

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 685 622**

51 Int. Cl.:

H04L 5/00 (2006.01)

H04L 1/18 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **17.09.2014 PCT/US2014/056035**

87 Fecha y número de publicación internacional: **26.03.2015 WO15042117**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **17.09.2014 E 14845454 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **11.07.2018 EP 3047672**

54 Título: **Medición y notificación de congestión para aplicaciones sensibles a retardo en tiempo real**

30 Prioridad:

17.09.2013 US 201361879014 P
25.06.2014 US 201414314850

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
10.10.2018

73 Titular/es:

INTEL IP CORPORATION (100.0%)
2200 Mission College Boulevard
Santa Clara, CA 95054, US

72 Inventor/es:

GAI, YI;
ZHU, JING y
VANNITHAMBY, RATH

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 685 622 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

Medición y notificación de congestión para aplicaciones sensibles a retardo en tiempo real

5 Campo técnico

Las realizaciones se refieren a las comunicaciones inalámbricas. Más en particular, algunas realizaciones se refieren a la medición y la notificación de la congestión de enlace descendente de Red de Acceso de Radio (RAN) en un nodo B potenciado (eNB).

10

Antecedentes

Se ha definido una arquitectura de calidad de servicio (QoS) basada en clases de extremo a extremo para LTE (evolución a largo plazo). Esta arquitectura de QoS permite que los dispositivos, tales como un eNB para priorizar el tráfico, den unas experiencias de usuario mejores para programas que dependen de la entrega de datos temporalmente sensible. No obstante, a medida que aumenta la demanda de datos portados a través de LTE u otras redes inalámbricas, la congestión puede aumentar y afectar a la capacidad de proporcionar una QoS apropiada. A medida que aumenta la congestión, se están volviendo más importantes las técnicas para medir y notificar la congestión. La solicitud de patente WO 2013/123467 a nombre de VID Scale Inc., titulada HIERARCHICAL TRAFFIC DIFFERENTIATION TO HANDLE CONGESTION AND/OR MANAGE USER QUALITY OF EXPERIENCE, divulga enfoques para realizar una diferenciación jerárquica de tráfico y/o emplear una diferenciación jerárquica de tráfico. Estos métodos, aparatos y sistemas se pueden implementar, por ejemplo, para manejar la congestión y/o para gestionar la calidad de la experiencia de usuario (QoE). Realizar la diferenciación jerárquica de tráfico puede incluir diferenciar o clasificar de otro modo (colectivamente, "diferenciar") el tráfico puesto en correspondencia con, o dentro de, una portadora formada de acuerdo con una clase de QoS en múltiples sub-clases de tráfico. Emplear la diferenciación jerárquica de tráfico puede incluir programar y/o establecer directivas para (por ejemplo, filtrar) el tráfico diferenciado para su transmisión basándose en una priorización de, y/o una directiva para gestionar, las múltiples sub-clases de tráfico.

15

20

25

30 Breve descripción de los dibujos

La figura 1 ilustra una arquitectura a modo de ejemplo que muestra portadoras para transferir datos entre una red principal, un eNB y un UE.

35

La figura 2 ilustra unas comunicaciones entre un UE y un eNB para una eliminación de paquetes asistida por UE y unas comunicaciones entre un eNB y la notificación de congestión a la red principal.

La figura 3 ilustra un intercambio de mensaje a modo de ejemplo entre un UE y un eNB para una eliminación de paquetes asistida por UE.

La figura 4 ilustra un ejemplo de una secuencia de paquetes entre un eNB y un UE en donde se detecta un periodo de congestión.

40

La figura 5 ilustra un diagrama de flujo a modo de ejemplo en donde un eNB detecta y notifica una congestión.

La figura 6 ilustra un mensaje a modo de ejemplo para que un eNB notifique una congestión a la red principal.

La figura 7 ilustra un diagrama de bloques de sistema de un dispositivo inalámbrico, de acuerdo con algunas realizaciones.

45 Descripción detallada

La siguiente descripción y los dibujos ilustran suficientemente realizaciones específicas para posibilitar que los expertos en la materia pongan en práctica las mismas. El alcance se define mediante las reivindicaciones independientes. Otras realizaciones pueden incorporar cambios estructurales, lógicos, eléctricos, de proceso y de otros tipos. Porciones y características de algunas realizaciones se pueden incluir en o sustituir a las de otras realizaciones. Las realizaciones que se exponen en las reivindicaciones engloban todos los equivalentes disponibles de esas reivindicaciones.

50

Diversas modificaciones a las realizaciones serán inmediatamente evidentes a los expertos en la materia, y los principios genéricos definidos en el presente documento se pueden aplicar a otras realizaciones y aplicaciones sin apartarse del alcance de la divulgación. Además, en la siguiente descripción, se exponen numerosos detalles por razones de explicación. No obstante, un experto en la materia apreciará que las realizaciones de la divulgación se pueden poner en práctica sin el uso de estos detalles específicos. En otros casos, estructuras y procesos bien conocidos no se muestran en forma de diagrama de bloques con el fin de no confundir la descripción de las realizaciones con detalles superfluos. Por lo tanto, no se tiene por objeto que la presente divulgación se limite a las realizaciones mostradas, sino que se le ha de conceder el alcance más amplio consistente con los principios y características divulgados en el presente documento.

60

Se ha definido una arquitectura de calidad de servicio (QoS) basada en clases de extremo a extremo para redes de evolución a largo plazo (LTE). Este mecanismo mostrado en general como 100 en la figura 1 se basa en el concepto de los flujos de datos y portadoras. El servicio de extremo a extremo 120 se puede proporcionar desde el UE 102 a

65

Internet u otra red de IP 110 usando flujos de datos y portadoras. Los flujos de datos se ponen en correspondencia con portadoras. La figura 1 ilustra una diversidad de portadoras, e ilustra cómo múltiples portadoras se combinan para proporcionar el servicio de extremo a extremo 120. Por ejemplo, una portadora externa 122 se puede combinar con la portadora de EPS 124. La portadora de EPS, a su vez, está compuesta por la portadora de radio 132, la portadora S1 130 y la portadora S5/S8 126. Estas tres portadoras (la portadora de radio 132, la portadora S1 130 y la portadora S5/S8 126) se combinan para proporcionar el soporte de QoS de extremo a extremo a través de la red de acceso de radio terrestre de sistema de telecomunicaciones móviles universales - evolucionada (E-UTRAN) que comprende el UE 102 y el eNB 104 y el Núcleo de Paquetes Evolucionado (EPC) (o, más simplemente, la red principal) por medio de la portadora de EPS 124.

Al nivel de portadora de EPS, un identificador de clase de QoS (QCI) se usa para especificar los parámetros de QoS de cada clase, incluyendo prioridad, presupuesto de retardo de paquete, tasa de error/pérdida de paquetes y tipo de recurso. En la Especificación Técnica de LTE de 3GPP 23.203, versión 12.4.0, hay nueve clases puestas en correspondencia con nueve QCI, designados en cada una una prioridad, un retardo de paquete, una tasa de error/pérdida de paquetes y así sucesivamente. El QCI "9" también se denomina portadora por defecto para abonados sin privilegios. El QCI 9 contiene la prioridad mínima, no define un presupuesto de retardo de paquete o tasa de error/pérdida de paquetes.

Con la proliferación de los dispositivos portátiles de Internet, tales como teléfonos inteligentes, tabletas, ordenadores ultraportátiles y otros dispositivos, un abonado sin privilegios puede descargar fácilmente aplicaciones de terceros a partir de tiendas de aplicaciones en línea y usar las mismas a través de la red. Por lo general, los paquetes de datos generados por estas aplicaciones se entregan de forma superpuesta (OTT) usando la portadora por defecto. A menudo, puede que los operadores móviles ni siquiera sean conscientes de los contenidos en estos paquetes debido a un cifrado fuerte.

Algunas aplicaciones en tiempo real, tales como Skype, FaceTime, GoogleTalk, y otras, tienen unos requisitos de QoS diferentes en términos de retardo y de caudal, de las de otras aplicaciones no en tiempo real, tales como navegación web. Por lo tanto, sigue siendo un problema cómo soportar QoS para estas aplicaciones OTT eficientemente, en especial en un entorno congestionado, para mejorar la experiencia de usuario en las redes móviles presentes y futuras. La presente divulgación describe mecanismos para la detección y la resolución de situaciones de congestión.

La figura 2 ilustra unas comunicaciones 200 entre un UE 202 y un eNB 204 para una eliminación de paquetes asistida por UE y unas comunicaciones entre un eNB 204 y la red principal 206 con el fin de notificar una congestión. Con el fin de aliviar la congestión, los paquetes de prioridad más baja se pueden eliminar permitiendo que los paquetes de prioridad más alta se muevan más dinámicamente a través de la red. Involucrar al UE 202 en ayudar al eNB 204 a priorizar paquetes e identificar cuál eliminar (por ejemplo, 208), da como resultado una experiencia de usuario mejor debido a que el UE se encuentra a veces en la mejor posición para saber a qué paquetes se les debería dar la prioridad frente a otros paquetes.

Como alternativa, o adicionalmente, cuando el eNB 204 detecta una congestión, este puede notificar la congestión (por ejemplo, 210) a la red principal (por ejemplo, Pasarela de Servicio (S-GW) y Pasarela de Red de Datos por Paquetes (P-GW)). Esto permite que la red principal tome decisiones que pueden ayudar a mitigar la congestión en el eNB 204.

La figura 3 ilustra un protocolo de intercambio de mensaje a modo de ejemplo 300 entre un UE 302 y un eNB 304 para una eliminación de paquetes asistida por UE. La eliminación de paquetes asistida por UE permite que el UE 302 solicite que el eNB 304 elimine paquetes de acuerdo con un esquema de prioridad solicitado por el UE 302 con el fin de mejorar la experiencia de usuario, en particular en los servicios OTT.

Tal como se analiza, los flujos de datos se pueden poner en correspondencia con portadoras usando los QCI. Paquetes de flujos diferentes pueden tener el mismo QCI, tal como cuando múltiples programas de usuario (por ejemplo, navegación web y chat de vídeo) usan el mismo QCI (por ejemplo, el QCI 9 por defecto). A los flujos de datos diferentes en un QCI dado se les pueden asignar unos sub-QCI diferentes. Además, los paquetes del mismo flujo de datos (que tienen el mismo QCI) se pueden clasificar adicionalmente al asignar unos sub-QCI diferentes. Cada sub-QCI puede tener sus propias características de QoS. Por ejemplo, en una realización, la portadora por defecto (el QCI 9) soporta dos sub-clases: sub-QCI 1 y sub-QCI 2, cada uno con sus propias características de QoS como umbral de retardo, prioridad y así sucesivamente. En una realización alternativa, la portadora por defecto (el QCI 9) soporta dos sub-clases de sub-QCI, el QCI 8 soporta tres sub-clases de sub-QCI, y el QCI 7 soporta cuatro sub-clases de sub-QCI. También son posibles otras combinaciones con QCI diferentes que soportan sub-clases de sub-QCI diferentes. Por lo tanto, se usan características de sub-QCI en la gestión intra-QCI y se usan características de QCI en la gestión inter-QCI.

El uso de los sub-QCI permite que el UE solicite que los paquetes que tienen un sub-QCI se eliminen de acuerdo con un criterio que difiere del criterio usado para eliminar paquetes con un sub-QCI diferente. En la operación 306, un eNB 304 que soporta una eliminación de paquetes asistida por UE informa al UE 302 y proporciona los ajustes

que soportará el mismo. Tales ajustes incluyen, por ejemplo, el número de valores de sub-QCI de cada QCI que soportará el eNB 304. Esta información se envía en algunas realizaciones usando un mensaje de Control de Recursos de Radio (RRC). Un mensaje de RRC de este tipo puede ser un mensaje de RRC nuevo o un mensaje de RRC existente que se puede reasignar para incluir la información descrita anteriormente (por ejemplo, que el eNB 304 soporta una eliminación de paquetes asistida por UE y los ajustes necesarios asociados con la misma).

En la operación 308, el UE 302 envía un mensaje al eNB 304 que activa su funcionalidad de eliminación de paquetes de sub-QCI para los QCI y los sub-QCI identificados. En una realización, el mensaje contiene:

- (1) el QCI;
- (2) el sub-QCI;
- (3) la información de flujo de datos tal como número de puerto, dirección de IP, tipo de protocolo, y así sucesivamente;
- (4) el retardo tolerable (por ejemplo, el presupuesto de retardo para el tráfico de sub-QCI);
- (5) la información de clasificación de intra-flujo tal como el tamaño de paquete y/o información de carga útil y
- (6) el umbral de retardo de eliminación de paquetes (por ejemplo, retardo más allá del cual se deberían eliminar los paquetes).

El retardo tolerable determina el requisito de retardo del tráfico de sub-QCI correspondiente. Esto es lo mismo que el "presupuesto de retardo" para la detección de congestión analizada junto con la figura 4 posterior. No obstante, un paquete se puede seguir entregando incluso si su retardo supera el retardo tolerable debido a que es el eNB, y no el UE, quien decide cuándo se eliminan los paquetes. Si el umbral de retardo de eliminación de paquetes se establece a menor que el retardo tolerable, entonces los paquetes entregados tendrán un retardo menor que el retardo tolerable.

En otras realizaciones, el mensaje puede contener o bien más o bien menos información y no es necesario que todos los campos enumerados se envíen en todas las realizaciones. Por ejemplo, tal como se explica posteriormente, alguna combinación de información de clasificación de intra-flujo y/o información de flujo de datos se puede usar para identificar qué paquetes se clasifican en qué sub-QCI. No obstante, si esa información ya es conocida por el eNB 304 o si esa información se transfiere en un mensaje diferente al eNB 304, entonces no es necesario que esa información se repita en este mensaje si la misma sigue siendo válida. El mensaje enviado como parte de la operación 308 puede ser un mensaje de RRC.

Parte o la totalidad de la información de clasificación de intra-flujo es usada por el eNB en algunas realizaciones para identificar qué paquetes se deberían asignar a qué sub-QCI. En otras realizaciones, parte o la totalidad de la información de flujo de datos se usa junto con la información de clasificación de intra-flujo para identificar qué paquete se asigna a qué sub-QCI. En aún otras realizaciones, parte o la totalidad de la información de flujo de datos se usa para identificar qué paquetes se asignan a qué sub-QCI. Por ejemplo, los paquetes de datos con un destino de puerto de IP de 7558 con un tamaño de paquete de menos de 200 bytes se deberían asignar al sub-QCI 2 y otros se deberían asignar al sub-QCI 1.

El umbral de retardo de eliminación de paquetes especifica el retardo después del cual un paquete para un sub-QCI dado se debería eliminar y no enviarse al UE. En algunas realizaciones, el umbral de retardo de eliminación de paquetes es un parámetro opcional. Si el eNB 304 no recibe el umbral de retardo de eliminación de paquetes en estas realizaciones, este utilizará un umbral por defecto o previamente conocido. Con múltiples sub-QCI, el retardo del sub-QCI de prioridad más alta se establece a un umbral más alto que un sub-QCI de prioridad más baja. Con una disposición de este tipo, cuando la red está congestionada, los paquetes de prioridad más baja se eliminarán antes que los paquetes de prioridad más alta. En una realización, el QCI 9 tiene dos sub-QCI. El sub-QCI de prioridad más baja (por ejemplo, el sub-QCI 1) tiene un umbral de 50 ms. El sub-QCI de prioridad más alta (por ejemplo, el sub-QCI 2) tiene un umbral de 100 ms.

Cuando el UE 302 inicia una eliminación de paquetes de sub-QCI, el eNB 304 mide el retardo que ha experimentado un paquete en la cola de Control de Enlace de Radio (RLC). Cuando un paquete se retira de la cola del RLC y está a punto de enviarse a la capa de Control de Acceso a Medios (MAC), el eNB comprobará si su retardo de puesta en cola de RLC es menor que el umbral de retardo para su sub-QCI. De ser así, el paquete se conserva y se envía a la capa de MAC. Si el retardo de puesta en cola de RLC supera el umbral de retardo, entonces el paquete se elimina. Para un retardo de puesta en cola de RLC igual al umbral de retardo, realizaciones diferentes o bien eliminan el paquete o bien conservan el paquete.

El modelo general para las redes de LTE es que el eNB 304 está a cargo y gestiona la red y los UE. Por lo tanto, en este modelo, el UE 302 no puede indicar al eNB 304 que realice acción particular alguna. El UE 302 puede solicitar acciones que el eNB 304 decide que realizará, pero el control último siempre reside en el eNB 304 y no en el UE 302. Por lo tanto, el eNB 304 puede eliminar paquetes antes de que los mismos alcancen el umbral de retardo designado en algunas realizaciones. Dicho de otra forma, el umbral de retardo puede ser solicitado por el UE 302, pero el eNB 304 puede ajustar el umbral de retardo más alto o más bajo en algunas realizaciones.

En algunas realizaciones, el UE 302 puede realizar la operación 308 múltiples veces con el fin de activar una funcionalidad de eliminación de paquetes de sub-QCI diferente (por ejemplo, para un sub-QCI y/o par de QCI/sub-QCI diferente).

5 A veces el UE 302 puede desear actualizar la información al eNB 304, tal como cambiar los umbrales de retardo u otra información usada por el eNB 304 en la eliminación de paquetes de sub-QCI. En la operación 310, el UE actualiza información de sub-QCI y la envía al eNB 304. El mensaje usado en la operación 310 puede contener parte o la totalidad de la información del mensaje en la operación 308 y que se ha descrito anteriormente.

10 En la operación 312, el UE 302 envía un mensaje de suspensión al eNB 304 con el fin de desactivar la funcionalidad de eliminación de paquetes de sub-QCI asistida por UE. La información en el mensaje puede desactivar la totalidad de esa funcionalidad de eliminación de paquetes o puede desactivar solo una funcionalidad de eliminación de paquetes para el QCI y/o sub-QCI designado.

15 La figura 4 ilustra un ejemplo 400 de una secuencia de paquetes 406 entre un eNB 404 y un UE 402 en donde se detecta un periodo de congestión. Algunas Especificaciones, tales como la Especificación Técnica de LTE de 3GPP 36.314, versión 11.1.0, Edición 11, publican métricas tales como tasa de descarte de paquetes, uso de Bloque de Recursos Físicos (PRB), retardo de paquete, de tasa de pérdida de Uu de paquetes (por ejemplo, interfaz aérea de LTE) y caudal de IP programado. No obstante, todas estas métricas se miden periódicamente y pueden no ser
 20 eficaces para evaluar la congestión y la experiencia de usuario cuando se usan aplicaciones en tiempo real tales como Voz Sobre IP (VOIP), videoconferencias y así sucesivamente. El diagrama de la figura 4 muestra cómo se puede implementar un mecanismo de medición y notificación de congestión basado en eventos. La idea básica está centrada en torno a detectar una ráfaga de paquetes que experimentan un retardo de puesta excesivo. Esto se denomina periodo de congestión en la presente divulgación. Una notificación de congestión se desencadena
 25 entonces usando uno o más umbrales.

Cada paquete de enlace descendente 408 se mide en el eNB frente a su presupuesto de retardo de QCI y/o presupuesto de retardo de sub-QCI. Si el retardo se encuentra dentro del tiempo designado, el paquete se marca con un "1" en la figura 4. Si, no obstante, el retardo supera el tiempo designado, este se marca con un "0" en la figura
 30 4. Estas designaciones, no obstante, son simplemente para facilitar la explicación y no es necesario que las realizaciones marquen o modifiquen de otro modo los paquetes de enlace descendente 408. Además, a cada paquete se le puede dar una marca de tiempo cuando el mismo se retira de la cola de RLC (por ejemplo, representado por la capa de RLC 424). La medición de retardo se ilustra, por ejemplo, mediante el módulo de retardo y de marca de tiempo 418. No obstante, la medición de retardo y el marcado de tiempo se pueden realizar
 35 mediante módulos diferentes e incluso medirse en puntos diferentes en el procesamiento de eNB de los paquetes de enlace descendente 408.

El eNB detecta periodos de congestión, por ejemplo, usando un módulo de detección de congestión 420. El módulo de detección de congestión 420 detecta una congestión usando un conjunto particular de criterios de detección. El
 40 criterio de detección incluye detectar el inicio del periodo de congestión mediante un criterio de inicio 410, el periodo de congestión 412 y detectar el fin del periodo de congestión 412 al detectar un criterio de fin 414.

Un periodo de congestión no empezará hasta que se cumpla el criterio de inicio 410. El criterio de inicio se cumple cuando ha tenido lugar cualquier paquete que no cumple el presupuesto de retardo (por ejemplo, paquetes de "0").
 45

El comienzo del periodo de congestión 412 se detecta mediante un paquete de "0" a continuación de paquetes de "1" (por ejemplo, el criterio de inicio 410). Dicho de otra forma, el primer paquete en donde el retardo supera el umbral designado marcará el comienzo de un periodo de congestión 412.

50 El periodo de congestión finaliza cuando se cumple el criterio de fin 414. El fin del periodo de congestión tiene lugar cuando tienen lugar C_2 paquetes sucesivos que no superan el umbral designado (por ejemplo, paquetes de "1"), y el periodo de congestión ha empezado. Un valor típico para C_2 es aproximadamente 10, aunque realizaciones diferentes pueden establecer C_2 a un valor más alto o más bajo.

55 La longitud del periodo de congestión se mide al restar la marca de tiempo del último paquete en un periodo de congestión con respecto al primer paquete en el periodo de congestión. La longitud del periodo de congestión es una medida del nivel de congestión. Si el periodo de congestión de longitud es más largo que un umbral dado, CP_1 , entonces la congestión se puede notificar a la red principal tal como se indica mediante la flecha 416.

60 En algunas realizaciones, los criterios además de un periodo de congestión de más de una longitud dada se usan para desencadenar la notificación del efecto de la congestión a la red principal. Por ejemplo, cuando tienen lugar eventos que empeoran la experiencia de un usuario, se puede notificar una congestión a la red principal. El criterio adicional puede ser detectado, por ejemplo, por el módulo de detección de experiencia de usuario 422. En general, la experiencia de un usuario en relación con información temporalmente sensible se basa en criterios tales como
 65 tasa de pérdida de paquetes y longitud de congestión. Si la tasa de pérdida de paquetes sube por encima de un determinado umbral, probablemente los usuarios no tendrán una experiencia buena. De forma similar, en lugar de

5 simplemente mirar la longitud de un periodo de congestión, comparar la longitud del periodo de congestión con una ventana de medición de tal modo que la congestión de una determinada longitud en una ventana definida se notificará a la red principal. Por lo tanto, se puede establecer un criterio que define cuándo un usuario está “contento” y cuando un usuario está “descontento”. Cuando el usuario está “descontento”, la congestión se puede notificar a la red principal.

10 En algunas realizaciones, se considera que un usuario está “contento” cuando, en una ventana dada, W , la tasa de pérdida de paquetes (por ejemplo, la tasa de descarte de paquetes) se encuentra por debajo de un umbral dado (por ejemplo, LR) y la longitud de un periodo de congestión es más corta que un segundo umbral de longitud (por ejemplo, CP_2). Los valores típicos establecen la longitud de ventana W a 2 segundos, la tasa de pérdida LR a un 10 % y el segundo umbral de longitud CP_2 a aproximadamente 0,5 segundos.

15 La tasa de pérdida de paquetes se mide en algunas realizaciones al contar el número de paquetes que se eliminan y/o se pierden de otro modo para un flujo. La tasa de pérdida de paquetes también se puede medir tal como se define en la norma TS 36.314, versión 11.1.0, Edición 11, a la que se ha hecho referencia previamente. La longitud de congestión se mide en algunas realizaciones de una forma similar a la analizada anteriormente (por ejemplo, un criterio de inicio, seguido de la detección del periodo de congestión), pero se establece dentro de una ventana de medición. La ventana de medición puede ser una ventana fija o puede ser una ventana deslizante. Por lo tanto, algunas realizaciones implementan la ventana de medición como una ventana fija y algunas realizaciones implementan la ventana de medición como una ventana deslizante. Siempre que un periodo de congestión dentro de la ventana supera el umbral CP_2 , se considera que el usuario está descontento.

25 La figura 5 ilustra un diagrama de flujo 500 a modo de ejemplo en donde un eNB detecta y notifica una congestión. El diagrama de la figura 5 ilustra, por ejemplo, una implementación representativa del módulo de detección de congestión 420 y la detección de experiencia de usuario 422.

30 El diagrama empieza en el indicador de inicio 502 cuando se encuentra disponible el siguiente paquete de enlace descendente. La operación 504 guarda la información acerca del paquete de enlace descendente de tal modo que la ventana, W , se puede evaluar, tal como se explica junto con el módulo de detección de experiencia de usuario 422 anteriormente.

35 La operación 528 evalúa si se ha detectado previamente un periodo de congestión. De ser así, el eNB está buscando el fin del periodo de congestión y la bifurcación de “sí” se lleva a la operación 534, que realiza pruebas para determinar el fin del periodo de congestión. Si no es así, entonces la bifurcación de “no” se lleva a la operación 530, que realiza pruebas para ver se ha cumplido si el criterio de inicio.

40 En una realización, el criterio de inicio se cumple cuando se han encontrado C_1 paquetes de enlace descendente consecutivos dentro del presupuesto de retardo designado para el QCI y/o sub-QCI. En cualquier instante después de ese evento, un paquete que no cae dentro del presupuesto de retardo para el QCI y/o sub-QCI comenzará un periodo de congestión. Aunque el criterio de inicio no se ha cumplido y no se ha detectado periodo de congestión alguno, la bifurcación de “no” 536 se lleva a la operación 522 que aguarda el siguiente paquete de enlace descendente tal como se indica mediante la bifurcación en bucle de “no” 524.

45 Una vez que se ha cumplido el criterio de inicio y se ha detectado el inicio de un periodo de congestión, la bifurcación de sí se lleva de la operación 530 a la operación 532 en donde se guarda la marca de tiempo del primer paquete en el periodo de congestión. Posteriormente, los paquetes se examinarán buscando el fin del periodo de detección tal como se ha descrito previamente.

50 Cuando la operación 534 detecta el fin del periodo de congestión, la bifurcación de “sí” se lleva a la operación 538, que calcula la longitud del periodo de congestión. Algunas realizaciones realizan esta operación al restar la marca de tiempo del último paquete en el periodo de congestión con respecto a la marca de tiempo del primer paquete en el periodo de congestión que se guardó en la operación 532. El fin del periodo de congestión se detecta cuando tienen lugar C_2 paquetes consecutivos que no superan el umbral de retardo de QCI / sub-QCI.

55 La operación 540 compara la longitud del periodo de congestión con un umbral (por ejemplo, CP_1) y, si la longitud es mayor que el umbral, la bifurcación de “sí” se lleva a la operación 520, que envía un mensaje de indicación de congestión a la red principal. Si el periodo de congestión es más corto que el umbral, entonces no se emprende acción alguna y el sistema aguarda el siguiente paquete (por ejemplo, la operación 522).

60 Las operaciones anteriores describen cómo una realización representativa detecta el criterio de inicio, aguarda el criterio de fin y entonces calcula la longitud del periodo de congestión al restar la marca de tiempo del primer paquete del periodo de congestión con respecto a la marca de tiempo del último paquete en el periodo de congestión. Si la longitud es mayor que el umbral, entonces este envía el mensaje de indicación de congestión. Una realización alternativa no espera hasta el fin del periodo de congestión antes de decidir si enviar, o no, el mensaje de indicación de congestión, basándose en la longitud del periodo de congestión. En una realización alternativa de este tipo, después de que el eNB detecte el inicio del periodo de congestión, la longitud del periodo de congestión se

actualiza a medida que llega cada paquete nuevo y, si la longitud supera el umbral en cualquier instante (por ejemplo, CPI), se envía el mensaje de indicación de congestión. Por lo tanto, en estas realizaciones, el eNB no esperará hasta el fin del periodo de congestión para determinar si enviar el mensaje de indicación de congestión. Una realización de este tipo se puede ilustrar al modificar la bifurcación de "sí" que sale de la operación 528 para que se bifurque a la operación 538, en lugar de la operación 534 tal como se indica.

Las operaciones descritas son las que pueden ser implementadas, por ejemplo, por el módulo de detección de congestión 420. La detección de experiencia de usuario también se indica en la figura 5, empezando con la operación 506. En la operación 506, se comprueba la tasa de pérdida de paquetes 506. Esto tiene lugar en algunas realizaciones al actualizar la tasa de pérdida a medida que llega cada paquete. En otras realizaciones, la tasa de pérdida se mide por otros módulos/lógica y la operación 506 representa una recuperación de la tasa de pérdida calculada en un programa de tiempo diferente.

La operación 508 comprueba la tasa de pérdida de paquetes para ver si esta es mayor que un umbral (por ejemplo, LR). De ser así, se toma la bifurcación de "sí" 510 y el mensaje de indicación de congestión se envía en la operación 520.

Aunque la realización de la figura 5 muestra que la tasa de pérdida se comprueba a medida que llega cada paquete, si la tasa de pérdida se mide en un programa diferente y no cambia con cada paquete, solo es necesario que las operaciones 506 y 508 se realicen cuando se actualiza la tasa de pérdida. De lo contrario, estas se pueden omitir para la presente iteración.

La operación 512 detecta si hay una congestión dentro de la ventana de medición. Dicho de otra forma, la operación 512 detecta si se ha detectado un periodo de congestión dentro de la ventana de medición actual. Un periodo de congestión se detecta tal como se describe en otra parte del presente documento, tal como cuando C_1 paquetes que no superan el umbral de retardo para un QCI y/o sub-QCI dado van seguidos de un paquete que supera, de hecho, el umbral de retardo para el QCI y/o sub-QCI. Si un periodo de congestión se detecta dentro de la ventana de medición, la bifurcación de "sí" se lleva a la operación 516, que detecta si la longitud del periodo de congestión dentro de la ventana supera un umbral (por ejemplo, CP_2). De ser así, entonces el mensaje de indicación de congestión se envía tal como se indica mediante la operación 520.

Si no hay congestión alguna dentro de la ventana de medición o si la longitud es menor que el umbral (por ejemplo, CP_2), entonces el sistema espera en la operación 522 hasta que ha llegado el siguiente paquete.

Las operaciones 506, 508, 512, 516 y 520 representan colectivamente unas operaciones que se pueden implementar mediante el módulo de detección de experiencia de usuario 422 para enviar un mensaje de indicación de congestión cuando el eNB detecta que un usuario no está "contento".

La figura 6 ilustra un mensaje 600 a modo de ejemplo para que un eNB notifique una congestión a la red principal, tal como el mensaje de indicación de congestión enviado por la operación 520 de la figura 5. El mensaje 600 representa la porción de "datos" de un mensaje de este tipo y las realizaciones del mensaje pueden contener encabezamientos y/u otra información. De forma similar, no es necesario que todos los campos identificados se envíen en cada mensaje en cada realización. Por lo tanto, un mensaje de este tipo puede comprender uno o más de:

- (1) Información de identificación de flujo de aplicaciones 602 tal como ID de portadora, QCI, sub-QCI y/u otra información de este tipo;
- (2) Tipo de evento 604, que en algunas realizaciones es un "1" que indica que un usuario no está "contento" o un "0" que indica que un periodo de congestión ha superado el umbral (por ejemplo, CP_1);
- (3) Longitud del periodo de congestión; y
- (4) Tasa de eliminación de paquetes.

ARQUITECTURA DE DISPOSITIVO Y MEDIO LEGIBLE POR MÁQUINA A MODO DE EJEMPLO

La figura 7 ilustra un diagrama de bloques de sistema de un dispositivo inalámbrico 700, de acuerdo con algunas realizaciones. Un dispositivo inalámbrico 700 de este tipo puede representar, por ejemplo, un eNB y/o un UE tal como se describe junto con las figuras 1-6 anteriores. Los procedimientos, intercambios de mensaje, y así sucesivamente descritos anteriormente son adecuados para su implementación en el dispositivo 700 ilustrado.

El dispositivo 700 puede incluir un procesador 704, una memoria 706, un transceptor 708, unas antenas 710, unas instrucciones 712, 714 y, posiblemente, otros componentes (no mostrados).

El procesador 704 comprende una o más unidades de procesamiento central (CPU), unidades de procesamiento de gráficos (GPU), unidades de procesamiento acelerado (APU), procesadores de señales, o diversas combinaciones de los mismos. El procesador 704 proporciona unas funcionalidades de procesamiento y de control para el dispositivo 700 y puede implementar los diagramas de flujo y la lógica descritos anteriormente para los eNB y los UE de las figuras 1-6.

5 La memoria 706 comprende una o más unidades de memoria transitoria y/o estática configuradas para almacenar unas instrucciones 712, 714 y datos para el dispositivo 700. El transceptor 708 comprende uno o más transceptores incluyendo, para una estación o respondedor apropiado, una antena de múltiples entradas y múltiples salidas (MIMO) para soportar comunicaciones MIMO. Para el dispositivo 700, el transceptor 708 recibe transmisiones y transmite transmisiones. El transceptor 708 se puede acoplar con las antenas 710, que representan una antena o múltiples antenas, según sea apropiado para el dispositivo 700. El UE y el eNB pueden operar en una banda primaria y una banda secundaria y se pueden adaptar para sintonizarse con cualquier banda secundaria a la que se conceda licencia.

10 Las instrucciones 712, 714 comprenden uno o más conjuntos de instrucciones o firmware/software ejecutados en un dispositivo informático (o máquina) para dar lugar a que un dispositivo informático (o máquina) de este tipo realice cualquiera de las metodologías analizadas en el presente documento. Las instrucciones 712, 714 (a las que también se hace referencia como instrucciones ejecutables por ordenador o por máquina) pueden residir, completa o al menos parcialmente, dentro del procesador 704 y/o la memoria 706 durante la ejecución de las mismas por el dispositivo 700. Aunque las instrucciones 712 y 714 se ilustran como separadas, las mismas pueden ser parte del mismo todo. El procesador 704 y la memoria 706 también comprenden medios de almacenamiento legibles por máquina. Las instrucciones 712 y 714 pueden implementar, por ejemplo, la totalidad o parte del flujo asociado con la figura 5 u otras operaciones descritas atribuidas a los eNB y/o el UE. Adicionalmente, o como alternativa, las instrucciones 712 y 714 pueden implementar otro procesamiento y funcionalidad analizados junto con las otras realizaciones anteriores.

CONJUNTO DE CIRCUITOS DE PROCESAMIENTO

25 En la figura 7, unas funcionalidades de procesamiento y de control se ilustran como provistas por el procesador 704 junto con las instrucciones 712 y 714 asociadas. No obstante, estos son solo ejemplos de un conjunto de circuitos de procesamiento que comprenden un conjunto de circuitos o lógica programable (por ejemplo, como englobados dentro de un procesador de propósito general 804 u otro procesador programable) que se configura de forma temporal mediante software o firmware para realizar determinadas operaciones. En diversas realizaciones, un conjunto de circuitos de procesamiento puede comprender una lógica o conjunto de circuitos dedicados que se configuran de forma permanente (por ejemplo, dentro de un procesador de propósito especial, un circuito integrado para aplicaciones específicas (ASIC) o una agrupación) para realizar determinadas operaciones. Se apreciará que una decisión de implementar un conjunto de circuitos de procesamiento mecánicamente, en un conjunto de circuitos dedicado y configurado permanentemente, o en un conjunto de circuitos configurado de forma temporal (por ejemplo, configurado por software) puede estar impulsada por el coste, el tiempo, el uso de energía, el tamaño de paquete u otras consideraciones.

30 Por consiguiente, se debería entender que la expresión “conjunto de circuitos de procesamiento” engloba una entidad tangible, ya sea una entidad construida físicamente, configurada permanentemente (por ejemplo, cableada), o que se configure de forma temporal (por ejemplo, programada) para operar de una determinada forma o para realizar determinadas operaciones descritas en el presente documento.

MEDIO LEGIBLE POR MÁQUINA

45 Las instrucciones 712, 714 se ilustran como almacenadas en la memoria 706 y/o en el procesador 704. Aunque se muestra en una realización a modo de ejemplo que la memoria 706 y/o el procesador 704 son un único medio, la expresión “medio legible por máquina” puede incluir un único medio o múltiples medios (por ejemplo, una base de datos centralizada o distribuida, y/o servidores y memorias caché asociadas) que almacenan las una o más instrucciones o estructuras de datos. También se debería interpretar que la expresión “medio legible por máquina” incluye cualquier medio tangible que sea capaz de almacenar, codificar o portar instrucciones para su ejecución por la máquina y que dan lugar a que la máquina realice una o más cualesquiera de las metodologías de la presente invención, o que sea capaz de almacenar, codificar o portar estructuras de datos utilizadas por o asociadas con tales instrucciones. Por consiguiente, se interpretará que la expresión “medio legible por máquina” incluye, pero no se limita a, memorias de estado sólido y medios ópticos y magnéticos. Ejemplos específicos de medios legibles por máquina incluyen memoria no volátil, incluyendo, a modo de ejemplo, dispositivos de memoria de semiconductores, por ejemplo, memoria de solo lectura programable borrable (EPROM), memoria de solo lectura programable eléctricamente borrable (EEPROM) y dispositivos de memoria flash; discos magnéticos tales como discos duros internos y discos extraíbles; discos magnetoópticos; y discos de tipo CD-ROM y DVD-ROM. La expresión medio legible por máquina excluye específicamente señales no reglamentarias de por sí.

60 MEDIO DE TRANSMISIÓN

Las instrucciones 712/714 se pueden transmitir o recibir adicionalmente tal como por el conjunto de circuitos de transceptor 708 y/o las antenas 710 usando un medio de transmisión. Las instrucciones 712/714 se pueden transmitir usando uno cualquiera de un número de protocolos de transferencia bien conocidos. Un medio de transmisión engloba mecanismos mediante los cuales se transmiten las instrucciones 712/714, tales como redes de comunicación. Se debería interpretar que la expresión “medio de transmisión” incluye cualquier medio intangible que

sea capaz de almacenar, codificar o portar instrucciones para su ejecución por la máquina, e incluye señales de comunicaciones digitales o analógicas u otros medios intangibles para facilitar la comunicación de tal software.

Aunque se ha descrito una realización con referencia a realizaciones a modo de ejemplo específicas, será evidente que se pueden hacer diversas modificaciones y cambios a estas realizaciones sin apartarse del espíritu y el alcance, más amplios, de la invención. Por consiguiente, la memoria descriptiva y los dibujos se han de considerar en un sentido ilustrativo en lugar de restrictivo. Los dibujos adjuntos que forman una parte de la misma, muestran a modo de ilustración, y no de limitación, realizaciones específicas en las que se puede poner en práctica la materia objeto. Las realizaciones ilustradas se describen con detalle suficiente para posibilitar que los expertos en la materia pongan en práctica las enseñanzas divulgadas en el presente documento. Otras realizaciones se pueden utilizar y obtenerse a partir de las mismas, de tal modo que se pueden hacer sustituciones y cambios estructurales y lógicos sin apartarse del alcance de la presente divulgación. La presente descripción detallada, por lo tanto, no se ha de interpretar en un sentido limitante, y el alcance de diversas realizaciones se define solo mediante las reivindicaciones adjuntas, junto con la gama completa de equivalentes a la que tienen derecho tales reivindicaciones.

Se puede hacer referencia en el presente documento a tales realizaciones de la materia objeto inventiva, individual y/o colectivamente, mediante la expresión "invención" meramente por razones de conveniencia y sin tener por objeto limitar voluntariamente el alcance de la presente solicitud a invención o concepto inventivo individual alguno si, de hecho, se divulga más de uno. Por lo tanto, aunque en el presente documento se han ilustrado y descrito realizaciones específicas, se debería apreciar que cualquier disposición calculada para lograr el mismo fin puede sustituir a las realizaciones específicas mostradas. Se tiene por objeto que la presente divulgación cubra todas y cada una de las adaptaciones o variaciones de diversas realizaciones. Algunas combinaciones de las realizaciones anteriores, y otras realizaciones no descritas específicamente en el presente documento, serán evidentes a los expertos en la materia tras la revisión de la descripción anterior.

Lo siguiente representa realizaciones a modo de ejemplo:

Ejemplo 1. Un método realizado por un nodo B potenciado (eNB) que comprende:

recibir, de un equipo de usuario (UE), un primer mensaje para iniciar una eliminación de paquetes de sub-identificador de clase de calidad de servicio (sub-QCI), comprendiendo el primer mensaje un sub-QCI para un QCI;
 identificar un umbral de retardo de eliminación de paquetes para el sub-QCI;
 someter a prueba si un paquete que pertenece al sub-QCI supera el umbral de retardo; y
 en respuesta a que el paquete supere el umbral de retardo, eliminar el paquete.

Ejemplo 2. El método del ejemplo 1, que comprende adicionalmente recibir un segundo mensaje a partir del UE que actualiza la información de sub-QCI.

Ejemplo 3. El método del ejemplo 1, en donde el primer mensaje comprende al menos uno de:

información de clasificación de flujo de Protocolo de Internet (IP);
 el umbral de retardo de eliminación de paquetes para el sub-QCI; y
 un parámetro de clasificación de intra-flujo.

Ejemplo 4. El método de los ejemplos 1 2 o 3, en donde el primer mensaje comprende una pluralidad de sub-QCI para el QCI.

Ejemplo 5. El método del ejemplo 4, en donde para cada uno de la pluralidad de sub-QCI, el primer mensaje comprende al menos uno de:

información de clasificación de flujo de Protocolo de Internet (IP);
 el umbral de retardo para el sub-QCI; y
 un parámetro de clasificación de intra-flujo.

Ejemplo 6. El método del ejemplo 5, en donde la pluralidad de sub-QCI se priorizan y en donde el umbral de retardo para un sub-QCI de prioridad más alta es más largo que el umbral de retardo para un sub-QCI de prioridad más baja.

Ejemplo 7. El método de los ejemplos 1, 2 o 3 que comprende adicionalmente recibir del UE un mensaje de desactivación que desactiva la eliminación de paquetes de sub-QCI.

Ejemplo 8. Un nodo B potenciado (eNB) que comprende:

al menos una antena;
 un conjunto de circuitos de transceptor acoplado con la al menos una antena;

memoria;
 un procesador acoplado con la memoria y el conjunto de circuitos de transceptor; e
 instrucciones, almacenadas en la memoria, que, cuando se ejecutan, dan lugar a que el procesador:

5 reciba, de un equipo de usuario (UE), un primer mensaje para iniciar una eliminación de paquetes de sub-
 identificador de clase de calidad de servicio (sub-QCI), comprendiendo el primer mensaje un sub-QCI
 para un QCI;
 identifique un umbral de retardo para el sub-QCI;
 10 someta a prueba si un paquete que pertenece al sub-QCI supera el umbral de retardo; y
 en respuesta a que el paquete supere el umbral de retardo, elimine el paquete.

Ejemplo 9. El eNB del ejemplo 8, en donde las instrucciones dan lugar adicionalmente al proceso o a que se
 reciba un segundo mensaje a partir del UE que actualiza la información de sub-QCI.

15 Ejemplo 10. El eNB del ejemplo 8, en donde el primer mensaje comprende al menos uno de:

información de clasificación de flujo de Protocolo de Internet (IP);
 el umbral de retardo para el sub-QCI; y

20 un parámetro de clasificación de intra-flujo.

Ejemplo 11. El eNB de los ejemplos 8, 9 o 10 en donde el primer mensaje comprende una pluralidad de sub-QCI
 para el QCI.

25 Ejemplo 12. El eNB del ejemplo 11, en donde para cada uno de la pluralidad de sub-QCI, el primer mensaje
 comprende al menos uno de:

información de clasificación de flujo de Protocolo de Internet (IP);
 el umbral de retardo para el sub-QCI; y
 30 un parámetro de clasificación de intra-flujo.

Ejemplo 13. El eNB del ejemplo 12, en donde la pluralidad de sub-QCI se priorizan y en donde el umbral de
 retardo para un sub-QCI de prioridad más alta es más largo que el umbral de retardo para un sub-QCI de
 35 prioridad más baja.

Ejemplo 14. El eNB de los ejemplos 8, 9 o 10 en donde las instrucciones dan lugar adicionalmente a que el
 procesador reciba del UE un mensaje de desactivación que desactiva la eliminación de paquetes de sub-QCI.

40 Ejemplo 15. Equipo de usuario (UE) que comprende:

al menos una antena;
 un conjunto de circuitos de transceptor acoplado con la al menos una antena;
 memoria;
 un procesador acoplado con la memoria y el conjunto de circuitos de transceptor; e
 45 instrucciones, almacenadas en la memoria, que, cuando se ejecutan, dan lugar a que el procesador:

envíe, a un nodo B potenciado (eNB), un primer mensaje para iniciar una eliminación de paquetes de sub-
 identificador de clase de calidad de servicio (sub-QCI) por el eNB, comprendiendo el primer mensaje un
 sub-QCI para un QCI;
 50 reciba una pluralidad de paquetes de datos a partir del eNB; y
 envíe al eNB un segundo mensaje para suspender la eliminación de paquetes de sub-QCI por el eNB.

Ejemplo 16. El UE del ejemplo 15, en donde las instrucciones dan lugar adicionalmente a que el procesador
 envíe un mensaje de actualización al eNB que actualiza la información de sub-QCI.

55 Ejemplo 17. El UE de los ejemplos 15 o 16 en donde el primer mensaje comprende una pluralidad de sub-QCI
 para el QCI y en donde para cada uno de la pluralidad de sub-QCI, el primer mensaje comprende al menos uno
 de:

información de clasificación de flujo de Protocolo de Internet (IP);
 el umbral de retardo para el sub-QCI; y
 60 un parámetro de clasificación de intra-flujo.

Ejemplo 18. Un medio legible por máquina que tiene unas instrucciones ejecutables incorporadas en el mismo
 que, cuando se ejecutan, configuran un dispositivo para:

65

recibir, de un equipo de usuario (UE), un primer mensaje para iniciar una eliminación de paquetes de sub-identificador de clase de calidad de servicio (sub-QCI), comprendiendo el primer mensaje un sub-QCI para un QCI;

identificar un umbral de retardo para el sub-QCI;

5 someter a prueba si un paquete que pertenece al sub-QCI supera el umbral de retardo; y
en respuesta a que el paquete supere el umbral de retardo, eliminar el paquete.

10 Ejemplo 19. El medio legible por máquina del ejemplo 18, en donde las instrucciones dan lugar adicionalmente a que el procesador reciba un mensaje de suspensión a partir del UE y, en respuesta a la recepción del mensaje de suspensión, termine de eliminar los paquetes que superan el umbral de retardo.

15 Ejemplo 20. El medio legible por máquina de los ejemplos 18 o 19 en donde el primer mensaje comprende una pluralidad de sub-QCI para el QCI y en donde para cada uno de la pluralidad de sub-QCI, el primer mensaje comprende al menos uno de:

información de clasificación de flujo de Protocolo de Internet (IP);

el umbral de retardo para el sub-QCI; y

un parámetro de clasificación de intra-flujo.

20 Ejemplo 21. Un método realizado por un nodo B potenciado (eNB) que comprende:

identificar un retardo de identificador de clase de calidad de servicio (QCI) para cada uno de una pluralidad de paquetes de enlace descendente;

25 determinar si el retardo de QCI para cada uno de la pluralidad de paquetes de enlace descendente supera un umbral de retardo;

determinar un inicio de un periodo de congestión en respuesta a que un número de paquetes de enlace descendente consecutivos que no superan el umbral de retardo alcance un primer umbral de recuento seguido de un paquete de enlace descendente que supera, de hecho, el umbral de retardo;

30 determinar un fin del periodo de congestión en respuesta a que un número de paquetes de enlace descendente consecutivos que no superan el umbral de retardo alcance un segundo umbral de recuento;

determinar una longitud del periodo de congestión; y

enviar un mensaje de indicación de congestión a una red principal cuando la longitud del periodo de congestión supera un primer umbral de longitud.

35 Ejemplo 22. El método del ejemplo 21, en donde el segundo umbral de recuento es el mismo que el primer umbral de recuento.

40 Ejemplo 23. El método del ejemplo 21, en donde a cada paquete se le asigna una marca de tiempo cuando se retira de la cola de una capa de Control de Enlace de Radio del eNB y en donde la longitud del periodo de congestión se calcula al restar la marca de tiempo en un último paquete del periodo de congestión con respecto a la marca de tiempo de un primer paquete del periodo de congestión.

Ejemplo 24. El método de los ejemplos 21, 22 o 23 que comprende adicionalmente:

45 establecer una ventana que define una longitud de tiempo dentro de la cual se examinarán paquetes de enlace descendente;

recuperar un segundo umbral de longitud; y

enviar el mensaje de indicación de congestión a la red principal en respuesta a que la longitud del periodo de congestión supere el segundo umbral de longitud dentro de la ventana.

50 Ejemplo 25. El método del ejemplo 24, que comprende adicionalmente:

calcular una tasa de descarte de paquetes dentro de la ventana;

55 enviar el mensaje de indicación de congestión a la red principal en respuesta a que la tasa de descarte de paquetes supere un umbral de tasa de descarte.

Ejemplo 26. El método de los ejemplos 21, 22 o 23 en donde el periodo de congestión se mide de una forma por portadora.

60 Ejemplo 27. Un nodo B potenciado (eNB) que comprende: al menos una antena;

un conjunto de circuitos de transceptor acoplado con la al menos una antena;

memoria;

un procesador acoplado con la memoria y el conjunto de circuitos de transceptor; e

65 instrucciones, almacenadas en la memoria, que, cuando se ejecutan, dan lugar a que el procesador:

identifique un retardo de identificador de clase de calidad de servicio (QCI) para cada uno de una pluralidad de paquetes de enlace descendente;
determine si el retardo de QCI para cada uno de la pluralidad de paquetes de enlace descendente supera un umbral de retardo;
5 determine un inicio de un periodo de congestión en respuesta a que un número de paquetes de enlace descendente consecutivos que no superan el umbral de retardo alcance un primer umbral de recuento seguido de un paquete de enlace descendente que supera, de hecho, el umbral de retardo;
determine un fin del periodo de congestión en respuesta a que un número de paquetes de enlace descendente consecutivos que no superan el umbral de retardo alcance un segundo umbral de recuento;
10 determine una longitud del periodo de congestión; y
envíe un mensaje de indicación de congestión a una red principal cuando la longitud del periodo de congestión supera un primer umbral de longitud.

15 Ejemplo 28. El eNB del ejemplo 27, en donde el segundo umbral de recuento es el mismo que el primer umbral de recuento.

Ejemplo 29. El eNB del ejemplo 27, en donde a cada paquete se le asigna una marca de tiempo cuando se retira de la cola de una capa de Control de Enlace de Radio del eNB y en donde la longitud del periodo de congestión se calcula al restar la marca de tiempo en un último paquete del periodo de congestión con respecto a la marca de tiempo de un primer paquete del periodo de congestión.

Ejemplo 30. El eNB del ejemplo 27, en donde las instrucciones dan lugar adicionalmente a que el procesador:

25 establezca una ventana que define una longitud de tiempo dentro de la cual se examinarán paquetes de enlace descendente;
recupere un segundo umbral de longitud; y
envíe el mensaje de indicación de congestión a la red principal en respuesta a que la longitud del periodo de congestión supere el segundo umbral de longitud dentro de la ventana.

30 Ejemplo 31. El eNB del ejemplo 30, en donde las instrucciones dan lugar adicionalmente a que el procesador:

calcule una tasa de descarte de paquetes dentro de la ventana;
envíe el mensaje de indicación de congestión a la red principal en respuesta a que la tasa de descarte de paquetes supere un umbral de tasa de descarte.

35 Ejemplo 32. El eNB de los ejemplos 27, 28, 29, 30 o 31 en donde el periodo de congestión se mide de una forma por portadora.

40 Ejemplo 33. Un medio legible por máquina que tiene unas instrucciones ejecutables incorporadas en el mismo que, cuando se ejecutan, configuran un dispositivo para:

45 identificar un retardo de identificador de clase de calidad de servicio (QCI) para cada uno de una pluralidad de paquetes de enlace descendente;
determinar si el retardo de QCI para cada uno de la pluralidad de paquetes de enlace descendente supera un umbral de retardo;
determinar un inicio de un periodo de congestión en respuesta a que un número de paquetes de enlace descendente consecutivos que no superan el umbral de retardo alcance un primer umbral de recuento seguido de un paquete de enlace descendente que supera, de hecho, el umbral de retardo;
50 determinar un fin del periodo de congestión en respuesta a que un número de paquetes de enlace descendente consecutivos que no superan el umbral de retardo alcance un segundo umbral de recuento;
determinar una longitud del periodo de congestión; y
enviar un mensaje de indicación de congestión a una red principal cuando la longitud del periodo de congestión supera un primer umbral de longitud.

55 Ejemplo 34. El medio legible por máquina del ejemplo 33, en donde el segundo umbral de recuento es el mismo que el primer umbral de recuento.

60 Ejemplo 35. El medio legible por máquina del ejemplo 33, en donde a cada paquete se le asigna una marca de tiempo cuando se retira de la cola de una capa de Control de Enlace de Radio y en donde la longitud del periodo de congestión se calcula al restar la marca de tiempo en un último paquete del periodo de congestión con respecto a la marca de tiempo de un primer paquete del periodo de congestión.

Ejemplo 36. El medio legible por máquina de los ejemplos 33, 34 o 35 en donde las instrucciones configuran adicionalmente el dispositivo para:

65

establecer una ventana que define una longitud de tiempo dentro de la cual se examinarán paquetes de enlace descendente;
recuperar un segundo umbral de longitud; y
enviar el mensaje de indicación de congestión a la red principal en respuesta a que la longitud del periodo de congestión supere el segundo umbral de longitud dentro de la ventana.

5

Ejemplo 37. El medio legible por máquina del ejemplo 36, en donde las instrucciones configuran adicionalmente el dispositivo para:

calcular una tasa de descarte de paquetes dentro de la ventana;
enviar el mensaje de indicación de congestión a la red principal en respuesta a que la tasa de descarte de paquetes supere un umbral de tasa de descarte.

10

Ejemplo 38. El medio legible por máquina de los ejemplos 33, 34 o 35 en donde el periodo de congestión se mide de una forma por portadora.

15

Ejemplo 39. Un nodo B potenciado (eNB) que comprende un conjunto de circuitos de procesamiento de hardware que comprende:

un conjunto de circuitos de procesamiento de detección de congestión configurado para:
identificar un retardo de identificador de clase de calidad de servicio (QCI) para cada uno de una pluralidad de paquetes de enlace descendente;
determinar si el retardo de QCI para cada uno de la pluralidad de paquetes de enlace descendente supera un umbral de retardo;
determinar un inicio de un periodo de congestión en respuesta a un criterio de inicio;
determinar un fin del periodo de congestión en respuesta a que un número de paquetes de enlace descendente consecutivos que no superan el umbral de retardo alcance un segundo umbral de recuento;
determinar una longitud del periodo de congestión; y
enviar un mensaje de indicación de congestión a una red principal cuando la longitud del periodo de congestión supera un primer umbral de longitud; y
un conjunto de circuitos de procesamiento de eliminación de paquetes de sub-identificador de clase de calidad de servicio (sub-QCI) configurado para:

20

25

30

35

40

recibir, de un equipo de usuario (UE), un primer mensaje para iniciar una eliminación de paquetes de sub-QCI, comprendiendo el primer mensaje un sub-QCI para un QCI;
identificar un umbral de retardo de eliminación de paquetes de sub-QCI para el sub-QCI;
someter a prueba si un paquete que pertenece al sub-QCI supera el umbral de retardo de sub-QCI;
y
en respuesta a que el paquete que pertenece al sub-QCI supere el umbral de retardo, tomar una decisión acerca de si eliminar el paquete que pertenece al sub-QCI.

Ejemplo 40. El eNB del ejemplo 39, en donde el criterio de inicio tiene lugar tras superar un primer paquete el umbral de retardo después de no superar al menos un paquete el umbral de retardo.

Ejemplo 41. El eNB del ejemplo 39, en donde a cada paquete de la pluralidad de paquetes se le asigna una marca de tiempo cuando se retira de la cola de una capa de Control de Enlace de Radio del eNB y en donde la longitud del periodo de congestión se calcula al restar la marca de tiempo en un último paquete del periodo de congestión con respecto a la marca de tiempo de un primer paquete del periodo de congestión.

45

Ejemplo 42. El eNB de los ejemplos 39, 40 o 41 en donde el conjunto de circuitos de procesamiento de detección de congestión está configurado adicionalmente para:

50

establecer una ventana que define una longitud de tiempo dentro de la cual se examinarán paquetes de enlace descendente;
recuperar un segundo umbral de longitud; y
enviar el mensaje de indicación de congestión a la red principal en respuesta a que la longitud del periodo de congestión supere el segundo umbral de longitud dentro de la ventana.

55

Ejemplo 43. El eNB del ejemplo 42, en donde el conjunto de circuitos de procesamiento de detección de congestión está configurado adicionalmente para:

60

calcular una tasa de descarte de paquetes dentro de la ventana;
enviar el mensaje de indicación de congestión a la red principal en respuesta a que la tasa de descarte de paquetes supere un umbral de tasa de descarte.

65

Ejemplo 44. El eNB de los ejemplos 39, 40 o 41 en donde el periodo de congestión se mide de una forma por portadora.

5 Ejemplo 45. El eNB de los ejemplos 39, 40 o 41 en donde el conjunto de circuitos de procesamiento de eliminación de paquetes de sub-QCI está configurado adicionalmente para recibir un segundo mensaje a partir del UE que actualiza la información de sub-QCI.

Ejemplo 46. El eNB de los ejemplos 39, 40 o 41 en donde el primer mensaje comprende al menos uno de:

10 información de clasificación de flujo de Protocolo de Internet (IP);
el umbral de retardo de eliminación de paquetes de sub-QCI; y
un parámetro de clasificación de intra-flujo.

15 Ejemplo 47. El eNB de los ejemplos 39, 40 o 41 en donde el primer mensaje comprende una pluralidad de sub-QCI para el QCI y para cada uno de la pluralidad de sub-QCI, el primer mensaje comprende al menos uno de:

20 información de clasificación de flujo de Protocolo de Internet (IP);
el umbral de retardo de eliminación de paquetes de sub-QCI para el sub-QCI; y
un parámetro de clasificación de intra-flujo.

Ejemplo 48. El eNB del ejemplo 47, en donde la pluralidad de sub-QCI se priorizan y en donde el umbral de retardo para un sub-QCI de prioridad más alta es más largo que el umbral de retardo para un sub-QCI de prioridad más baja.

25 Ejemplo 49. Un método realizado por un nodo B potenciado (eNB) que comprende:

30 detectar una congestión en el eNB al realizar operaciones que comprenden:
identificar un retardo de identificador de clase de calidad de servicio (QCI) para cada uno de una pluralidad de paquetes de enlace descendente;
determinar si el retardo de QCI para cada uno de la pluralidad de paquetes de enlace descendente supera un umbral de retardo;
determinar un inicio de un periodo de congestión en respuesta a un criterio de inicio;
determinar un fin del periodo de congestión en respuesta a que un número de paquetes de enlace descendente consecutivos que no superan el umbral de retardo alcance un segundo umbral de recuento;
35 determinar una longitud del periodo de congestión; y
enviar un mensaje de indicación de congestión a una red principal cuando la longitud del periodo de congestión supera un primer umbral de longitud; y
utilizar una eliminación de paquetes de sub-identificador de clase de calidad de servicio (sub-QCI) al realizar operaciones que comprenden:

40 recibir, de un equipo de usuario (UE), un primer mensaje para iniciar una eliminación de paquetes de sub-QCI, comprendiendo el primer mensaje un sub-QCI para un QCI;
identificar un umbral de retardo de eliminación de paquetes de sub-QCI para el sub-QCI;
someter a prueba si un paquete que pertenece al sub-QCI supera el umbral de retardo de sub-QCI; y
45 en respuesta a que el paquete que pertenece al sub-QCI supere el umbral de retardo, tomar una decisión acerca de si eliminar el paquete que pertenece al sub-QCI.

50 Ejemplo 50. El método del ejemplo 49, en donde el criterio de inicio tiene lugar tras superar un primer paquete el umbral de retardo después de no superar al menos un paquete el umbral de retardo.

Ejemplo 51. El método del ejemplo 49, en donde a cada paquete de la pluralidad de paquetes se le asigna una marca de tiempo cuando se retira de la cola de una capa de Control de Enlace de Radio del eNB y en donde la longitud del periodo de congestión se calcula al restar la marca de tiempo en un último paquete del periodo de congestión con respecto a la marca de tiempo de un primer paquete del periodo de congestión.

55 Ejemplo 52. El método del ejemplo 49, en donde detectar una congestión comprende adicionalmente:

60 establecer una ventana que define una longitud de tiempo dentro de la cual se examinarán paquetes de enlace descendente;
recuperar un segundo umbral de longitud; y
enviar el mensaje de indicación de congestión a la red principal en respuesta a que la longitud del periodo de congestión supere el segundo umbral de longitud dentro de la ventana.

65 Ejemplo 53. El método del ejemplo 52, en donde detectar una congestión comprende adicionalmente:

calcular una tasa de descarte de paquetes dentro de la ventana; y
 enviar el mensaje de indicación de congestión a la red principal en respuesta a que la tasa de descarte de
 paquetes supere un umbral de tasa de descarte.

5 Ejemplo 54. El método del ejemplo 49, en donde el periodo de congestión se mide de una forma por portadora.

Ejemplo 55. El método del ejemplo 49, en donde utilizar un paquete de sub-QCI comprende adicionalmente
 recibir un segundo mensaje a partir del UE que actualiza la información de sub-QCI.

10 Ejemplo 56. El método del ejemplo 49, en donde el primer mensaje comprende al menos uno de:

información de clasificación de flujo de Protocolo de Internet (IP);
 el umbral de retardo de eliminación de paquetes de sub-QCI; y
 un parámetro de clasificación de intra-flujo.

15 Ejemplo 57. El método de los ejemplos 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55 o 56 en donde el primer mensaje comprende
 una pluralidad de sub-QCI para el QCI y para cada uno de la pluralidad de sub-QCI, el primer mensaje
 comprende al menos uno de:

20 información de clasificación de flujo de Protocolo de Internet (IP);
 el umbral de retardo de eliminación de paquetes de sub-QCI para el sub-QCI; y
 un parámetro de clasificación de intra-flujo.

25 Ejemplo 58. El método del ejemplo 57, en donde la pluralidad de sub-QCI se priorizan y en donde el umbral de
 retardo para un sub-QCI de prioridad más alta es más largo que el umbral de retardo para un sub-QCI de
 prioridad más baja.

Ejemplo 59. Un medio legible por máquina que tiene unas instrucciones ejecutables incorporadas en el mismo
 que, cuando se ejecutan, configuran un dispositivo para:

30 identificar un retardo de identificador de clase de calidad de servicio (QCI) para cada uno de una pluralidad de
 paquetes de enlace descendente;
 determinar si el retardo de QCI para cada uno de la pluralidad de paquetes de enlace descendente supera un
 umbral de retardo;
 35 determinar un inicio de un periodo de congestión en respuesta a un criterio de inicio;
 determinar un fin del periodo de congestión en respuesta a que un número de paquetes de enlace
 descendente consecutivos que no superan el umbral de retardo alcance un segundo umbral de recuento;
 determinar una longitud del periodo de congestión;
 40 enviar un mensaje de indicación de congestión a una red principal cuando la longitud del periodo de
 congestión supera un primer umbral de longitud;
 recibir, de un equipo de usuario (UE), un primer mensaje para iniciar una eliminación de paquetes de sub-
 QCI, comprendiendo el primer mensaje un sub-QCI para un QCI;
 identificar un umbral de retardo de eliminación de paquetes de sub-QCI para el sub-QCI;
 45 someter a prueba si un paquete que pertenece al sub-QCI supera el umbral de retardo de sub-QCI; y
 en respuesta a que el paquete que pertenece al sub-QCI supere el umbral de retardo, tomar una decisión
 acerca de si eliminar el paquete que pertenece al sub-QCI.

50 Ejemplo 60. El medio legible por máquina del ejemplo 59, en donde el criterio de inicio tiene lugar tras superar un
 primer paquete el umbral de retardo después de no superar al menos un paquete el umbral de retardo.

Ejemplo 61. El medio legible por máquina del ejemplo 59, en donde a cada paquete de la pluralidad de paquetes
 se le asigna una marca de tiempo cuando se retira de la cola de una capa de Control de Enlace de Radio del
 eNB y en donde la longitud del periodo de congestión se calcula al restar la marca de tiempo en un último
 55 paquete del periodo de congestión con respecto a la marca de tiempo de un primer paquete del periodo de
 congestión.

Ejemplo 62. El medio legible por máquina del ejemplo 59, en donde unas instrucciones configuraron
 adicionalmente el dispositivo para:

60 establecer una ventana que define una longitud de tiempo dentro de la cual se examinarán paquetes de
 enlace descendente;
 recuperar un segundo umbral de longitud; y
 enviar el mensaje de indicación de congestión a la red principal en respuesta a que la longitud del periodo de
 65 congestión supere el segundo umbral de longitud dentro de la ventana.

Ejemplo 63. El medio legible por máquina del ejemplo 62, en donde unas instrucciones configuraron adicionalmente el dispositivo para:

- 5 calcular una tasa de descarte de paquetes dentro de la ventana;
 enviar el mensaje de indicación de congestión a la red principal en respuesta a que la tasa de descarte de paquetes supere un umbral de tasa de descarte.

10 Ejemplo 64. El medio legible por máquina del ejemplo 59, en donde el periodo de congestión se mide de una forma por portadora.

 Ejemplo 65. El medio legible por máquina del ejemplo 59, en donde unas instrucciones configuraron adicionalmente el dispositivo para recibir un segundo mensaje a partir del UE que actualiza la información de sub-QCI.

15 Ejemplo 66. El medio legible por máquina del ejemplo 59, en donde el primer mensaje comprende al menos uno de:

- información de clasificación de flujo de Protocolo de Internet (IP);
20 el umbral de retardo de eliminación de paquetes de sub-QCI; y
 un parámetro de clasificación de intra-flujo.

 Ejemplo 67 El medio legible por máquina de los ejemplos 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65 o 66, en donde el primer mensaje comprende una pluralidad de sub-QCI para el QCI y para cada uno de la pluralidad de sub-QCI, el primer mensaje comprende al menos uno de:

- 25 información de clasificación de flujo de Protocolo de Internet (IP);
 el umbral de retardo de eliminación de paquetes de sub-QCI para el sub-QCI; y
 un parámetro de clasificación de intra-flujo.

30 Ejemplo 68. El medio legible por máquina del ejemplo 67, en donde la pluralidad de sub-QCI se priorizan y en donde el umbral de retardo para un sub-QCI de prioridad más alta es más largo que el umbral de retardo para un sub-QCI de prioridad más baja.

REIVINDICACIONES

1. Un método realizado por un nodo B potenciado eNB (204, 304, 404) que comprende:

5 detectar una congestión en el eNB al realizar operaciones que comprenden:

identificar un retardo de identificador de clase de calidad de servicio (QCI) para cada uno de una pluralidad de paquetes de enlace descendente (408);
 10 determinar si el retardo de QCI para cada uno de la pluralidad de paquetes de enlace descendente supera un umbral de retardo;
 enviar un mensaje de indicación de congestión a una red principal (416); y
 utilizar una eliminación de paquetes de sub-identificador de clase de calidad de servicio (sub-QCI) al realizar operaciones que comprenden:

15 recibir, de un equipo de usuario UE (202, 302, 402), un primer mensaje (308) para iniciar una eliminación de paquetes de sub-QCI, comprendiendo el primer mensaje un sub-QCI para un QCI;
 identificar un umbral de retardo de eliminación de paquetes de sub-QCI para el sub-QCI;
 someter a prueba si un paquete que pertenece al sub-QCI supera el umbral de retardo de sub-QCI; y
 20 en respuesta a que el paquete que pertenece al sub-QCI supere el umbral de retardo, tomar una decisión acerca de si eliminar el paquete que pertenece al sub-QCI,

caracterizado por que
 detectar una congestión comprende adicionalmente:

25 determinar un inicio de un periodo de congestión en respuesta a un criterio de inicio (410);
 determinar un fin del periodo de congestión (412) en respuesta a que un número de paquetes de enlace descendente consecutivos que no superan el umbral de retardo alcance un segundo umbral de recuento (414);
 30 determinar una longitud del periodo de congestión; y
 enviar un mensaje de indicación de congestión a una red principal (416) cuando la longitud del periodo de congestión supera un primer umbral de longitud.

2. El método de la reivindicación 1, en donde el criterio de inicio tiene lugar tras superar un primer paquete el umbral de retardo después de no superar al menos un paquete el umbral de retardo.

35 3. El método de las reivindicaciones 1 o 2, en donde a cada paquete de la pluralidad de paquetes se le asigna una marca de tiempo cuando se retira de la cola de una capa de Control de Enlace de Radio del eNB (204, 304, 404) y en donde la longitud del periodo de congestión se calcula al restar la marca de tiempo en un último paquete del periodo de congestión con respecto a la marca de tiempo de un primer paquete del periodo de congestión.

40 4. El método de cualquier reivindicación precedente, en donde detectar una congestión comprende adicionalmente:
 establecer una ventana que define una longitud de tiempo dentro de la cual se examinarán paquetes de enlace descendente;
 45 recuperar un segundo umbral de longitud; y
 enviar el mensaje de indicación de congestión a la red principal (416) en respuesta a que la longitud del periodo de congestión supere el segundo umbral de longitud dentro de la ventana.

50 5. El método de la reivindicación 4, en donde detectar una congestión comprende adicionalmente:
 calcular una tasa de descarte de paquetes dentro de la ventana; y
 enviar el mensaje de indicación de congestión a la red principal en respuesta a que la tasa de descarte de paquetes supere un umbral de tasa de descarte.

55 6. El método de cualquier reivindicación precedente, en donde el periodo de congestión se mide de una forma por portadora.

7. El método de cualquier reivindicación precedente, en donde utilizar un paquete de sub-QCI comprende adicionalmente recibir un segundo mensaje a partir del UE que actualiza la información de sub-QCI.

60 8. El método de cualquier reivindicación precedente en donde el primer mensaje comprende al menos uno de:
 información de clasificación de flujo de Protocolo de Internet (IP);
 el umbral de retardo de eliminación de paquetes de sub-QCI; y
 65 un parámetro de clasificación de intra-flujo.

9. El método de cualquier reivindicación precedente en donde el primer mensaje comprende una pluralidad de sub-QCI para el QCI y para cada uno de la pluralidad de sub-QCI, el primer mensaje comprende al menos uno de:
- 5 información de clasificación de flujo de Protocolo de Internet (IP);
 el umbral de retardo de eliminación de paquetes de sub-QCI para el sub-QCI; y
 un parámetro de clasificación de intra-flujo.
10. El método de la reivindicación 9, en donde la pluralidad de sub-QCI se priorizan y en donde el umbral de retardo para un sub-QCI de prioridad más alta es más largo que el umbral de retardo para un sub-QCI de prioridad más baja.
11. Un nodo B potenciado eNB (204, 304, 404) configurado para realizar el método según cualquier reivindicación precedente.
- 15 12. El eNB (204, 304, 404) de la reivindicación 11 en donde el eNB comprende adicionalmente un módulo de detección de experiencia de usuario (422).
- 20 13. El eNB (204, 304, 404) de la reivindicación 12 en donde el módulo de detección de experiencia de usuario (422) está configurado para determinar cuándo, en una ventana dada, una tasa de pérdida de paquetes se encuentra por debajo de un umbral dado y la longitud del periodo de congestión es más corta que un segundo umbral de longitud.
14. Equipo de usuario UE (202, 302, 402) que comprende:
- 25 al menos una antena;
 un conjunto de circuitos de transceptor acoplado con la al menos una antena;
 memoria;
 un procesador acoplado con la memoria y el conjunto de circuitos de transceptor; e
 instrucciones, almacenadas en la memoria, que, cuando se ejecutan, dan lugar a que el procesador:
- 30 envíe, a un nodo B potenciado (eNB (204, 304, 404), un primer mensaje (308) para iniciar una eliminación de paquetes de sub-identificador de clase de calidad de servicio, sub-QCI, por el eNB, comprendiendo el primer mensaje un sub-QCI para un QCI;
 reciba una pluralidad de paquetes de datos a partir del eNB; y
 envíe al eNB un segundo mensaje para suspender la eliminación de paquetes de sub-QCI por el eNB,
- 35 caracterizado por que
 iniciar una eliminación de paquetes de sub-QCI por el eNB comprende el método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-10.
- 40 15. El UE de la reivindicación 14, en donde las instrucciones dan lugar adicionalmente a que el procesador envíe un mensaje de actualización al eNB que actualiza la información de sub-QCI.

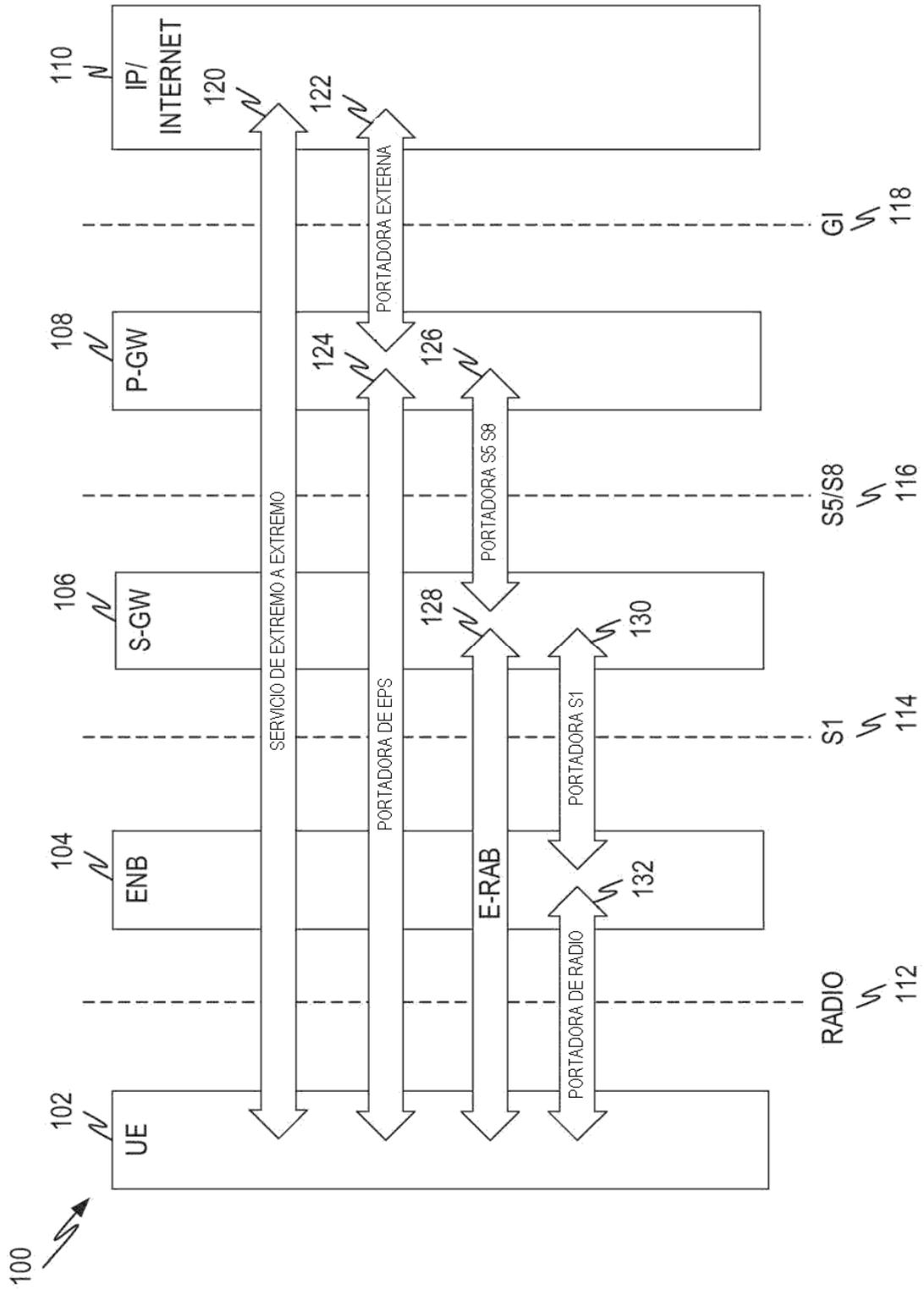


FIG. 1

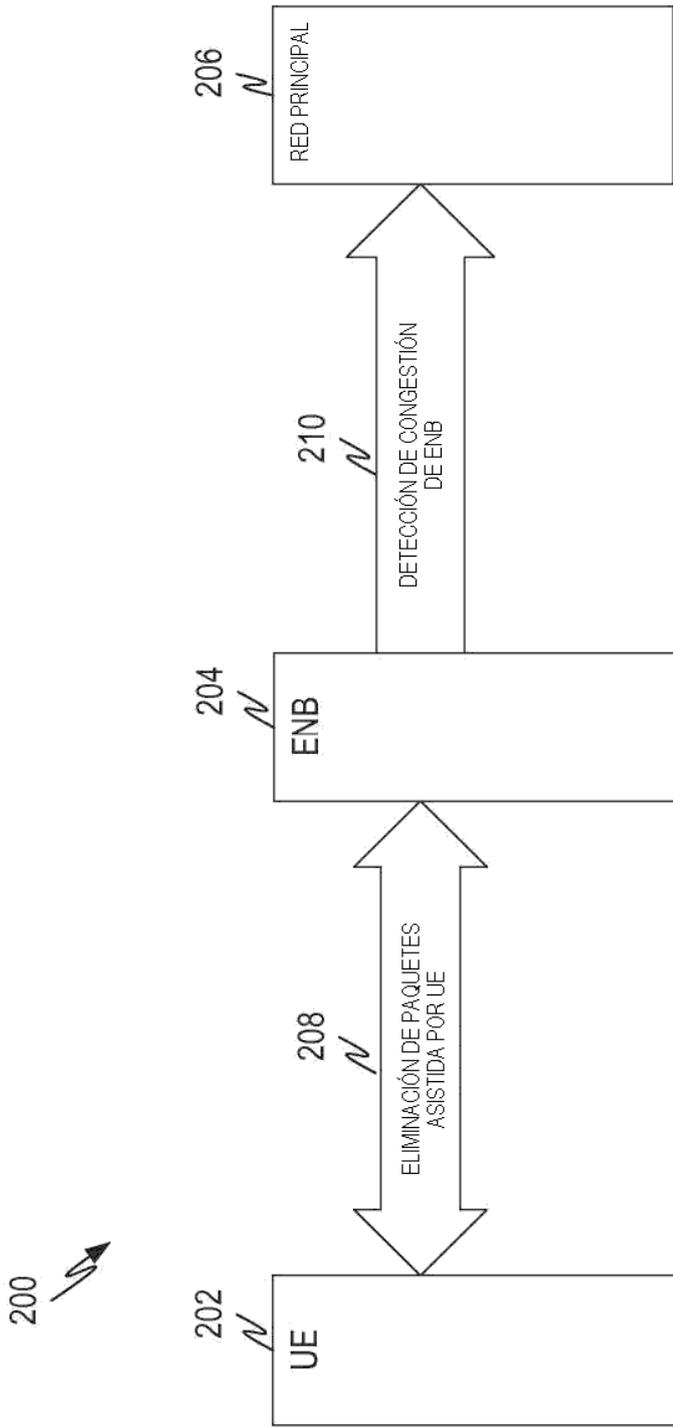


FIG. 2

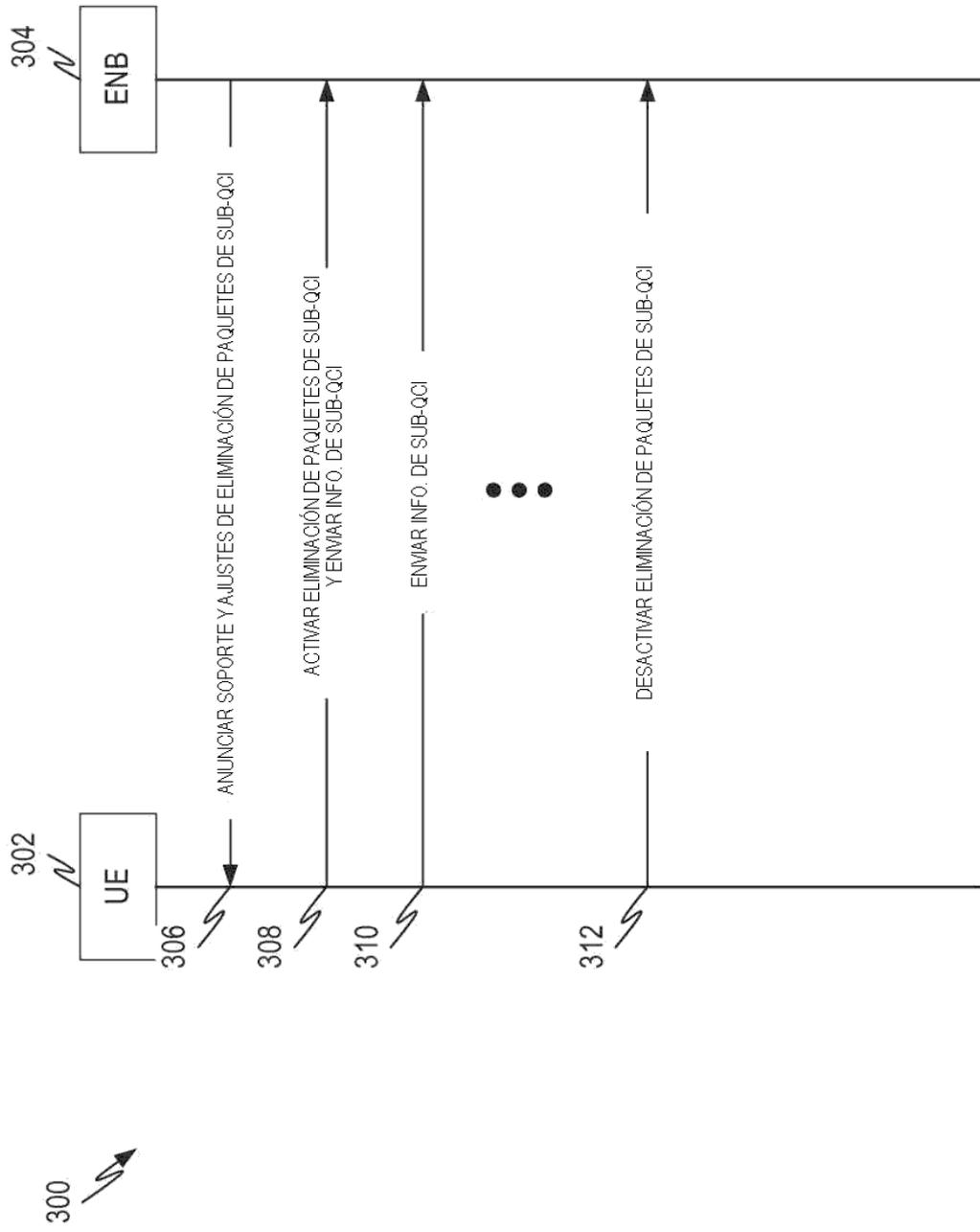


FIG. 3

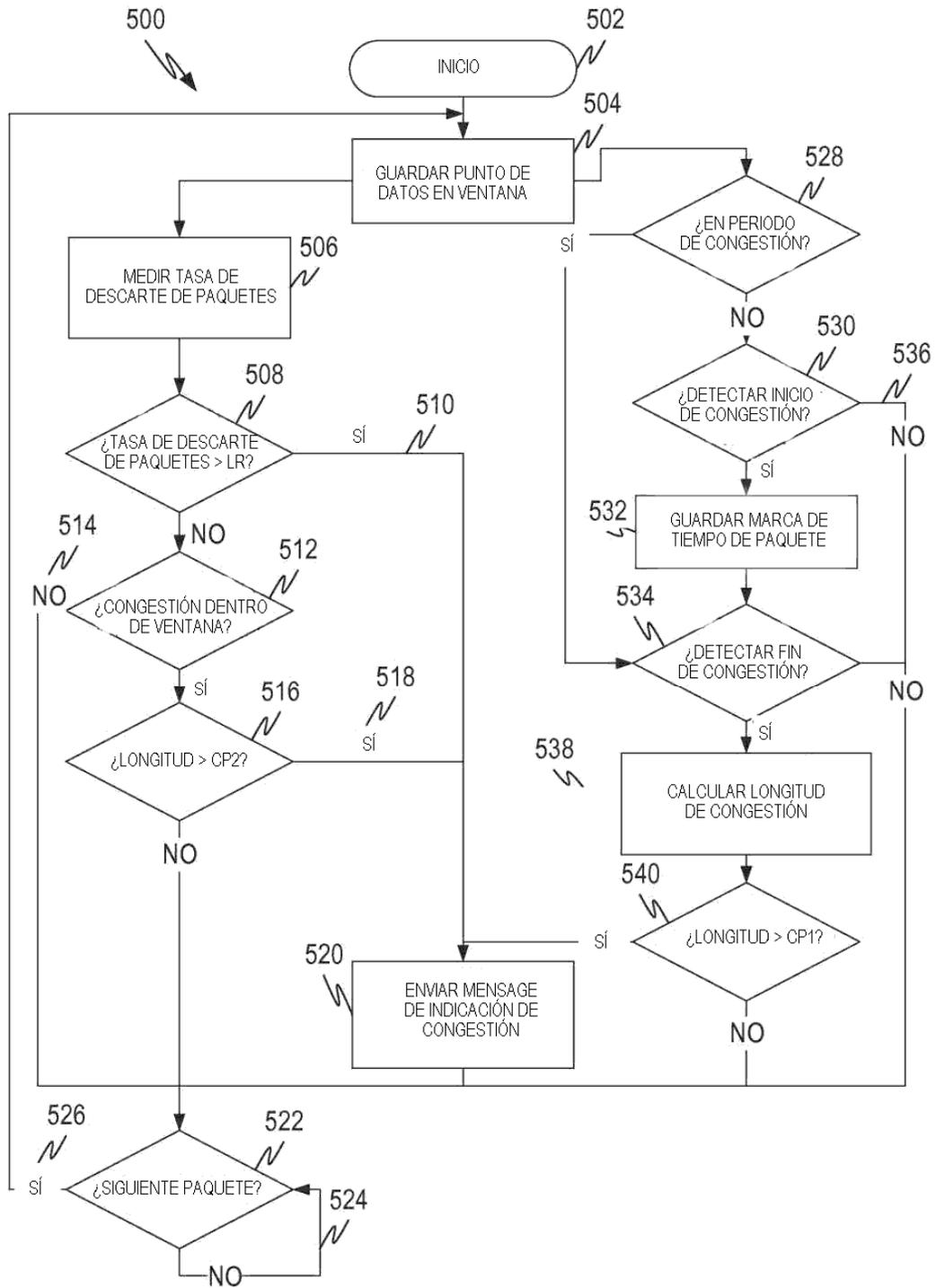


FIG. 5

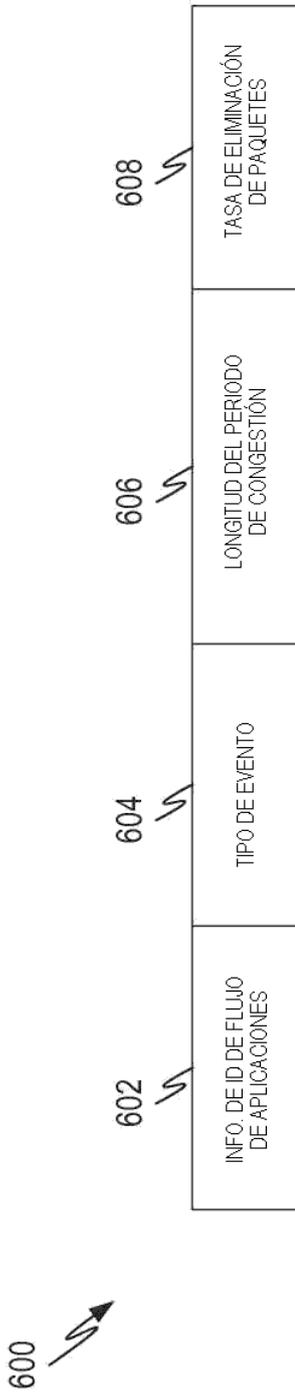


FIG. 6

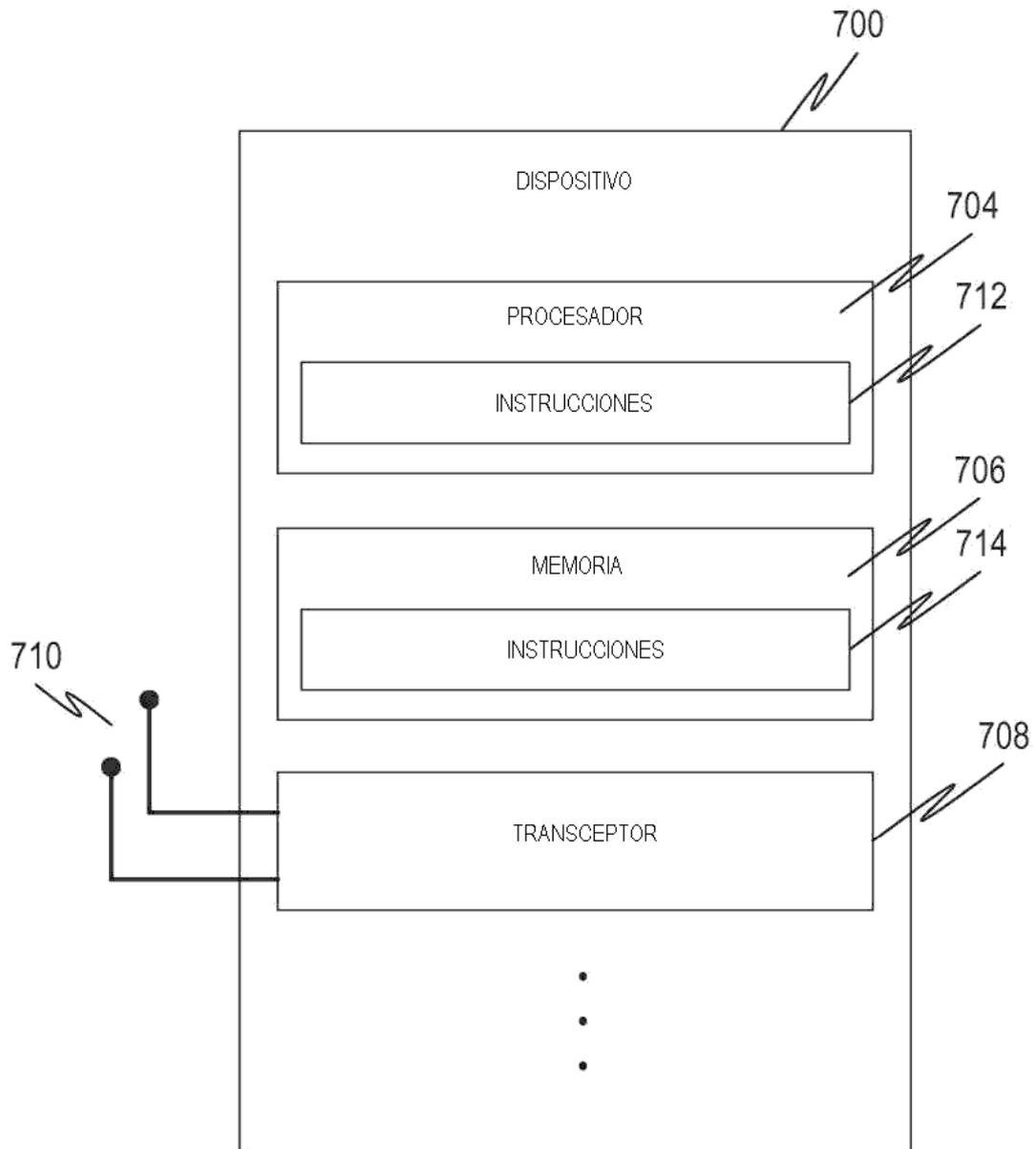


FIG. 7