima configurada, el caudal apto se ha de limitar a ese valor.

Suponiendo que el UE que establece el portador tiene unas condiciones de radio razonablemente buenas, la unidad de programación de radio puede exigir esta tasa una vez que ha comenzado la transmisión de datos. Por lo tanto, el guiado de caudal del portador podría ser el propio caudal apto. Cuando el portador ha sido establecido por un UE que tiene una calidad de canal de radio individual pobre, puede que el caudal apto no se pueda lograr más adelante. En un caso tal como este, el guiado de caudal se puede establecer para que sea más pequeño que el caudal apto. Por consiguiente, el guiado de caudal para el portador i se puede obtener a partir del caudal apto de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$TG_i = \alpha_i \cdot E_i$$

en la que α es un multiplicador específico del portador que no supera 1. La selección del parámetro α con el fin de compensar la calidad de canal de radio individual pobre se puede basar en la medición de RTT de lado de radio de la nueva conexión de TCP que se establece en el portador.

Después de que se haya completado la toma de contacto de TCP, la primera medición de RTT se puede encontrar ya disponible y se puede comparar con la medición de RTT de los otros portadores ya establecidos. El RTT de lado de radio puede depender de la calidad de canal de radio, debido a que esta última puede seleccionar el esquema de modulación y la tasa de codificación que se usan en la interfaz de radio física y puede limitar cómo de rápido se pueden transferir los datos a través del enlace de radio. Por lo tanto, en el caso en el que el portador nuevo o el portador hasta el momento en reposo es un elemento atípico con un RTT significativamente más alto en el lado de radio, una situación de este tipo puede ser indicativa de una calidad de canal de radio relativamente más baja para el UE correspondiente. Cuanto más alto sea el RTT en comparación con los otros portadores, más bajo puede ser el parámetro α que se selecciona para el nuevo portador.

Después de que haya comenzado la transmisión de datos, la entidad de guiado de caudal puede medir de forma continua el caudal logrado en el portador y puede verificar si el caudal apto se alcanzó en la práctica. Cuando las mediciones indican que el portador ha alcanzado o incluso superado el caudal apto, el guiado de caudal puede permanecer en el caudal apto. Puede que sea útil que el guiado de caudal nunca se aumente por encima del caudal apto, debido a que cualquier caudal en exceso disponible solo puede ser el resultado de otros portadores que no reivindican su participación equitativa. No obstante, en el momento en el que comienza la transferencia de datos en los otros portadores, la unidad de programación de radio los proporcionaría con su participación equitativa, dejando solo el caudal apto para el portador dado.

Cuando la medición de caudal indica que el portador no pudo alcanzar el caudal apto del portador, puede ser necesario que el guiado de caudal se disminuya hasta el caudal disponible en la práctica. Un caudal bajo puede tener múltiples razones: la limitación de lado de UE, el uso de una aplicación con un perfil de tráfico bajo, tal como la descarga de solo una cantidad limitada de datos, o presentar un deterioro de canal de radio individual. Solo el deterioro de canal individual puede, en determinadas formas de realización, dar como resultado una disminución del guiado de caudal para el portador.

Una limitación de lado de UE se puede detectar mediante la supervisión de la ventana anunciada de TCP que es enviada por el UE en los ACK de UL. Una tendencia descendente en el valor de AWND puede indicar que el procesamiento del UE está regulado y, en consecuencia, puede que el UE no sea capaz de consumir los datos a la tasa a la que se reciben los datos. Puede que una situación de este tipo no dé como resultado una disminución del guiado de caudal, debido a que el ámbito del emisor de TCP puede ser reaccionar a las limitaciones de lado de UE y no el guiado de caudal. Esta limitación sobre el UE también puede ser visible para el emisor de TCP. Una aplicación que descarga solo una cantidad limitada de datos se puede detectar mediante la supervisión de la secuencia de TCP y los números de ACK. Cuando el tamaño de datos en vuelo, los datos transmitidos pero de los que no se ha acusado de recibo, es bajo o nulo, la conexión de TCP se puede encontrar casi o completamente en reposo o se puede encontrar en una fase temprana de arranque, por ejemplo en un inicio lento. Puede que el caudal medido bajo en esa fase no se tome como un mecanismo de desencadenamiento para disminuir el guiado de caudal debido a que el flujo puede seguir teniendo una oportunidad de aumentar su tasa y lograr su caudal apto. En otros casos, no alcanzar el caudal apto puede indicar que el UE tiene una calidad de canal de radio individual pobre y la unidad de programación de interfaz aérea es incapaz de atribuir suficientes recursos sin poner en peligro el caudal de los otros portadores. Si se detecta esto, la entidad de guiado de caudal puede tomar el caudal logrado en la práctica, posiblemente alisado / promediado, como el guiado de caudal debido a que, en este caso, el caudal medido puede ser un indicador exacto del caudal que se puede lograr para el portador.

Por consiguiente, cuando hay una transmisión de datos en el portador y, por lo tanto, la entidad de guiado de caudal puede medir su caudal logrado, el valor de guiado de caudal se puede obtener a partir del caudal apto y la medición de caudal actual:

$$TG_i = \alpha_i \cdot \min(E_i, T_i)$$

en la que T_i es el caudal medido del portador i . Cuando se encuentra disponible una medición de caudal, el parámetro α_i se puede particularizar para cada portador considerando la estabilidad del caudal que es logrado por el portador. Un caudal muy fluctuante se puede correlacionar con un parámetro α_i más bajo debido a que las fluctuaciones indican un entorno muy dinámico en el que las condiciones cambian de forma frecuente. Puede ser razonable dejar más margen en el guiado de caudal entre el caudal estimado y lo que se publica. La fluctuación se puede cuantificar al tomar mediciones de caudal a unos intervalos de tiempo posteriores y calcular los parámetros estadísticos, tales como la desviación, de las muestras de caudal.

El guiado de caudal basado en la supervisión de plano de usuario puede tener la ventaja de que la supervisión es capaz de proporcionar un guiado de caudal preciso durante la totalidad del periodo de vida de un portador, lo que puede ser útil para una optimización de contenido y TCP eficiente por el receptor del guiado de caudal. Cuando hay una medición de radio adicional que se encuentre disponible para el portador, tal como la que es proporcionada por la plataforma de RACS, la medición de radio adicional se puede usar para modificar el guiado de caudal basándose en el caudal apto. En concreto, una indicación explícita de una calidad de canal de radio pobre puede mejorar el cálculo de guiado de caudal cuando no ha habido transmisión de datos reciente alguna y, por lo tanto, no se encuentra disponible medición de caudal real alguna. El uso de la información detallada de radio después del establecimiento de un nuevo portador puede ser posible cuando ya se encuentra disponible una medición de radio durante una fase de establecimiento de conexión de RRC del ajuste de portador. La medición de radio inicial se puede comparar con las mediciones de radio de otros portadores para detectar si el nuevo portador es probablemente un elemento atípico con unas condiciones de canal peores. Cuando se encuentra disponible una serie de mediciones de radio, lo que puede ser un resultado de la configuración de notificaciones de medición periódica a partir del eNB, la fluctuación de las mediciones de radio también se puede usar para reducir a escala el guiado de caudal por medio del parámetro α_i .

La entidad de guiado de caudal también puede proporcionar un guiado de caudal fiable en presencia de Agregación de Portadoras de LTE. La entidad de guiado de caudal puede obtener una indicación de qué UE soportan la CA. Una indicación de este tipo se puede encontrar disponible a partir de la señalización de RRC y podría ser proporcionada por la plataforma de RACS. Con el fin de calcular el caudal apto de los portadores usando una CA, la entidad de guiado de caudal puede seguir la misma lógica que sigue, en el eNB, la RRM habilitada por CA. La medición de caudal por portador real puede ser independiente de si el UE usa, o no, una CA.

El guiado de caudal que se ha analizado hasta el momento puede proporcionar un guiado sobre el caudal a nivel de portador. En la práctica, puede haber múltiples aplicaciones activas y flujos de TCP que son iniciados por el mismo UE, que transmiten de forma simultánea el tráfico en el mismo portador. Por lo tanto, el guiado de caudal por portador puede ser útil para una entidad de optimización que tiene una visibilidad plena del tráfico a nivel de portador, una entidad de un tipo tal que termina, hace de entidad representante para o intercepta todos los flujos en el portador, tal como una pasarela de adaptación que se despliega en las instalaciones del operador. Una entidad de este tipo puede usar el guiado de caudal a nivel de portador para optimizar de forma inteligente todos los flujos dentro del portador. Los servidores de tipo OTT, por otro lado, solo pueden tener visibilidad e influencia sobre el contenido particular que los mismos sirven, y los flujos de TCP correspondientes.

Para una optimización eficiente que no cree interferencia alguna entre diferentes aplicaciones y flujos, los servidores de tipo OTT pueden recibir el ancho de banda que se encuentra disponible para su propia aplicación, tal como el guiado de caudal a nivel de aplicación, o para cada flujo de TCP individual, tal como un guiado de caudal a nivel de flujo. De lo contrario, múltiples servidores de tipo OTT pueden utilizar la totalidad del ancho de banda que se encuentra disponible para el portador, lo que podría conducir a congestión, pérdida de paquetes y deterioro para todas las aplicaciones.

Con el fin de posibilitar una optimización significativa en presencia de múltiples aplicaciones, la entidad de guiado de caudal se puede configurar para calcular y publicar un guiado de caudal tanto a nivel de aplicación como a nivel de flujo de TCP además del guiado de caudal a nivel de portador. El guiado de caudal a nivel de aplicación se puede obtener mediante la subdivisión en particiones del guiado de caudal a nivel de portador entre las aplicaciones activas detectadas. El guiado de caudal a nivel de flujo de TCP se puede obtener adicionalmente a partir del guiado de caudal a nivel de aplicación. Por lo tanto, la suma del guiado de caudal a nivel de aplicación así como la suma del guiado de caudal a nivel de flujo de TCP pueden dar el guiado de caudal a nivel de portador, lo que puede ser útil para usar de forma óptima la totalidad del ancho de banda a nivel de portador por los mecanismos de optimización independientes que se están ejecutando en diferentes servidores de tipo OTT.

La subdivisión en particiones puede ser posible siguiendo diferentes directivas alternativas, incluyendo directivas definidas por el operador. Con el fin de calcular el guiado de caudal a nivel de aplicación, la entidad de guiado de caudal puede recibir / detectar y tener en cuenta el requisito de ancho de banda de cada aplicación, tal como la tasa de medios de una descarga de vídeo, o el ancho de banda que se requiere para descargar una página web dentro de un tiempo razonable. El guiado de caudal a nivel de flujo de TCP se puede calcular mediante la división del guiado de caudal a nivel de aplicación entre las conexiones de TCP correspondientes, o bien en partes iguales para

lograr una equidad por TCP o bien por medio de cualquier otra directiva. Cuando no se usa el guiado de caudal a nivel de aplicación, el guiado de caudal a nivel de flujo de TCP se puede calcular mediante la subdivisión directa en particiones del guiado de caudal a nivel de portador siguiendo los mismos principios.

5 Tal como se ha mencionado en lo que antecede, en determinadas formas de realización, la entidad de guiado de caudal se puede poner en práctica en un eNB. En ese caso, la entidad de guiado de caudal puede tener un acceso pleno a la totalidad de la RRM y la unidad de programación de paquetes de radio del eNB. Por lo tanto, una entidad de guiado de caudal basada en eNB puede tener en cuenta de forma nativa el contexto pleno, incluyendo el comportamiento y la lógica de la unidad de programación de paquetes, las condiciones de plano de usuario y de radio de la célula y los UE, y cada portador activo o en reposo pero establecido durante la totalidad de su periodo de vida.

15 La atribución de recursos, tal como qué PRB se deberían dar a un portador, combinada con la tasa de codificación que es indicada por el CQI consciente de la frecuencia que es notificado por el UE, que se encuentra disponible en el eNB, puede proporcionar una información acerca del caudal que lograría el portador, lo que puede ser una base para definir el guiado de caudal para el portador. El guiado de caudal para una aplicación o el flujo de TCP individual se puede obtener a partir del guiado de caudal por portador de formas similares a las que se han analizado en lo que antecede.

20 La puesta en práctica de lado de eNB puede soportar el traspaso por medio de los mismos mecanismos que en la puesta en práctica basada en RACS. Por ejemplo, la puesta en práctica de lado de eNB puede depender del enriquecimiento de los datos reenviados de X2 y / o una transferencia explícita de contexto.

25 En una forma de realización adicional, puede haber una puesta en práctica de lado de RNC, tal como se ha mencionado en lo que antecede. Cuando la entidad de guiado de caudal se pone en práctica en el RNC, la entidad de guiado de caudal puede tener acceso a la RRM y también las atribuciones de crédito de HS-DSCH de cada portador, incluyendo el control de flujo de lub y el control de congestión. Por lo tanto, la entidad de guiado de caudal puede tener una información adicional acerca del caudal que podría lograr el portador. Esta información se puede incorporar al guiado de caudal que se va a publicar para servidores de tipo OTT externos.

30 Para la puesta en práctica de lado de RNC, solo los traspasos dentro de RNC necesitan un soporte similar a las puestas en práctica de lado de RACS / eNB. Por lo tanto, el impacto de los traspasos puede ser mucho menor en comparación con el caso de LTE. En el caso de la puesta en práctica de lado de RNC, los paquetes enriquecidos se pueden reenviar a través de la interfaz de lur.

35 Tal como se ha mencionado en lo que antecede, puede haber diversas formas de proporcionar o publicar el guiado de caudal. La entidad de guiado de caudal puede entregar la información de guiado de caudal al servidor de tipo OTT o bien por medio de un enriquecimiento de encabezado dentro de banda o bien por medio de una conexión fuera de banda dedicada.

40 La figura 7 ilustra un enriquecimiento de un guiado de caudal en un encabezado de TCP, de acuerdo con determinadas formas de realización. El enriquecimiento de encabezado dentro de banda puede codificar el guiado de caudal en los encabezados de los paquetes de plano de usuario de UL. El nuevo elemento de información se puede añadir como una opción de TCP experimental, por ejemplo del tipo 253 o 254 tal como se muestra en la figura 7, en el encabezado de TCP, como un encabezado de protocolo de Internet (IP, *Internet protocol*) experimental, un campo de encabezado de TCP o de IP normalizado, en el encabezado de protocolo de transporte de hipertexto (*http, hypertext transport protocol*) o en cualquier encabezado de protocolo adicional que soporte ampliaciones.

45 También es posible la autenticación o el cifrado adicional de la información de guiado de caudal. Debido a que la entidad de guiado de caudal está supervisando los paquetes de plano de usuario, la entidad de guiado de caudal puede ser capaz de establecer la identidad del servidor, por ejemplo por medio de la detección de localizadores uniformes de recursos (URL, *uniform resource locator*) de HTTP, la supervisión de servicio de nombres de dominio (DNS, *domain name service*) o, en el caso del tráfico cifrado, mediante la detección del certificado de seguridad de capa de transporte (TLS, *transport layer security*) del servidor o el nombre de dominio completo (FQDN, *fully qualified domain name*) del servidor a partir del paquete de saludo del cliente.

50 La entidad de guiado de caudal también puede poner en práctica un enriquecimiento de encabezado selectivo, tal como solo publicar el guiado de caudal para partes con licencia. Se podrían exponer unos parámetros adicionales de la misma forma, con un conjunto de parámetros que posiblemente se particularizan hacia cada servidor de tipo OTT. El enriquecimiento de encabezado dentro de banda se puede configurar de tal modo que el valor de guiado de caudal llega al servidor de tipo OTT en un contexto pleno, lo que indica tanto la identidad del flujo, la aplicación o el portador al que se aplica el mismo así como que sincroniza la información con el estado de los flujos de plano de usuario y el progreso de la descarga de datos.

65 La figura 8 ilustra el envío de una información de guiado de caudal fuera de banda desde la entidad de guiado de caudal al servidor de tipo OTT, de acuerdo con determinadas formas de realización. Una alternativa al

enriquecimiento de encabezado dentro de banda es el establecimiento de una conexión dedicada entre la entidad de guiado de caudal y el servidor de tipo OTT y la transferencia del valor de guiado de caudal independientemente de los paquetes de plano de usuario, tal como se muestra en la figura 8. La comunicación fuera de banda se puede usar cuando, por cualquier razón, no es posible un enriquecimiento de encabezado dentro de banda. Puede que la entidad de guiado de caudal no sea capaz de modificar los paquetes o los encabezados adicionales pueden ser quitados por unos cortafuegos intermedios. En un caso tal como este, la información de guiado de caudal que se envía a través de la conexión fuera de banda se puede ampliar por medio de una información adicional que identifica el ámbito del guiado de caudal, tal como el portador, la aplicación o el flujo, así como para sincronizar el guiado de caudal con los flujos de plano de usuario y el progreso de la descarga.

La entidad de guiado de caudal también puede transferir el guiado de caudal al UE por medio del mismo mecanismo de enriquecimiento de cabecera dentro de banda que puede usar la misma para enviar la información al servidor de tipo OTT, tal como se muestra en la figura 7. No obstante, en este caso se pueden enriquecer los segmentos de TCP de enlace descendente en lugar de los paquetes de enlace ascendente.

La figura 9 ilustra un método de acuerdo con determinadas formas de realización. Tal como se muestra en la figura 9, un método puede incluir supervisar, en 910, el ancho de banda que se encuentra disponible en función de al menos uno del portador de datos, la aplicación o el flujo de protocolo de control de transmisión. El método se puede llevar a cabo en al menos uno de un nodo B evolucionado, un servidor en la nube para aplicaciones de radio o un controlador de red de radio. La supervisión se puede llevar a cabo en función del nodo de acceso de radio. La supervisión puede incluir supervisar la capacidad de una pluralidad de células, la movilidad de una pluralidad de equipos de usuario y el comportamiento de una unidad de programación de radio. La supervisión puede incluir al menos una de una supervisión de plano de control, una supervisión de plano de usuario y una supervisión de radio.

El método también puede incluir, en 920, proporcionar un guiado de caudal a una entidad que está configurada para intentar al menos una de una optimización a nivel de protocolo de control de transmisión o de contenido, en donde el guiado de caudal está configurado para ayudar a la entidad a intentar la al menos una de la optimización a nivel de protocolo de control de transmisión o de contenido.

El método puede incluir adicionalmente, en 930, proporcionar a la entidad, además del guiado de caudal, una información de contexto. La información de contexto puede incluir, por ejemplo, una información acerca de otros portadores, otras aplicaciones, la demanda en una célula o la demanda en una estación de base.

Adicionalmente, el método puede incluir, en 915, estimar el ancho de banda que se encuentra disponible. La estimación puede incluir calcular una participación equitativa de un portador a partir de la capacidad de una célula en un momento dado, en donde la participación equitativa es el guiado de caudal para el portador. La estimación puede implicar considerar al menos uno de los atributos por portador individuales, los requisitos de caudal de las aplicaciones activas, las limitaciones por portador individuales y un número de conexiones de protocolo de control de transmisión simultáneas en un mismo portador.

El guiado de caudal puede incluir al menos uno de un guiado de caudal a nivel de aplicación o un guiado de caudal a nivel de flujo de protocolo de control de transmisión además de un guiado de caudal a nivel de portador.

El método también puede incluir, en 940, recibir un guiado de caudal a partir de una entidad de guiado de caudal o un equipo de usuario en comunicación con una entidad de guiado de caudal.

El método puede incluir adicionalmente, en 950, intentar al menos una de una optimización a nivel de protocolo de control de transmisión o de contenido basándose en el guiado de caudal.

Adicionalmente, el método puede incluir, en 960, recibir un guiado de caudal a partir de una entidad de guiado de caudal. El método también puede incluir, en 970, proporcionar el guiado de caudal a una entidad que está configurada para intentar al menos una de una optimización a nivel de protocolo de control de transmisión o de contenido. El guiado de caudal se puede configurar para ayudar a la entidad a intentar la al menos una de la optimización a nivel de protocolo de control de transmisión o de contenido. La provisión puede incluir combinar el guiado de caudal con otra información de control que se envía a un servidor de contenidos.

En la figura 9, el lado izquierdo de la figura muestra una ruta de entrega indirecta, tal como por medio del UE, de la información de TG a la entidad que lleva a cabo la optimización, tal como el servidor. En contraposición, el lado derecho de la figura 9 muestra la entidad que lleva a cabo la propia optimización.

La figura 10 ilustra un sistema de acuerdo con determinadas formas de realización de la invención. En una forma de realización, un sistema puede incluir múltiples dispositivos, tales como, por ejemplo, al menos un UE 1010, al menos una entidad de guiado de caudal 1020, que puede ser un eNB, un RACS, un RNC, u otra estación de base o punto de acceso, y al menos un receptor de información 1030, que puede ser una pasarela de adaptación, un servidor de tipo OTT, un UE, u otra entidad que esté configurada para recibir un guiado de caudal.

Cada uno de estos dispositivos puede incluir al menos un procesador, que se indica de forma respectiva como 1014, 1024 y 1034. Se puede proporcionar al menos una memoria en cada dispositivo, y que se indica como 1015, 1025 y 1035, de forma respectiva. La memoria puede incluir unas instrucciones de programa informático o un código informático que están contenidos en la misma. Los procesadores 1014, 1024 y 1034 y las memorias 1015, 1025 y 1035, o un subconjunto de los mismos, se pueden configurar para proporcionar unos medios que se corresponden con los diversos bloques de la figura 9.

Tal como se muestra en la figura 10, se pueden proporcionar unos transceptores 1016, 1026 y 1036, y cada dispositivo también puede incluir una antena, que se ilustra de forma respectiva como 1017, 1027 y 1037. Por ejemplo, se pueden proporcionar otras configuraciones de estos dispositivos. Por ejemplo, el receptor de información 1030 se puede configurar para una comunicación cableada, además de una comunicación inalámbrica y, en un caso tal como este, la antena 1037 puede ilustrar cualquier forma de soporte físico de comunicación, sin requerir una antena convencional.

Cada uno de los transceptores 1016, 1026 y 1036 puede ser, de forma independiente, un transmisor, un receptor, o tanto un transmisor como un receptor, o una unidad o dispositivo que se configura tanto para la transmisión como para la recepción.

Los procesadores 1014, 1024 y 1034 se pueden materializar por medio de cualquier dispositivo computacional o de procesamiento de datos, tal como una unidad de procesamiento central (CPU, *central processing unit*), circuito integrado para aplicaciones específicas (ASIC, *application specific integrated circuit*), o un dispositivo comparable. Los procesadores se pueden poner en práctica como un único controlador, o una pluralidad de controladores o procesadores.

Las memorias 1015, 1025 y 1035 pueden ser, de forma independiente, cualquier dispositivo de almacenamiento conveniente, tal como un medio legible por ordenador no transitorio. Se puede usar una unidad de disco duro (HDD, *hard disk drive*), una memoria de acceso aleatorio (RAM, *random access memory*), una memoria flash, u otra memoria adecuada. Las memorias se pueden combinar en un único circuito integrado como el procesador, o pueden ser independientes de los uno o más procesadores. Además, las instrucciones de programa informático que están almacenadas en la memoria y que pueden ser procesadas por los procesadores pueden ser cualquier forma conveniente de código de programa informático, por ejemplo, un programa informático compilado o interpretado que esté escrito en cualquier lenguaje de programación adecuado.

La memoria y las instrucciones de programa informático se pueden configurar, con el procesador para el dispositivo particular, para dar lugar a que un aparato de soporte físico tal como el UE 1010, la entidad de guiado de caudal 1020 y el receptor de información 1030, lleve a cabo cualquiera de los procesos que se describen en el presente documento (véase, por ejemplo, la figura 9). Por lo tanto, en determinadas formas de realización, un medio legible por ordenador no transitorio se puede codificar con unas instrucciones informáticas que, cuando se ejecutan en un soporte físico, llevan a cabo un proceso tal como uno de los procesos que se describen en el presente documento. Como alternativa, determinadas formas de realización de la invención se pueden llevar a cabo en su totalidad en soporte físico.

Además, a pesar de que la figura 10 ilustra un sistema que incluye un UE, una entidad de guiado de caudal y un receptor de información, algunas formas de realización de la invención pueden ser aplicables a otras configuraciones, y unas configuraciones que implican elementos adicionales. Por ejemplo, lo que no se muestra, se pueden encontrar presentes unos UE adicionales, y se pueden encontrar presentes elementos de red modular adicionales, tal como se ilustra en la figura 2.

Un experto en la materia entenderá fácilmente que la invención tal como se ha analizado en lo que antecede se puede poner en práctica con unas etapas en un orden diferente, y / o con elementos de soporte físico en unas configuraciones que son diferentes de las que se divulgan. Por lo tanto, a pesar de que la invención se ha descrito basándose en estas formas de realización preferidas, sería evidente a los expertos en la materia que determinadas modificaciones, variaciones y construcciones alternativas serían evidentes, al tiempo que se permanece dentro del ámbito de la invención. Con el fin de determinar las medidas y los límites de la invención, por lo tanto, se debería hacer referencia a las reivindicaciones adjuntas.

Glosario parcial

ACK	<i>Acknowledgment</i> , Acuse de Recibo
CA	<i>Carrier Aggregation</i> , Agregación de Portadoras
CDN	<i>Content Delivery Network</i> , Red de entrega de contenido
CQI	<i>Channel Quality Indicator</i> , Indicador de Calidad de Canal
CSS	<i>Cascading Style Sheets</i> , Hojas de Estilos en Cascada
DL	<i>Downlink</i> , Enlace descendente
DNS	<i>Domain Name Service</i> , Servicio de Nombres de Dominio
eNB	<i>Evolved Node B</i> , Nodo B Evolucionado

	GBR	<i>Guaranteed Bit rate</i> , Tasa de Bits Garantizada
	GW	<i>Gateway</i> , Pasarela
	HSPA	<i>High Speed Packet Access</i> , Acceso de Alta Velocidad por Paquetes
	HTML	<i>Hypertext Markup Language</i> , Lenguaje de Marcado de Hipertexto
5	IP	<i>Internet Protocol</i> , Protocolo de Internet
	LTE	<i>Long Term Evolution</i> , Evolución a Largo Plazo
	OTT	<i>Over The Top</i> , Superpuesto
	PRB	<i>Physical Resource Block</i> , Bloque de Recursos Físicos
	RACS	<i>Radio Application Cloud Server</i> , Servidor en la Nube para Aplicaciones de Radio
10	RNC	<i>Radio Network Controller</i> , Controlador de Red de Radio
	RRC	<i>Radio Resource Control</i> , Control de Recursos de Radio
	RRM	<i>Radio Resource Management</i> , Gestión de Recursos de Radio
	RSRP	<i>Reference Signal Received Power</i> , Potencia Recibida de la Señal de Referencia
	RSRQ	<i>Reference Signal Received Quality</i> , Calidad Recibida de la Señal de Referencia
15	RTT	<i>Round Trip Time</i> , Tiempo de Ida y Vuelta
	TCP	<i>Transmission Control Protocol</i> , Protocolo de Control de Transmisión
	TG	<i>Throughput Guidance</i> , Guiado de Caudal
	TGE	<i>Throughput Guidance Entity</i> , Entidad de Guiado de Caudal
	UE	<i>User Equipment</i> , Equipo de Usuario
20	UL	<i>Uplink</i> , Enlace ascendente
	WCDMA	<i>Wideband Code Division Multiple Access</i> , Acceso Múltiple por División de Código de Banda Ancha

REIVINDICACIONES

1. Un método para proporcionar un guiado de caudal en una entidad de guiado de caudal que está dispuesta en una red entre un servidor y un equipo de usuario que descarga un contenido a partir del servidor, comprendiendo el método tal como es llevado a cabo por la entidad de guiado de caudal:
supervisar el ancho de banda disponible para la descarga en función de al menos uno del portador de datos, la aplicación o el flujo de protocolo de control de transmisión;
proporcionar, en función de la supervisión, un guiado de caudal que comprende una información acerca del ancho de banda disponible para la descarga a una entidad que está configurada para llevar a cabo al menos una de una optimización de protocolo de control de transmisión o una optimización a nivel de contenido en función de la información, en donde la entidad es el servidor o una pasarela de adaptación.
2. El método de la reivindicación 1, que comprende adicionalmente:
proporcionar a la entidad, además del guiado de caudal, una información de contexto que comprende una información acerca de otros portadores, otras aplicaciones, la demanda en una célula o la demanda en una estación de base.
3. El método de las reivindicaciones 1 o 2, en donde la supervisión se lleva a cabo en función del nodo de acceso por radio.
4. El método de las reivindicaciones 1 o 2, en donde el método se lleva a cabo en al menos uno de un nodo B evolucionado, un servidor en la nube para aplicaciones de radio, un nodo de cómputo de borde móvil o un controlador de red de radio.
5. El método de las reivindicaciones 1 o 2, en donde la supervisión comprende supervisar la capacidad de una pluralidad de células, la movilidad de una pluralidad de equipos de usuario y el comportamiento de una unidad de programación de radio.
6. El método de las reivindicaciones 1 o 2, que comprende adicionalmente:
estimar el ancho de banda disponible, en donde la estimación comprende calcular una participación equitativa de un portador a partir de la capacidad de una célula en un momento dado, en donde la participación equitativa comprende el guiado de caudal para el portador.
7. El método de la reivindicación 6, en donde la estimación comprende considerar al menos uno de los atributos por portador individuales, los requisitos de caudal de las aplicaciones activas, las limitaciones por portador individuales, la condición de canal de radio por portador individual, las mediciones por conexión o por portador individuales basándose en la supervisión de paquetes de plano de usuario, y un número de conexiones de protocolo de control de transmisión simultánea o conexiones de protocolo de datagramas de usuario en un mismo portador.
8. El método de las reivindicaciones 1 o 2, en donde la supervisión comprende al menos una de una supervisión de plano de control, una supervisión de plano de usuario y una supervisión de radio.
9. El método de las reivindicaciones 1 o 2, en donde el guiado de caudal comprende al menos uno de un guiado de caudal a nivel de aplicación o un guiado de caudal a nivel de flujo de protocolo de control de transmisión, además de un guiado de caudal a nivel de portador.
10. Un método para llevar a cabo al menos una de una optimización de protocolo de control de transmisión o una optimización a nivel de contenido en un servidor de contenidos o un nodo de entrega de contenido, que comprende:
recibir un guiado de caudal a partir de una entidad de guiado de caudal o un equipo de usuario en comunicación con una entidad de guiado de caudal, dispuesta la entidad de guiado de caudal en una red entre un servidor y un equipo de usuario que descarga un contenido a partir del servidor, y comprendiendo el guiado de caudal una información acerca de un ancho de banda disponible para la descarga; y
llevar a cabo una optimización de protocolo de control de transmisión o una optimización a nivel de contenido para la descarga basándose en la información recibida acerca del ancho de banda disponible para la descarga.
11. Un método para proporcionar un guiado de caudal, que comprende tal como es llevado a cabo por un equipo de usuario que descarga un contenido a partir de un servidor:
recibir un guiado de caudal a partir de una entidad de guiado de caudal que está dispuesta en una red entre el servidor y el equipo de usuario, comprendiendo el guiado de caudal una información acerca de un ancho de banda disponible para la descarga;
proporcionar el guiado de caudal que comprende la información acerca del ancho de banda disponible para la descarga a un servidor de contenidos o un nodo de entrega de contenido configurado para llevar a cabo al menos una de una optimización de protocolo de control de transmisión o una optimización a nivel de contenido

para la descarga,

en donde el guiado de caudal está configurado para ayudar a la otra entidad a llevar a cabo la al menos una de la optimización de protocolo de control de transmisión o la optimización a nivel de contenido para la descarga.

- 5 12. El método de la reivindicación 11, en donde la provisión comprende combinar el guiado de caudal con otra información de control que se envía a la otra entidad.

13. Un aparato, que comprende unos medios para llevar a cabo la totalidad de las etapas del método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores 1 a 12.

- 10 14. Un producto de programa informático que comprende un código de programa informático que codifica unas instrucciones para que un ordenador que carga y ejecuta el código de programa informático lleve a cabo un proceso informático, comprendiendo el proceso el método de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12.

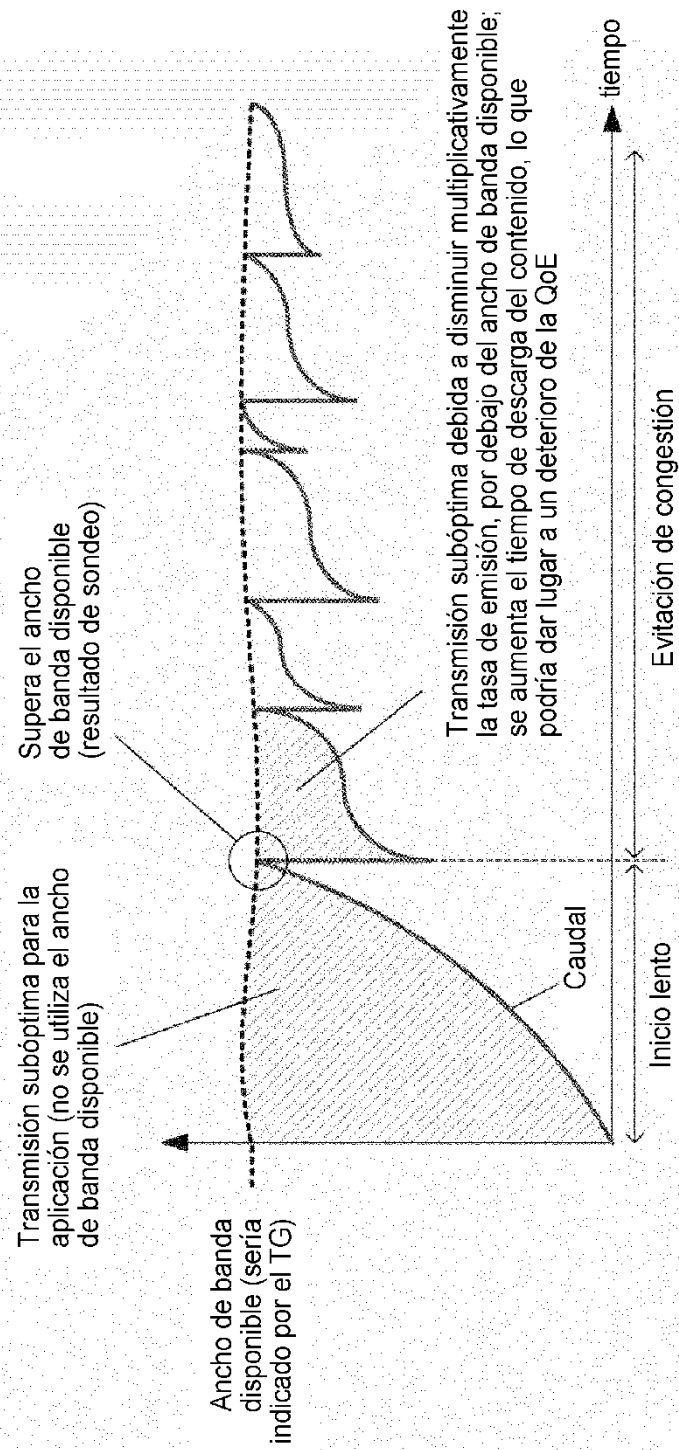


Figura 1

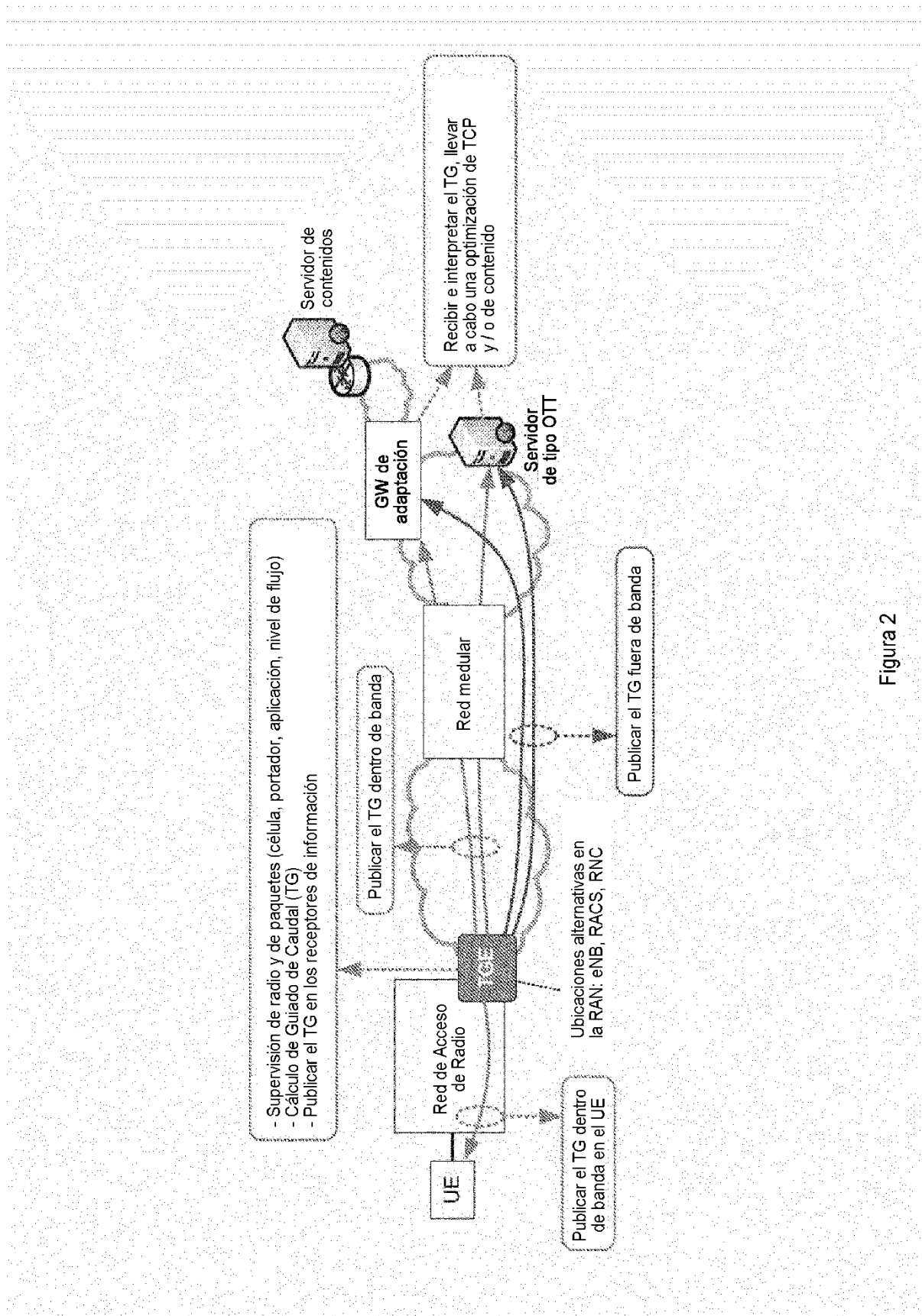


Figura 2

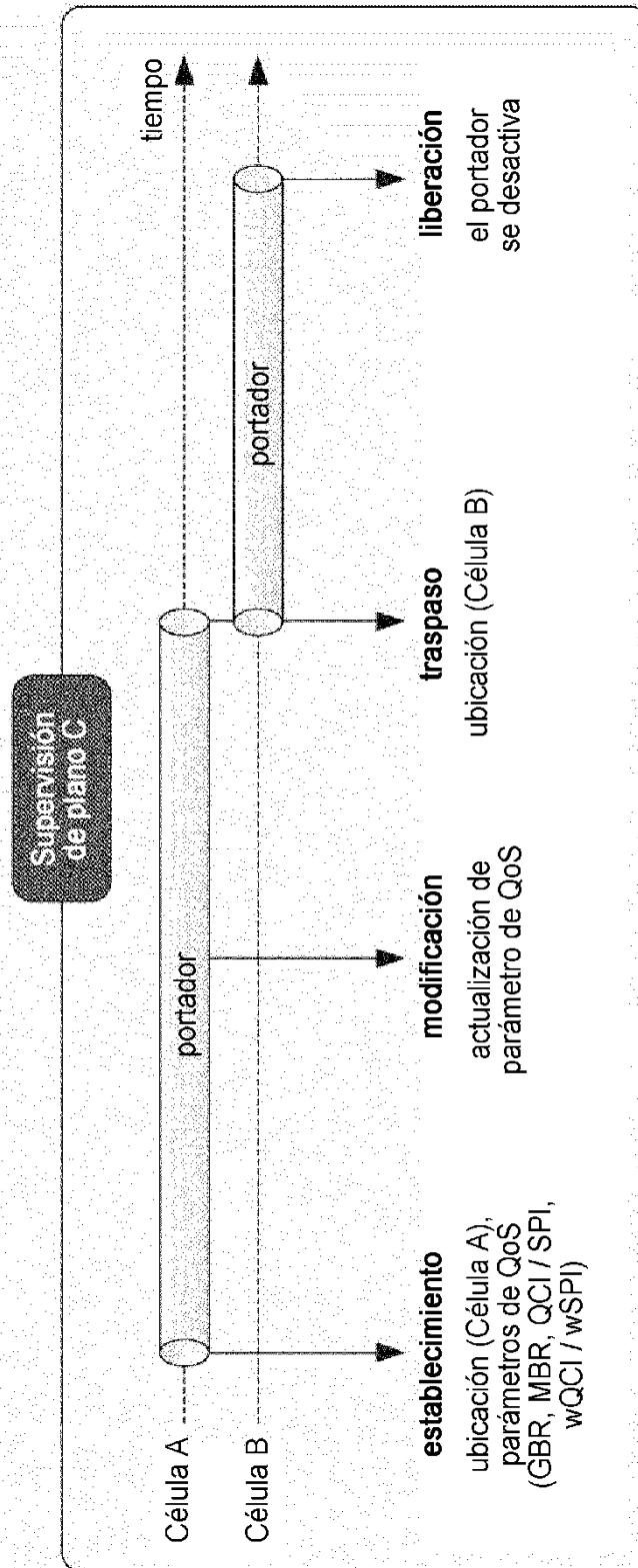


Figura 3

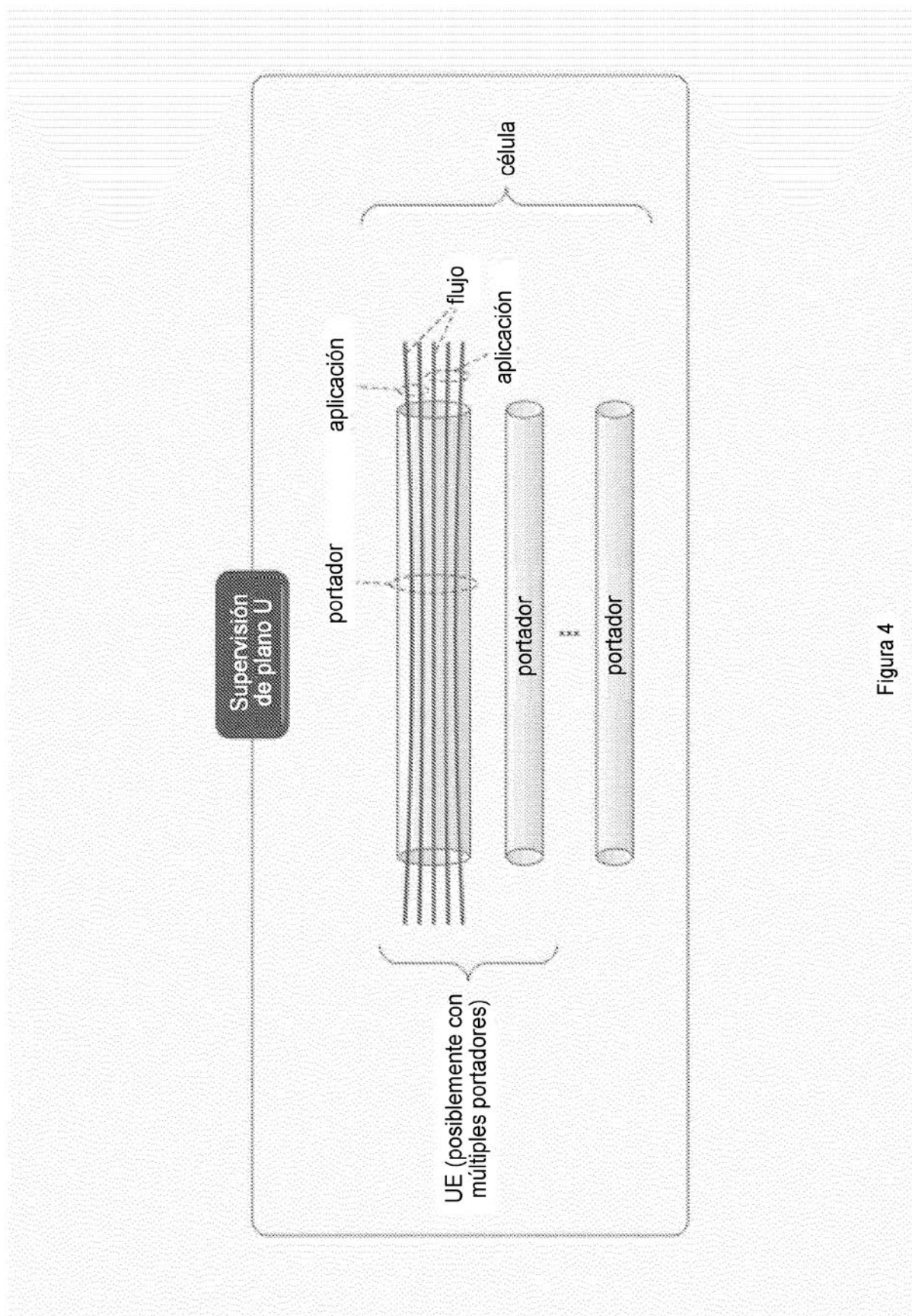


Figura 4

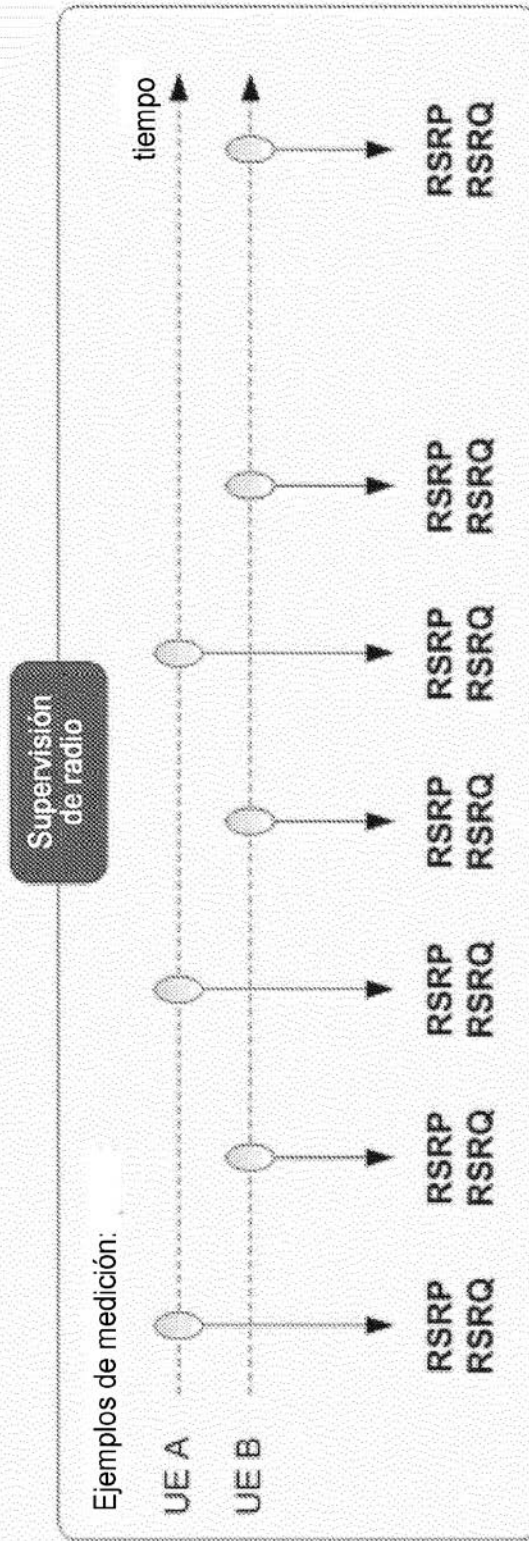


Figura 5

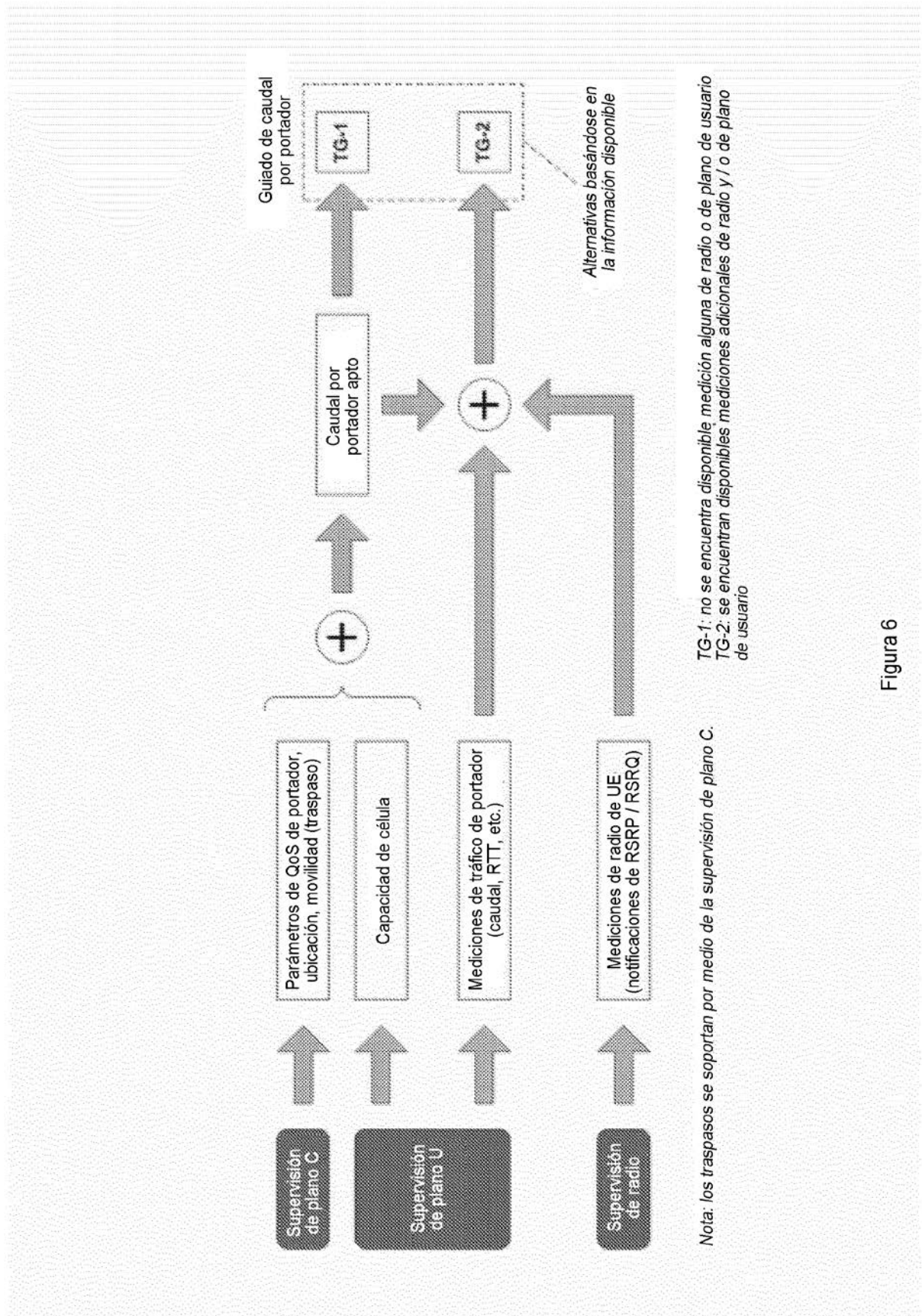


Figura 6

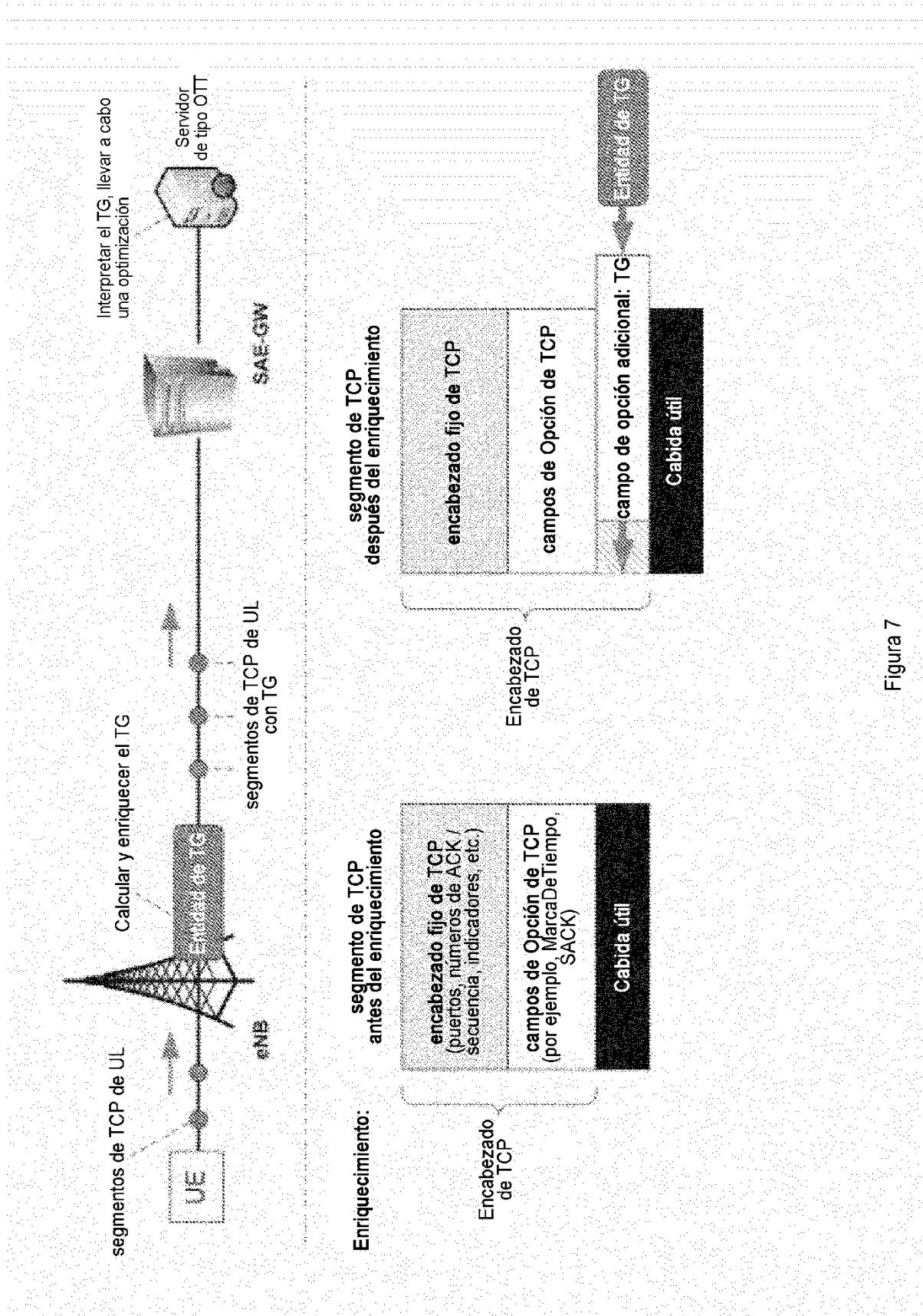


Figura 7

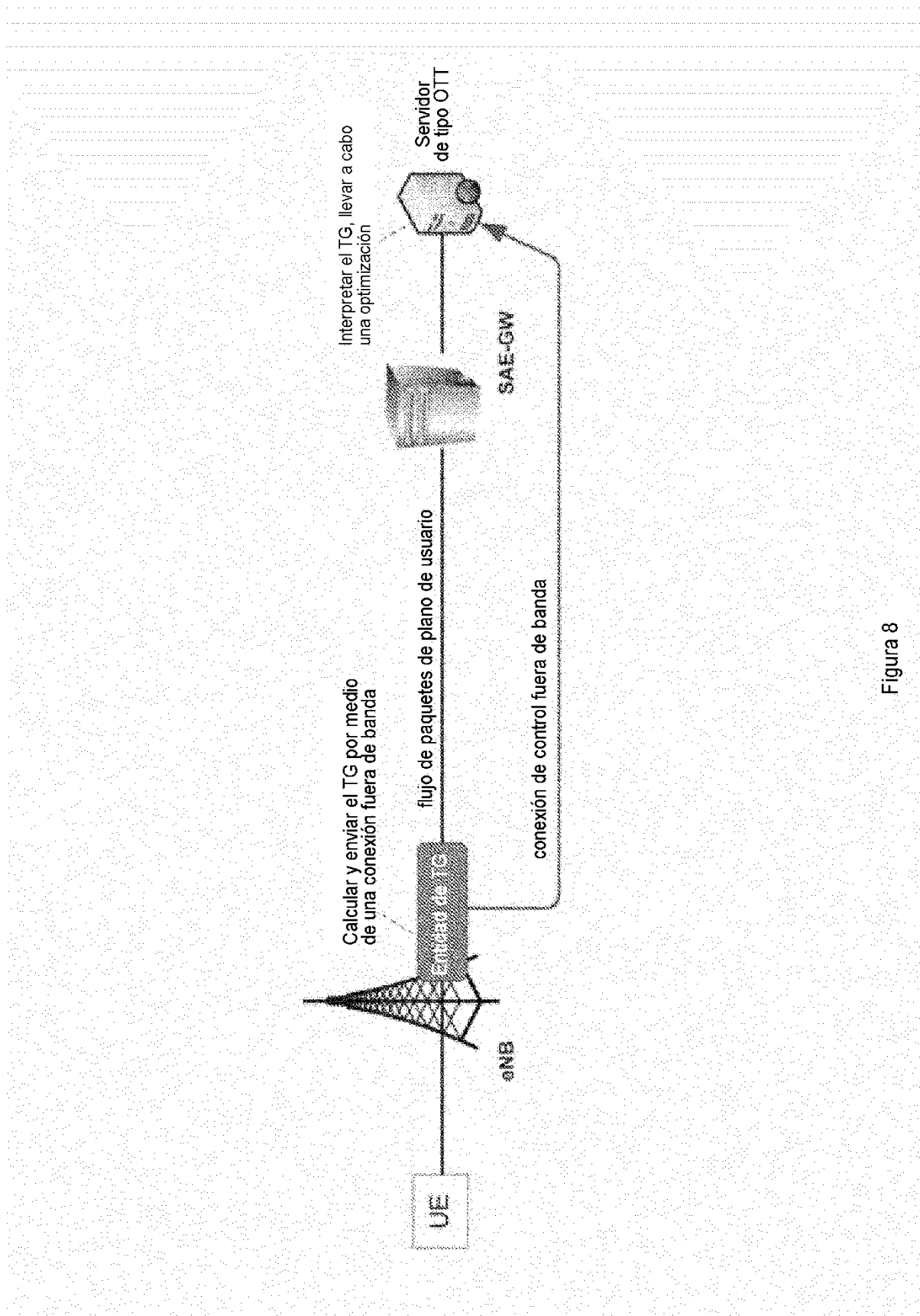


Figura 8

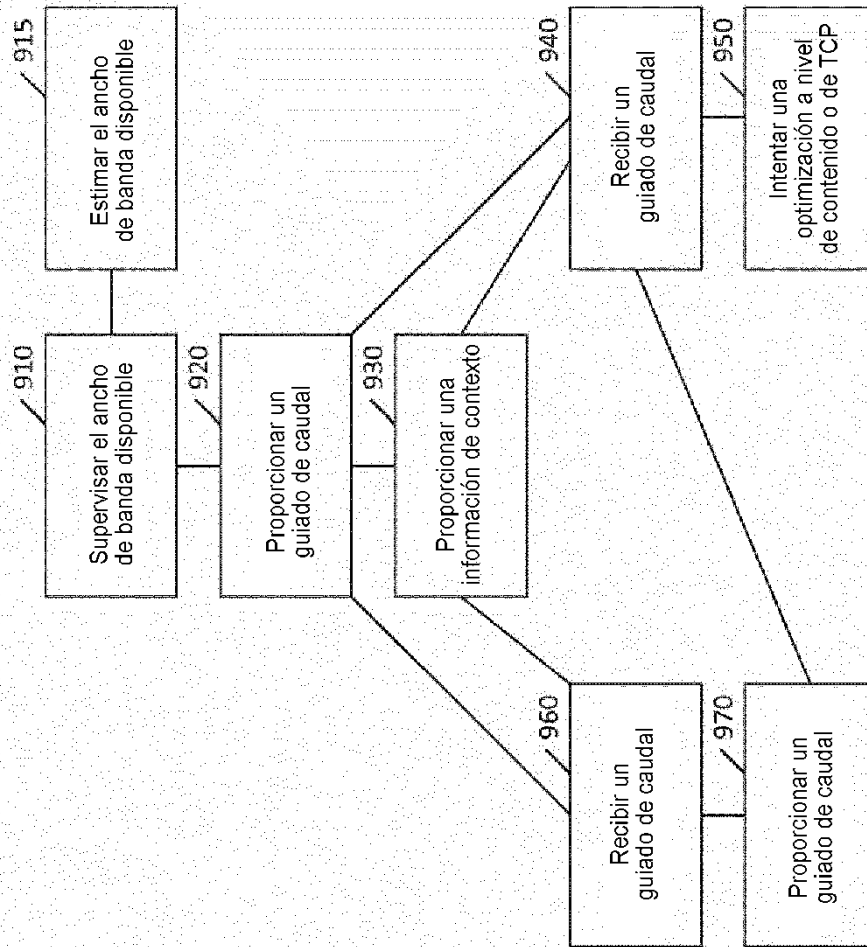


Figura 9

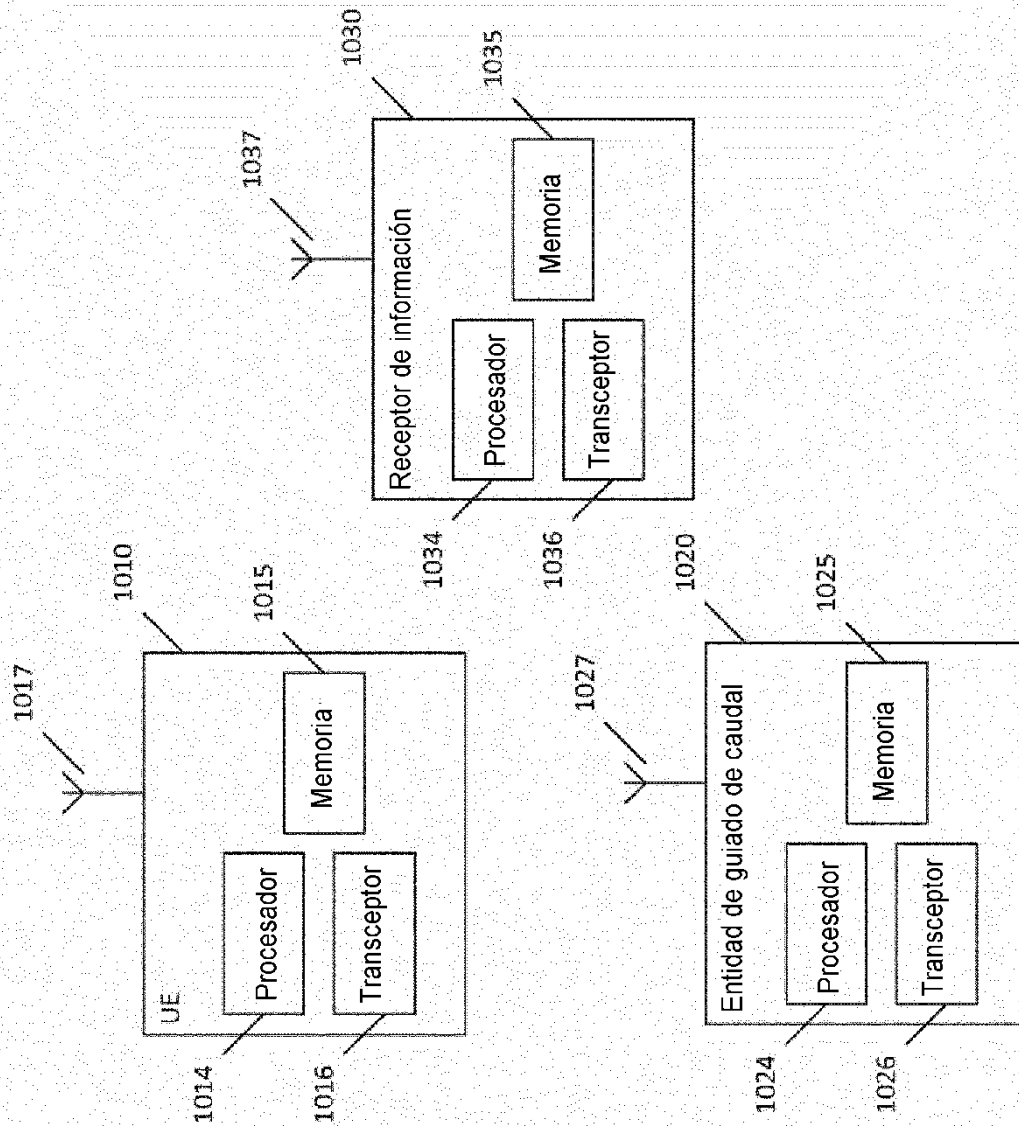


Figura 10