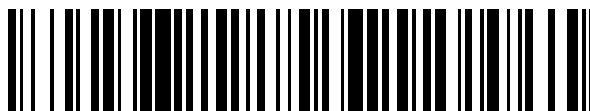


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 711 546**

51 Int. Cl.:

H04W 72/12 (2009.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **20.02.2013 PCT/EP2013/053324**

87 Fecha y número de publicación internacional: **06.09.2013 WO13127665**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.02.2013 E 13706230 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **02.01.2019 EP 2820905**

54 Título: **Método y sistema para planificar el enlace descendente en redes de evolución a largo plazo (LTE) basándose en calidad de servicio (QoS)**

30 Prioridad:

28.02.2012 ES 201230296

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

06.05.2019

73 Titular/es:

**TELEFÓNICA S.A. (100.0%)
Gran Vía 28
28013 Madrid, ES**

72 Inventor/es:

**AMEIGEIRAS GUTIÉRREZ, PABLO;
NAVARRO ORTIZ, JORGE;
LÓPEZ SOLER, JUAN MANUEL;
GARCIA PÉREZ, RAQUEL;
PÉREZ TARRERO, QUILIANO y
LORCA HERNANDO, JAVIER**

74 Agente/Representante:

ARIZTI ACHA, Monica

ES 2 711 546 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Método y sistema para planificar el enlace descendente en redes de evolución a largo plazo (LTE) basándose en calidad de servicio (QoS)

5

Campo de la técnica

La presente invención se refiere, en general, a un método para planificar el enlace descendente en redes de evolución a largo plazo (LTE) basándose en calidad de servicio (QoS), proporcionando dicho método una planificación de paquetes para terminales de usuario y consiguiendo los correspondientes requisitos de QoS según las especificaciones 3GPP.

10

Un segundo aspecto de la invención se refiere a un sistema dispuesto para implementar el método del primer aspecto.

15

Estado de la técnica anterior

La evolución a largo plazo (LTE) es la siguiente etapa en sistemas 3G celulares, que representa básicamente una evolución de normas de comunicaciones móviles actuales, tales como UMTS y GSM. Constituye la parte de acceso de radio de UMTS evolucionado, una norma de 3GPP que proporciona rendimientos globales de hasta 50 Mbps en el enlace ascendente y de hasta 100 Mbps en el enlace descendente. Usa un ancho de banda escalable desde 1,4 hasta 20 MHz con el fin de adecuarse a las necesidades de operadores de red que tienen diferentes asignaciones de ancho de banda. También se espera que LTE mejore la eficiencia espectral en redes, permitiendo que las empresas operadoras proporcionen más servicios de datos y voz sobre un ancho de banda dado. El término LTE abarca la evolución del acceso de radio a través de UTRAN evolucionado (E-UTRAN). LTE va acompañado de una evolución de los aspectos no de radio bajo el término evolución de arquitectura de sistemas (SAE) que incluye la red núcleo de paquetes evolucionado (EPC). LTE y SAE comprenden juntos el sistema de paquetes evolucionado (EPS).

20

25

La planificación de paquetes desempeña un papel esencial como parte de la gestión de recursos de radio para aumentar el rendimiento de redes de LTE. La estrategia a adoptarse en planificadores DL de LTE no está definida por ninguna norma: soluciones nuevas y propietarias están investigándose continuamente tanto por la industria como por la comunidad científica. Las estrategias de planificación se diseñan en general para maximizar el número de usuarios soportados mientras se proporciona una calidad de servicio (QoS) mínima. El contexto para la medición de QoS lo define 3GPP con la introducción de las denominadas portadoras EPS [1].

30

35

Uno de los elementos clave en la arquitectura EPS es la portadora EPS, que representa el equivalente del contexto PDP en núcleo UMTS. Según la especificación TS 23.203 de 3GPP [1], cada portadora EPS está asociada a un único identificador de clase de QoS (QCI). El QCI es un escalar que se usa como referencia para parámetros específicos de nodo que controlan el tratamiento de reenvío de paquetes (por ejemplo, pesos de planificación, umbrales de admisión, umbrales de gestión de cola, configuración de protocolo de capa de enlace, etc.) y que se han preconfigurado por el operador propietario del nodo (por ejemplo, eNodo B).

40

La especificación 23.203 de 3GPP [1] define un conjunto de 9 QCI normalizados. Estos valores de QCI normalizados se asocian con características de calidad de servicio (QoS) que describen el tratamiento de reenvío de paquetes de un flujo de datos de servicio (SDF) entre el UE y la PCEF en cuanto a las siguientes características de rendimiento:

45

1. Tipo de recurso (GBR o no GBR). Determina si se asignan permanentemente recursos de red dedicados relacionados con un valor de tasa de transmisión de bits garantizada (GBR) a nivel de servicio o portadora.

50

2. Prioridad. Se usará para priorizar entre agregados SDF del mismo UE, y también se usará para priorizar entre agregados SDF de diferentes UE.

3. Presupuesto de retardo de paquetes (PDB). El presupuesto de retardo de paquetes (PDB) define un límite superior para el tiempo que puede retardarse un paquete entre el UE y la PCEF.

55

4. Tasa de pérdida por errores de paquetes (PELR). La tasa de pérdida por errores de paquetes (PELR) define un límite superior para la tasa de SDU (por ejemplo, paquetes IP) que se han procesado por el emisor de un protocolo de capa de enlace (por ejemplo, RLC en E UTRAN) pero que no se han entregado satisfactoriamente por el correspondiente receptor a la capa superior (por ejemplo, PDCP en E UTRAN).

60

Según [1], estas características normalizadas no se señalizan en ninguna interfaz. Deben entenderse como directrices para la preconfiguración de parámetros específicos de nodo para cada QCI. La correlación uno a uno de valores de QCI normalizados con características normalizadas está recogida en la tabla 1 extraída de [1].

Tabla 1. Correlación uno a uno de valores de QCI normalizados con características normalizadas de la TS 23.203 de 3GPP.

QCI	Tipo de recurso	Prioridad	Presupuesto de retardo de paquetes (NOTA 1)	Tasa de pérdida por errores de paquetes (NOTA 2)	Servicios de ejemplo
1 (NOTA 3)	GBR	2	100 ms	10^{-2}	Voz de conversación
2 (NOTA 3)		4	150 ms	10^{-3}	Vídeo de conversación (flujo continuo en directo)
3 (NOTA 3)		3	50 ms	10^{-3}	Juegos en tiempo real
4 (NOTA 3)		5	300 ms	10^{-6}	Vídeo no de conversación (flujo continuo almacenado temporalmente)
5 (NOTA 3)	No GBR	1	100 ms	10^{-6}	Señalización IMS
6 (NOTA 4)		6	300 ms	10^{-6}	Vídeo (flujo continuo almacenado temporalmente) basado en TCP (por ejemplo, www, e-mail, chat, ftp, compartición de archivos por p2p, vídeo progresivo, etc.)
7 (NOTA 3)		7	100 ms	10^{-3}	Voz, vídeo (flujo continuo en directo) Juegos interactivos
8 (NOTA 3)		300 ms	8	10^{-6}	Vídeo (flujo continuo almacenado temporalmente) basado en TCP (por ejemplo, www, e-mail, chat, ftp, compartición de archivos por p2p, vídeo progresivo, etc.)
9 (NOTA 3)			9		

NOTA 1: Un retardo de 20 ms para el retardo entre una PCEF y una estación base de radio debe restarse de un PDB dado para derivar el presupuesto de retardo de paquetes que se aplica a la interfaz de radio. Este retardo es el promedio entre el caso en el que la PCEF está situada "cerca" de la estación base de radio (aprox. 10 ms) y el caso en el que la PCEF está situada "lejos" de la estación base de radio, por ejemplo, en caso de itinerancia con tráfico encaminado localmente (el retardo de paquetes unidireccional entre Europa y la costa oeste de los EE.UU. es de aprox. 50 ms). El promedio tiene en cuenta que la itinerancia es una situación menos típica. Se espera que restar este retardo promedio de 20 ms de un PDB dado llevará a un rendimiento de extremo a extremo deseado en los casos más típicos. Además, ha de observarse que el PDB define un límite superior. Los retardos de paquete reales, en particular para tráfico GBR, normalmente deben ser inferiores al PDB especificado para un QCI siempre que el UE tenga suficiente calidad de canal de radio.

NOTA 2: La tasa de pérdidas de paquetes no relacionada con congestión que puede producirse entre una estación base de radio y una PCEF se considerará despreciable. Un valor PELR especificado para un QCI normalizado por tanto se aplica por completo a la interfaz de radio entre un UE y una estación base de radio.

NOTA 3: Este QCI está normalmente asociado con un servicio controlado por operador, es decir, un servicio en el que se conocen los filtros de paquete de enlace ascendente / enlace descendente del agregado SDF en el momento en el que se autoriza el agregado SDF. En el caso de E-UTRAN, éste es el momento en el que se establece/modifica una correspondiente portadora EPS dedicada.

NOTA 4: Si la red soporta servicios de prioridad multimedia (MPS) entonces este QCI puede usarse para la priorización de datos no en tiempo real (es decir, servicios/aplicaciones que están basadas normalmente en TCP) de abonados MPS.

NOTA 5: Este QCI puede usarse para una “portadora *premium*” dedicada (por ejemplo, asociada con contenido *premium*) para cualquier abonado/grupo de abonados. También en este caso, los filtros de paquete de enlace ascendente / enlace descendente del agregado SDF se conocen en el momento en el que se autoriza el agregado SDF. Alternativamente, este QCI puede usarse para la portadora por defecto de un UE/PDN para “abonados *premium*”.

NOTA 6: Este QCI se usa normalmente para la portadora por defecto de un UE/PDN para abonados no privilegiados. Obsérvese que AMBR puede usarse como una “herramienta” para proporcionar diferenciación de abonados entre grupos de abonados conectados a la misma PDN con el mismo QCI en la portadora por defecto.

El uso de los diferentes QCI permite a los operadores diferenciar tratamientos de reenvío de paquetes en la red para los diferentes servicios (HTTP, FTP, voz de conversación, vídeo, etc.). El uso de estos QCI y la correlación de servicios con QCI es una decisión del operador.

5 El parámetro de prioridad es de particular relevancia para la planificación del eNodo B. A este respecto, la especificación de 3GPP indica lo siguiente: la planificación entre diferentes agregados SDF deberá basarse principalmente en el PDB. Si el objetivo establecido por el PDB ya no puede cumplirse para uno o más agregados SDF de entre todos los UE que tienen suficiente calidad de canal de radio, entonces se usará la prioridad como
10 sigue: en este caso un planificador cumplirá el PDB de un agregado SDF a nivel de prioridad N en preferencia a cumplir el PDB de agregados SDF a nivel de prioridad N+1 hasta que se haya satisfecho la GBR del agregado SDF de prioridad N (en el caso de un agregado SDF GBR).

15 Por tanto, con el fin de cumplir las especificaciones de 3GPP, se promueven novedosas técnicas de planificación basándose en el cumplimiento de los parámetros de QCI anteriormente definidos.

Problemas con las soluciones existentes

20 Existe una amplia variedad de soluciones de planificación para el enlace descendente del sistema LTE. Sin embargo, la mayoría de ellas son algoritmos de planificación genéricos que no tienen en cuenta los requisitos de QoS de los diferentes servicios. Estos algoritmos genéricos se basan habitualmente en variaciones del denominado planificador de equidad proporcional (PF). El planificador de PF no tiene en cuenta ningún requisito de QoS, basando sus decisiones en la calidad de canal instantánea así como en el rendimiento global promedio. Sin embargo unas pocas soluciones proporcionan ciertas garantías de QoS, presentando también varias desventajas:

- 25 • La solución en [2] proporciona un planificador para el enlace descendente de LTE que desacopla los dominios de tiempo y frecuencia. Esta solución pretende transportar servicios y tráfico de mejor esfuerzo que requieren una tasa de transmisión de bits garantizada. La tasa de transmisión de bits garantizada se satisface por medio del planificador de paquetes en el dominio del tiempo.
- 30 • La solución en [3] considera diferentes clases de QoS y dos clasificaciones de QoS diferentes (tasa de transmisión de bits garantizada y tasa de transmisión de bits no garantizada). Esta propuesta aplica un tratamiento de planificación diferenciado a cada clase de QoS.
- 35 • La solución del documento US 20056917812 presenta una invención con diferentes funciones de utilidad, cada una de ellas orientada hacia un criterio particular (retardo, rendimiento global, equidad de planificación). Consideran una distinción de clase de usuario a través de funciones de utilidad diferenciadas para diferentes clases de usuario, seleccionando en cada momento los usuarios con el valor de métrica más favorable.

40 Si bien las soluciones de [2] y [3] tienen en cuenta algunos parámetros de QoS y diferenciación de tráfico, no garantizan la satisfacción de las características de QoS según se especifica en las especificaciones de 3GPP (en particular [1]). La invención del documento US 20056917812 tiene el inconveniente de que no proporciona una verdadera priorización de las clases de usuarios, ya que únicamente se distinguen por algún sesgo incluido en las funciones de utilidad correspondientes, mientras que no tratan realmente el cumplimiento de los parámetros de QCI
45 descritos en la tabla 1.

Sumario de la invención

50 Es necesario ofrecer una alternativa al estado de la técnica que cubra las lagunas encontradas en la misma, particularmente aquellas relacionadas con la falta de propuestas que permitan la aplicación de técnicas de planificación para el enlace descendente de las redes de LTE que satisfagan las características de QoS según se especifica en TS 23.203 de 3GPP [1].

Para ello, la presente invención, en un primer aspecto, proporciona un método de planificación de paquetes, como en la reivindicación independiente 1, basándose en QoS para el enlace descendente de las redes de LTE, comprendiendo dicho método de planificación de paquetes realizar una planificación de paquetes para una pluralidad de terminales de usuario (UE) basándose en información relativa a clases de QoS.

5 A diferencia de las propuestas conocidas, el método de la invención, de una manera característica comprende recibir dicha información relativa a clases de QoS desde dichos terminales de usuario, incluida en identificadores de clase de QoS recibidos desde un núcleo de paquetes evolucionado que proporciona servicios de comunicación a dichos terminales de usuario, maximizando el número de usuarios que cumplen dichos parámetros de QoS en la red.

10 El método comprende además recibir indicadores de calidad de canal desde dicha pluralidad de terminales de usuario y realizar dicha planificación basándose también en dichos indicadores de calidad de canal recibidos. El método también comprende realizar dicha planificación de paquetes garantizando que el límite superior de retardo indicado por el presupuesto de retardo de paquetes no se supera para ninguno de los terminales de usuario y, en caso de que el límite superior de retardo no pueda garantizarse, también comprende realizar una priorización entre dichos paquetes basándose en dicho identificador de clase de prioridad.

15 A continuación, los términos “portadora” y “usuario” se emplean de manera intercambiable por motivos de simplicidad a lo largo de todo el texto, aunque en la práctica un usuario puede establecer más de una portadora. Sin embargo, los expertos en la técnica pueden realizar los cambios necesarios en la descripción para hacer referencia a portadoras específicas para cada usuario, sin alejarse de las ideas presentadas en esta invención.

Para una realización, dicha planificación de paquetes realiza las siguientes estrategias de planificación:

- 25 a) una regla de planificación para portadoras GBR;
- b) una regla de planificación para portadoras no GBR que soportan un tráfico dependiente del retardo; y
- 30 c) una regla de planificación para otras portadoras no GBR que soportan un tráfico elástico.

Otras realizaciones del método del primer aspecto de la invención se describen según las reivindicaciones 2 a 13 adjuntas, y en una sección posterior relativa a la descripción detallada de varias realizaciones.

35 Un segundo aspecto de la invención se refiere a un sistema, como en la reivindicación independiente 9, para planificar el enlace descendente en redes de evolución a largo plazo (LTE) basándose en la calidad de servicio (QoS), que comprende:

- una pluralidad de terminales de usuario; y

40 - un planificador de paquetes configurado para realizar una planificación de paquetes para dicha pluralidad de terminales de usuario basándose en información relativa a clases de QoS.

45 A diferencia de los sistemas conocidos para planificar el enlace descendente en redes de evolución a largo plazo (LTE), el sistema del segundo aspecto de la invención comprende además un núcleo de paquetes evolucionado que proporciona servicios de comunicación a dichos terminales de usuario y configurado para enviar identificadores de clase de QoS, incluyendo dicha información relativa a clases de QoS, a dicho planificador de paquetes, y porque dicho planificador de paquetes está configurado para usar dichos identificadores de clase de QoS recibidos para realizar dicha planificación de paquetes con el fin de maximizar el número de usuarios que cumplen dichos parámetros de QoS.

50 El sistema del segundo aspecto de la invención está dispuesto para implementar el método del primer aspecto. La invención se define por las reivindicaciones adjuntas.

55 Se considera que las realizaciones y/o ejemplos de la siguiente descripción que no están cubiertos por las reivindicaciones adjuntas no forman parte de la presente invención.

Breve descripción de los dibujos

60 Las anteriores y otras ventajas y características se entenderán más completamente a partir de la siguiente descripción detallada de realizaciones, con referencia a las figuras adjuntas, que deben considerarse de manera ilustrativa y no limitativa, en las que:

La figura 1 muestra el concepto básico de la solución de planificación de paquetes basándose en QoS para redes de LTE, según una realización de la presente invención.

La figura 2 muestra el diagrama de flujo para calcular el factor de multiplicación F_m , según una realización de la presente invención.

5 La figura 3 muestra un ejemplo de los resultados de la distribución de rendimiento global de UE para web y FTP aplicando un planificador de equidad proporcional sin considerar aspectos de QoS.

La figura 4 muestra un ejemplo de los resultados del retardo de paquetes para flujos de tráfico de YouTube aplicando un planificador de equidad proporcional sin considerar aspectos de QoS.

10 La figura 5 muestra los resultados de la distribución de rendimiento global de UE para web y FTP aplicando el planificador orientado a QoS propuesto, según una realización de la presente invención.

15 La figura 6 muestra los resultados del retardo de paquetes para flujos de tráfico de YouTube aplicando el planificador orientado a QoS propuesto, según una realización de la presente invención.

La figura 7 muestra una realización a modo de ejemplo de la solución de planificación propuesta que ilustra las partes constituyentes de la presente invención.

20 Descripción detallada de varias realizaciones

La presente invención presenta un nuevo método de planificación para redes de LTE que cumple los correspondientes requisitos de QoS según las especificaciones de 3GPP. El esquema general del diseño de planificación se representa esquemáticamente en la figura 1. Los terminales de usuario (UE) notifican sus indicaciones de calidad de canal (CQI) 1 al eNodo B, y el núcleo de paquetes evolucionado (EPC) también envía 2 información relacionada con QoS tal como QCI, ARP, MBR, GBR, etcétera. Con la ayuda de la información de estado de cola de cada UE, el planificador asigna los recursos disponibles en tiempo y frecuencia a los UE activos 4.

La propuesta para el diseño de planificación global incluye las siguientes partes:

30 • Una propuesta de planificación para portadoras GBR que pretende garantizarles un presupuesto de retardo de paquetes (PDB).

35 • Una propuesta de planificación para portadoras no GBR que soportan tráfico dependiente del retardo (por ejemplo, señalización IMS, voz, vídeo, flujo continuo en directo, juegos interactivos, etc.). Esta propuesta pretende garantizarles un presupuesto de retardo de paquetes (PDB).

40 • Una propuesta de planificación para portadoras no GBR para tráfico elástico (por ejemplo, www, e-mail, ftp, vídeo progresivo, etc.). Esta propuesta pretende proporcionar a estas portadoras una tasa de transmisión de datos mínima.

45 • Un mecanismo de integración que pretende combinar las diferentes disciplinas de planificación para portadoras GBR y no GBR usando la prioridad relativa de los QCI y su QoS. Si la capacidad no es suficiente para conseguir los requisitos de QoS para todas las portadoras en la célula, el mecanismo de integración cumplirá los requisitos de QoS de las portadoras con prioridad superior a expensas de las portadoras con prioridad inferior.

Además, puede aplicarse una planificación semipersistente que reserve determinados bloques de recursos para portadoras correlacionadas con QCI de conversación (por ejemplo, QCI 1 para voz de conversación), aunque esto no forma parte de la invención actual.

50 Propuesta para portadoras GBR

Esta propuesta está dirigida a flujos correlacionados con QCI GBR excepto QCI 1, es decir excepto voz de conversación (que puede utilizar una planificación semipersistente). Se basa en el planificador de reglas logarítmicas [4] con una función modificada para calcular la prioridad del flujo, permitiendo un mejor control del retardo de paquetes.

La propuesta de planificación para portadoras GBR calcula la prioridad en cada bloque de recursos k y TTI n como:

$$P_i[n, k] = \left(\text{offset} + 2 \times \text{priorityAtTarget} \times \frac{1}{1 + e^{-a \cdot (w_i[n] - TQ_{QCI_m})}} \right) \times \frac{R_i[n, k]}{r_i[n]}$$

60 donde $P_i[n, k]$ indica la prioridad del usuario i en el bloque de recursos k y TTI n , $R_i[n, k]$ es la tasa de transmisión de

5 datos soportada instantánea del usuario i en el bloque de recursos k y en TTI n , $r_i[n]$ es la tasa de transmisión de datos filtrados paso bajo que el usuario i ha recibido hasta TTI n , $offset$ (desfase) significa la prioridad mínima, $priorityAtTarget$ (prioridad en objetivo) es la prioridad lograda (más el desfase) cuando la métrica de rendimiento de calidad es igual a su objetivo, $W_i[n]$ es el retardo del paquete de cabeza de línea (HOL) del usuario i en TTI n , TQ_{QCI_m} es el retardo objetivo para portadoras de QCI m (es decir, el PDB de QCI m) y a es una constante.

$$\left(\frac{R_i[n,k]}{r_i[n]} \right)$$

Debe observarse que el último factor es la prioridad basada en el planificador de equidad proporcional, mientras que la fracción con el exponencial tiene en cuenta el retardo de paquetes y su valor objetivo.

10 Las constantes en la ecuación anterior son parámetros que pueden seleccionarse para optimizar el rendimiento. No obstante, se proponen los siguientes valores:

- La prioridad mínima debe ser igual a 1 x el factor de equidad proporcional (PF), es decir $offset = 1$.

15 • La prioridad cuando el retardo del paquete HOL es igual al PDB de QCI m debe ser superior (por ejemplo, x2,5) a la prioridad de otros servicios cuando tienen un rendimiento muy bajo. Suponiendo por ejemplo que $r_i[n]=100$ kbps como el peor de los casos para flujos de tráfico de mejor esfuerzo, y que $R_i[n,k]=40$ Mbps / 50 RBs

$$\frac{R_i[n,k]}{r_i[n]} \leq \frac{40.000 \text{ kbps} / 50 \text{ RBs}}{100 \text{ kbps}} = 8$$

como mucho, entonces $priorityAtTarget = 8 \times 2,5 = 20$ de modo que este QCI tendrá una prioridad muy superior a los QCI de mejor esfuerzo cuando su rendimiento sea bajo.

20 • La prioridad debe ser estable y baja (por ejemplo, próxima al factor PF) si el retardo de paquete HOL está lejos de su objetivo. Cuando el retardo de paquete HOL está próximo a su objetivo, debe aumentar rápidamente a $priorityAtTarget$ x el factor PF. Finalmente, si el retardo de paquete es superior a su objetivo, la prioridad debe aumentar adicionalmente. Sin embargo, tras un cierto valor por encima de su objetivo, la prioridad será muy alta pero estable con el fin de evitar que un usuario se apropie de todos los recursos y provoque una carencia a otros usuarios. Con todas estas consideraciones, un valor adecuado podría ser $a = 35$.

30 Sin embargo también es posible cualquier otro valor, siempre que se siga el esquema propuesto.

Propuesta para portadoras no GBR que soportan tráfico dependiente del retardo

35 Para portadoras correlacionadas con QCI que soportan tráfico dependiente del retardo, se propone aplicar el mismo método de planificación propuesto para portadoras GBR. Como en el caso de las portadoras GBR, pretende garantizar el presupuesto de retardo de paquetes del QCI.

Para estas portadoras no GBR, la MBR se supone que se controla mediante PDN-GW, por ejemplo usando un conformador de colector de testigos para cada portadora.

40 Propuesta para portadoras no GBR que soportan tráfico elástico

Para portadoras correlacionadas con QCI que soportan tráfico elástico, se propone simplemente aplicar el planificador de equidad proporcional que proporciona un equilibrio interesante entre equidad y eficiencia espectral.

45 Para cada bloque de recursos k y TTI n , se selecciona el usuario con la prioridad más alta para la transmisión. La prioridad de cada usuario (con datos para transmitir) se calcula (en cada bloque de recursos k y TTI n) como:

$$P_i[n,k] = \frac{R_i[n,k]}{r_i[n]}$$

50 Propuesta para la integración de los diferentes planificadores

Se requiere la integración de las propuestas anteriores de estrategias de planificación, que difieren para diferentes QCI, en una única solución. Debe observarse que la planificación semipersistente para QCI 1 (voz de conversación) se deja fuera de esta integración.

55 La presente invención propone que la integración se base en el parámetro de prioridad de las características de QCI

normalizadas de cada QCI. Según [1], el parámetro de prioridad debe entenderse del siguiente modo:

“Si el objetivo establecido por el PDB ya no puede cumplirse para uno o más agregados SDF de entre todos los UE que tienen suficiente calidad de canal de radio, entonces la prioridad se usará como sigue: en este caso un planificador cumplirá el PDB (presupuesto de retardo de paquetes) de agregados SDF a nivel de prioridad N en preferencia a cumplir el PDB de agregados SDF a nivel de prioridad N+1”.

Puesto que es difícil garantizar un presupuesto de retardo de paquetes para portadoras que soportan tráfico elástico, esta invención propone modificar ligeramente el criterio:

“Si el objetivo establecido por el PDB ya no puede cumplirse para uno o más agregados SDF de entre todos los UE que tienen suficiente calidad de canal de radio, entonces la prioridad se usará como sigue: en este caso un planificador cumplirá el criterio de calidad de agregados SDF a nivel de prioridad N en preferencia a cumplir el criterio de calidad de agregados SDF a nivel de prioridad N+1”.

Basándose en el criterio anterior, se propone definir un indicador de rendimiento de calidad Q_i para cada portadora, y, adicionalmente, un objetivo de calidad TQ_{QCI_m} que establece el nivel de calidad mínimo que debe percibir una portadora correlacionada con QCI m :

- Los QCI que transportan servicios dependientes del retardo (por ejemplo, tráfico correlacionado con portadoras GBR, señalización IMS, voz, vídeo, flujo continuo en directo, juegos interactivos, etc.): Q_i es un KPI que mide el retardo, se recomienda aplicar una versión de filtrado paso bajo, aunque es válida cualquier estimación adecuada del retardo para la presente invención, experimentado por los paquetes de la portadora i ; TQ_{QCI_m} se propone que sea el presupuesto de retardo de paquetes para QCI m .

- Los QCI que transportan servicios elásticos (por ejemplo, www, e-mail, ftp, vídeo progresivo, etc.): Q_i es un KPI que mide el rendimiento global, se recomienda aplicar una versión de filtrado paso bajo, aunque es válida cualquier estimación adecuada del rendimiento global para la presente invención, experimentado por la portadora i ; TQ_{QCI_m} se propone que sea una tasa de transmisión de datos mínima para QCI m .

Basándose en la métrica del objetivo de rendimiento de calidad TTQ_{QCI_m} , se propone además definir una métrica Q_{QCI_m} como:

- Los QCI que transportan servicios dependientes del retardo: el Q_i más alto de entre todas las portadoras que corresponden al QCI m y que “tienen suficiente calidad de canal de radio”. Puede considerarse que un UE tiene “suficiente calidad de canal de radio” si sus mediciones de RSRP y RSRQ están por encima de umbrales predeterminados, aunque también son posibles otros criterios.

- Los QCI que transportan servicios de mejor esfuerzo: el Q_i más bajo de entre todas las portadoras que corresponden a QCI m y que “tienen suficiente calidad de canal de radio”.

Q_{QCI_m} mide el rendimiento de la portadora con la peor calidad de entre todas las portadoras con QCI m .

Basándose en la métrica Q_{QCI_m} , se propone modificar la prioridad de un usuario i correlacionado con QCI m multiplicándolo por un factor F_m , que es el mismo para todos los usuarios de QCI m . Y la nueva prioridad de la portadora i viene dada por la expresión:

$$P_i^{QCI_m}[n, k] = P_i[n, k] \times F_m$$

El factor propuesto pretende modificar las prioridades de portadora según sus métricas de calidad. Hay muchas alternativas para calcular el factor multiplicador F_m . Una de tales posibilidades se ilustra en la figura 2, que considera sólo UE con suficiente calidad de canal de radio según cualquier criterio adecuado. Cualquier otra estrategia que tenga en cuenta los cumplimientos relativos de las calidades objetivo anteriormente definidas también se considerará apropiada para la invención propuesta.

El procedimiento propuesto para seleccionar el factor F_m para QCI m es tal como sigue. Si todos los QCI cumplen sus correspondientes niveles de calidad objetivo, el factor es igual a uno. De lo contrario, la decisión depende del QCI de prioridad más alta que no cumpla su calidad objetivo (con suficiente calidad de canal de radio), concretamente QCI x tal como se explica a continuación.

Si la prioridad de QCI x es mayor que QCI m (tal como se indica mediante el criterio del parámetro de prioridad), este factor reducirá mucho la prioridad de portadora i de QCI m con el fin de dejar algunos recursos para ese usuario. Un posible valor de $F_m = 0,1$ se propone en este caso, sin excluir cualquier otro valor dependiente de la

implementación.

Si su prioridad es menor, el factor para portadoras dependientes del retardo es igual a:

5

$$F_m = \frac{Q_{QCI_m}}{TQ_{QCI_m}},$$

y para portadoras no dependientes del retardo es igual a

10

$$F_m = \frac{TQ_{QCI_m}}{Q_{QCI_m}}$$

Estos factores obtienen valores superiores a uno cuando no se cumple el objetivo (ya sea rendimiento global o retardo), de lo contrario son inferiores a uno. Por tanto, esto ayuda a elevar ligeramente QCI m cuando su objetivo no se cumple, pero, de lo contrario, deja recursos para el QCI x de menos prioridad.

15 Cuando la prioridad de QCI x es igual a la de QCI m , el factor es igual a uno. Finalmente, la propuesta de integración servirá en cada TTI n y cada bloque de recursos k a la portadora u que cumpla:

$$u(k) = \arg \max_i \{P_i^{QCI_m}[n, k]\}$$

20 donde $u(k)$ representa que el bloque de recursos k debe asignarse a la portadora u .

Resultados de la simulación

25 Con el fin de someter a prueba el método de planificación propuesto, se ha implementado en el enlace descendente de un simulador de red de LTE casi dinámico. Sus principales parámetros y suposiciones se presentan en la tabla 2. Los siguientes servicios se someten a prueba como ejemplo: YouTube, navegación web y FTP, aunque no se excluyen otros servicios en la presente invención (especialmente servicios GBR).

30

Tabla 2. Parámetros principales para las simulaciones dinámicas de LTE

Parámetro	Ajuste
Frecuencia portadora	2 GHz
Ancho de banda del sistema	10 MHz
Esquema de duplexación	FDD
Ancho de banda de bloque de recursos	180 KHz
Subportadoras por bloque de recursos	12
Duración de subtrama	1 ms
Distancia entre sitios	2 km
Std de desvanecimiento de sombra	8 dB
Perfil de retardo de potencia	Típico en medio urbano de ITU, 20 trayectorias
Esquema de receptor de antena	2 – rx (combinación de relación máxima)
Velocidad de UE para proceso de desvanecimiento rápido	3 km/h
Potencia de transmisión de eNodo-B total	46 dBm
Piloto, sobrecarga de canal de control	3/14 símbolos
Ajustes de modulación / tasa de codificación	QPSK (R=1/3, 1/2, 2/3) 16QAM (R=1/2, 2/3, 4/5) 64QAM (R=2/3, 4/5)
Retardo de señalización de CQI	1 ms
Error en estimación de CQI	Estimación de CQI ideal
Periodo de notificación de CQI	1 ms
Adaptación de enlace de lazo externo	Deshabilitado (estimación de CQI ideal)
Modelo HARQ	Combinación de seguimiento ideal
Número de procesos de parada y espera	6
Longitud de filtro paso bajo de tasa de transmisión de datos de usuario	300 ms
Umbral para suficiente calidad de canal de radio (factor G)	-3 dB

Número de páginas web por sesión	1
Carga de célula ofrecida media	12 Mbps

Tal como sugiere la tabla 1, QCI 6 se reserva para YouTube, QCI 8 para navegación web y QCI 9 para tráfico FTP (de mejor esfuerzo). La prioridad se clasifica, por tanto, más alta para YouTube, menor para navegación web y finalmente la más baja para FTP.

5 Sólo se simulan usuarios en la célula central de una rejilla hexagonal de 13 células. Las células restantes transmiten una potencia constante y son sólo fuente de interferencia. Los usuarios no varían su ubicación geográfica con el tiempo, y por tanto, su pérdida de trayectoria determinística y desvanecimiento de sombra permanece invariable durante la vida útil del usuario. Sin embargo, los usuarios experimentan un proceso de desvanecimiento rápido que se actualiza en cada intervalo de tiempo de transmisión (TTI) basándose en el perfil de retardo de potencia típico en medio urbano (TU) de ITU. Se considera una configuración de única entrada múltiples salidas (SIMO) con dos antenas de recepción, y se modela con combinación de relación máxima ideal (MRC) en el receptor. El simulador proporciona una distribución de factor de geometría (factor G) que encaja con exactitud los resultados para el escenario en exterior de macrocélula presentado en [5]. La correlación a nivel de enlace-a-sistema se basa en el modelo de métrica SIR eficaz exponencial (EESM) [6].

Los usuarios se crean según un proceso de *Poisson* cuya carga de célula ofrecida media se controla mediante un parámetro de simulación.

20 La descarga de vídeo progresivo de YouTube se ha implementado siguiendo el modelo descrito en [8]. Por motivos de convergencia, la duración del vídeo se limitó a 120 segundos. La tasa de codificación de vídeo siguió la distribución descrita en [7]. Se incluye un modelo de navegación web simplificado [7]: cada usuario descarga una única página en cada sesión de navegación web. La sesión de navegación web termina en cuanto se completa la descarga y el usuario desaparece después de eso. Por motivos de simplicidad, los efectos de TCP y HTTP no están incluidos, y se supone que cada página web es una única carga útil (ubicada en el eNodo B) de tamaño de 2 MB. De forma similar, las sesiones de FTP se han modelado usando un valor fijo para el tamaño de archivo (1 MB).

Se considera una carga de célula de 12 Mbps (de carga alta), y un PDB de 300 ms para portadoras de YouTube.

30 Resultados de referencia (planificador de equidad proporcional, no orientado a QoS)

Los resultados con un planificador de equidad proporcional convencional sin considerar aspectos de QoS se presentan en las figuras 3 y 4.

35 Puede verse que las distribuciones de rendimiento global para usuarios web y FTP son casi iguales, porque un planificador de PF no proporciona ninguna diferenciación de QoS (ambas se consideran de mejor esfuerzo).

También resulta evidente que los usuarios de YouTube experimentan un retardo que no está esencialmente limitado. Si se considera un PDB de 300 ms tal como se indica en la tabla 1 para QCI 6 (vídeo progresivo), entonces el retardo real supera claramente este valor para una proporción significativa de usuarios. Esto origina pausas de reproducción y por tanto una experiencia de calidad deteriorada.

Resultados con el planificador orientado a QoS propuesto, PDB (YouTube) = 300 ms

45 Las figuras 5 y 6 representan los correspondientes resultados aplicando el planificador descrito en la invención propuesta.

50 La figura 6 muestra que el retardo de YouTube en este caso está claramente por debajo del objetivo de 300 ms. Los flujos de tráfico de YouTube se tratan con una prioridad superior, privando así a usuarios web y FTP de algunos recursos. Esto se aprecia en la figura 5 en comparación con la solución de PF en la figura 3: la distribución de rendimiento global se desplaza ligeramente hacia la izquierda en el primer caso, ya que algunos de sus recursos se asignan para usuarios de vídeo. La ganancia de rendimiento para YouTube merece claramente la pena frente a la pérdida de rendimiento global para tráfico elástico.

55 Un caso de uso de esta invención es una red de acceso de radio de evolución a largo plazo que consiste en eNodos B que implementan un planificador de paquetes para dar servicio a diferentes portadoras. El operador correlaciona el tráfico de diferentes servicios con las correspondientes portadoras según sus políticas predefinidas haciendo uso del parámetro de QCI. Un ejemplo de correlación de servicios con QCI se ha proporcionado en la introducción.

60 La figura 7 muestra una realización a modo de ejemplo que ilustra las partes constituyentes de la invención descrita, aunque no se excluyen otras posibilidades dependiendo de las necesidades de implementación reales. Esta realización debe ubicarse en el eNodo B y puede consistir en una combinación de elementos de software, hardware

o *firmware*. El bloque (71) recopila los diferentes QCI que describen los flujos de datos presentes en la célula, cada uno con una prioridad diferente según especifica el parámetro de prioridad en el QCI, y calcula los valores de rendimiento global promedio, filtrados paso bajo, necesarios en las decisiones de planificación. El bloque (72) también recopila los valores de CQI (indicador de calidad de canal) apropiados que expresan la calidad de canal instantánea experimentada por cada usuario, y estima los correspondientes valores de rendimiento global instantáneos. Si se considera una portadora GBR (bloque 73), se aplica el planificador dependiente del retardo descrito en la presente invención (bloque 74); de lo contrario las acciones dependen del tipo de tráfico (bloque 75). También se gestionan flujos de datos dependientes del retardo con el planificador dependiente del retardo en el bloque (74); de lo contrario se aplica un planificador de equidad proporcional convencional en el bloque (76). Finalmente se lleva a cabo una integración de los diferentes planificadores con sus factores F_m apropiados en el bloque (77).

Ventajas de la invención

Las ventajas técnicas de la solución de planificación propuesta, en comparación con otros enfoques, son:

- El planificador propuesto para portadoras GBR, y para portadoras no GBR que soportan tráfico dependiente del retardo, puede garantizar un presupuesto de retardo de paquetes cumpliendo así los criterios de QoS definidos en 3GPP [1].
- Si no hay suficientes recursos para cumplir con el criterio de QoS para todas las portadoras, la solución de planificación propuesta puede garantizar el objetivo de calidad mínimo (presupuesto de retardo de paquetes para portadoras que soportan servicios dependientes del retardo o tasa de transmisión de datos mínima para portadoras que soportan tráfico elástico) de los QCI de mayor prioridad a expensas de los QCI de menor prioridad. Por tanto, se consigue una priorización de servicios según las recomendaciones dadas por 3GPP en [1].

Además, la invención propuesta permite mejorar la calidad de experiencia de los usuarios dando como resultado mejores valores de rendimiento global de célula y por tanto la posibilidad de aumentar los ingresos.

Siglas

3G	<i>Third Generation</i> ; tercera generación
3GPP	<i>Third Generation Partnership Project</i> ; proyecto de asociación de tercera generación
AMBR	<i>Aggregate Maximum Bit Rate</i> ; tasa de transmisión de bits máxima agregada
CQI	<i>Channel Quality Indicator</i> ; indicador de calidad de canal
DL	<i>Downlink</i> ; enlace descendente
EESM	<i>Exponential Effective SINR Metric</i> ; métrica SINR eficaz exponencial
EPC	<i>Evolved Packet Core</i> ; núcleo de paquetes evolucionado
EPS	<i>Evolved Packet System</i> ; sistema de paquetes evolucionado
E-UTRAN	<i>Enhanced Universal Terrestrial Radio Access Network</i> ; red de acceso de radio terrestre universal mejorada
FDD	<i>Frequency Division Duplex</i> ; duplexación por división de frecuencia
FTP	<i>File Transmission Protocol</i> ; protocolo de transferencia de archivos
GBR	<i>Guaranteed Bit Rate</i> ; tasa de transmisión de bits garantizada
GSM	<i>Global System for Mobile Communications</i> ; sistema global de comunicaciones móviles
HARQ	<i>Hybrid Automatic Repeat Request</i> ; petición de repetición automática híbrida
HOL	<i>Head of Line</i> ; cabeza de línea
HTTP	<i>Hyper Text Transfer Protocol</i> ; protocolo de transferencia de hipertexto

ES 2 711 546 T3

	IMS	<i>IP Multimedia Subsystem</i> ; subsistema multimedia IP
	IP	<i>Internet Protocol</i> ; protocolo de Internet
5	ITU	<i>International Telecommunications Union</i> ; unión internacional de telecomunicaciones
	KPI	<i>Key Performance Indicator</i> ; indicador de rendimiento clave
10	LTE	<i>Long Term Evolution</i> ; evolución a largo plazo
	MBR	<i>Maximum Bit Rate</i> ; tasa de transmisión de bits máxima
	MRC	<i>Maximum Ratio Combining</i> ; combinación de relación máxima
15	MPS	<i>Multimedia Priority Services</i> ; servicios de prioridad multimedia
	PCEF	<i>Policy Control Enforcement Function</i> ; función de ejecución de control de políticas
20	PDB	<i>Packet Delay Budget</i> ; presupuesto de retardo de paquetes
	PDCP	<i>Packet Data Convergence Protocol</i> ; protocolo de convergencia de datos por paquetes
	PDN-GW	<i>Packet Data Network Gateway</i> ; pasarela de red de datos por paquetes
25	PDP	<i>Packet Data Protocol</i> ; protocolo de datos por paquetes
	PELR	<i>Packet Error Loss Rate</i> ; tasa de pérdida por errores de paquetes
30	PF	<i>Proportional Fair</i> ; equidad proporcional
	QCI	<i>QoS Class Identifier</i> ; identificador de clase de QoS
	QoS	<i>Quality of Service</i> ; calidad de servicio
35	RLC	<i>Radio Link Control</i> ; control de enlace de radio
	RSRP	<i>Reference Signal Received Power</i> ; potencia recibida de señal de referencia
40	RSRQ	<i>Reference Signal Received Quality</i> ; calidad recibida de señal de referencia
	SAE	<i>System Architecture Evolution</i> ; evolución de arquitectura de sistemas
	SDF	<i>Service Data Flow</i> ; flujo de datos de servicio
45	SDU	<i>Service Data Unit</i> ; unidad de datos de servicio
	SIMO	<i>Single Input Multiple Output</i> ; única entrada múltiples salidas
50	TCP	<i>Transmission Control Protocol</i> ; protocolo de control de transmisión
	TS	<i>Technical Specification</i> ; especificación técnica
	TTI	<i>Transmission Time Interval</i> ; intervalo de tiempo de transmisión
55	TU	<i>Typical Urban</i> ; típico en medio urbano
	UE	<i>User Equipment</i> ; equipo de usuario
60	UMTS	<i>Universal Mobile Telecommunication System</i> ; sistema universal de telecomunicaciones móviles
	UTRAN	<i>Universal Terrestrial Radio Access Network</i> ; red de acceso de radio terrestre universal
	WWW	World Wide Web

Bibliografía

- 5 [1] 3GPP TS 23.203 V8.11.0. 3rd Generation Partnership Project; Technical Specification Group Services and System Aspects; Policy and charging control architecture (Release 8).
- [2] G. Monghal *et al.* "QoS Oriented Time and Frequency Domain Packet Schedulers for the UTRAN Long Term Evolution", Proceedings of the 67th IEEE Vehicular Technology Conference (VTC '08), págs. 2532–2536, mayo de 2008.
- 10 [3] Y. Zaki *et al.* "Multi-QoS-aware Fair Scheduling for LTE", en 2011 IEEE 73rd Vehicular Technology Conference: VTC2011-Spring, Budapest, Hungría, 15-18 de mayo de 2011.
- [4] Bilal Sadiq, Seung Jun Baek y Gustavo de Veciana, "Delay-Optimal Opportunistic Scheduling and Approximations: The Log Rule", IEEE/ACM Transactions on Networking, abril de 2011.
- 15 [5] N. Wei *et al.*, "Baseline E-UTRA Downlink Spectral Efficiency Evaluation", Vehicular Technology Conference, 2006. VTC 2006-Fall, págs. 1-5, septiembre de 2006.
- 20 [6] Y. Blankenship *et al.*, "Link Error Prediction Methods for Multicarrier Systems", Vehicular Technology Conference, 2004. VTC 2004-Fall, vol. 6, págs. 4175-4179, 26-29 de septiembre de 2004.
- [7] Pablo Ameigeiras, Juan J. Ramos-Munoz, Jorge Navarro-Ortiz, Preben Mogensen, Juan M. Lopez-Soler, "QoE oriented cross-layer design of a resource allocation algorithm in beyond 3G systems", Computer Communications, vol. 33, págs. 571-582, 2010.
- 25 [8] Pablo Ameigeiras, Juan J. Ramos-Munoz, Jorge Navarro-Ortiz, Jose A. Zamora-Cobo, Juan M. Lopez-Soler, "Analysis and Modeling of the YouTube Traffic", enviado en agosto de 2011 a Elsevier's Computer Communications journal (pendiente de aceptación).
- 30

REIVINDICACIONES

1. Método para planificar el enlace descendente en redes de acceso de radio basándose en la calidad de servicio, que comprende realizar una planificación de paquetes para una pluralidad de terminales de usuario o UE basándose en información relativa a clases de calidad de servicio, QoS, estando dicha información relativa a clases de calidad de servicio, QoS, incluida en identificadores de clase de calidad de servicio, QoS, recibidos desde un núcleo de paquetes evolucionado o EPC que proporciona servicios de comunicación a dichos terminales de usuario, UE, en el que dicho método comprende que dichos identificadores de clase de calidad de servicio, QoS, son al menos dos de un tipo de recurso, incluyendo una portadora de tasa de transmisión de bits garantizada, GBR, y una no GBR, una prioridad y un presupuesto de retardo de paquetes;

la planificación se realiza siguiendo las siguientes estrategias de planificación:

- a) una regla de planificación para portadoras de tasa de transmisión de bits garantizada, GBR;
- b) una regla de planificación para portadoras no de tasa de transmisión de bits garantizada, no GBR, que soportan un tráfico dependiente del retardo; o
- c) una regla de planificación para otras portadoras no de tasa de transmisión de bits garantizada, no GBR, que soportan un tráfico elástico, y en el que

dicha planificación de paquetes maximiza el número de dichos terminales de usuario, UE, que cumplen dichos parámetros de calidad de servicio, QoS, en la red, realizando las siguientes etapas:

- definir un indicador de rendimiento de calidad Q_i y una calidad objetivo $TQ_{QCI,m}$ para cada una de dichas clases de calidad de servicio, QoS, incluyendo dicho indicador de rendimiento de calidad Q_i dicha información relativa a clases de calidad de servicio, QoS, con un retardo de paquetes para, en el que tráfico dependiente del retardo comprende portadoras GBR y portadoras no GBR que soportan tráfico dependiente del retardo, o tasa de transmisión de datos para tráfico elástico, e incluyendo dicha calidad objetivo $TQ_{QCI,m}$ dicha información relativa a clases de calidad de servicio, QoS, con un presupuesto de retardo de paquetes para tráfico dependiente del retardo o una tasa de transmisión de datos mínima para tráfico elástico;

- definir una métrica $TQ_{QCI,m}$ que depende del tipo de servicios que se transportan incluyendo tráfico dependiente del retardo o elástico para cada una de dichas clases de calidad de servicio, QoS, que mide si el rendimiento de dicho número de terminales de usuario, UE, cumple su objetivo de rendimiento de calidad, que:

para QCI que transportan tráfico dependiente del retardo es el Q_i más alto de entre todas las portadoras que corresponden al QCI m y que tienen suficiente calidad de canal de radio, y en el que se considera que un UE tiene suficiente calidad de canal de radio si sus mediciones de potencia recibida de señal de referencia, RSRP, y calidad recibida de señal de referencia, RSRQ, están por encima de umbrales predeterminados; y

- para CQI que transportan tráfico elástico es el Q_i más bajo de entre todas las portadoras que corresponden al QCI m y que tienen suficiente calidad de canal de radio;

- incluir un factor en la prioridad de un terminal de usuario, UE, correlacionado con una clase de calidad de servicio, QoS, que soporta un tráfico dependiente del retardo, comprendiendo dicho factor

$$offset + 2 \times priorityAtTarget \times \frac{1}{1 + e^{-\alpha(W_i^{[n]} - TQ_{QCI,m})}}$$

y multiplicándose dicho factor por

$$\left(\frac{R_i[n, k]}{r_i[n]} \right)$$

en el que dicha prioridad de un terminal de usuario, UE, se define por el producto de los dos factores

anteriores para dichas estrategias de planificación a) y b) o se calcula mediante el factor $\left(\frac{R_i[n,k]}{r_i[n]}\right)$ para la estrategia de planificación c), y donde

offset (desfase) significa la prioridad mínima,

priorityAtTarget (prioridad en objetivo) es la prioridad lograda considerando dicho desfase cuando la métrica Q_{QCI_m} es igual a su objetivo,

$W_i[n]$ es el retardo de un paquete de cabeza de línea, HOL, de dicho terminal de usuario o UE en el intervalo de tiempo de transmisión o TTI n ,

TQ_{QCI_m} es la calidad objetivo,

a es una constante,

$R_i[n,k]$ es la tasa de transmisión de datos soportada instantánea de un usuario i en un bloque de recursos k y en TTI n , y

$r_i[n]$ es una tasa de transmisión de datos filtrados paso bajo que el usuario i ha recibido hasta TTI n ;

- modificar dicha prioridad del terminal de usuario, UE, multiplicándola por un factor F_m que considera la prioridad relativa de dichos identificadores de clase de calidad de servicio, QoS, y el grado de cumplimiento de dicho indicador de rendimiento de calidad Q_i con respecto a dicha calidad objetivo TQ_{QCI_m} para los terminales de usuario, UE, y los identificadores de clase de calidad de servicio, QoS, en el que:

- F_m es uno si todos de dichos identificadores de clase de calidad de servicio, QoS, cumplen sus niveles de calidad objetivo correspondientes; o

- la decisión para seleccionar F_m depende de la prioridad más alta de dichos identificadores de clase de calidad de servicio, QoS, x que no cumple su calidad objetivo considerando:

- si la prioridad del QCI x es más alta que la prioridad de QCI m , entonces el factor F_m será mucho menor que uno con el fin de reducir la prioridad de dicho QCI m ;

- si la prioridad del QCI x es más baja que la prioridad de dicho QCI m , entonces el factor F_m para portadoras dependientes del retardo es

$$F_m = \frac{Q_{QCI_m}}{TQ_{QCI_m}},$$

y para portadoras no dependientes del retardo es

$$F_m = \frac{TQ_{QCI_m}}{Q_{QCI_m}};$$

- si la prioridad del QCI x es igual a la prioridad de dicho QCI m , entonces el factor F_m es igual a uno;

- combinar estrategias de planificación para dicho número de terminales de usuario, UE, de dichas clases de calidad de servicio, QoS, que soportan dicho tráfico dependiente del retardo y un tráfico elástico cumpliendo:

$$u(k) = \arg \max_i \{P_i^{QCI_m}[n, k]\}$$

donde:

P_i^{QCIm} es la prioridad modificada, y

$u(k)$ representa un bloque de recursos k que debe asignarse a una portadora u .

- 5
2. Método según la reivindicación 1, comprendiendo el método además recibir indicadores de calidad de canal desde dicha pluralidad de terminales de usuario y realizar dicha planificación basándose también en dichos indicadores de calidad de canal recibidos.
- 10
3. Método según la reivindicación 1, que comprende realizar dicha planificación de paquetes garantizando que el límite superior de retardo indicado por dicho presupuesto de retardo de paquetes no se supera para ninguno de dichos terminales de usuario, UE.
- 15
4. Método según la reivindicación 3, en el que el método comprende, si no puede garantizarse que dicho límite superior de retardo no se supera para todos de dichos terminales de usuario, UE, realizar una priorización entre dichos paquetes, en cuanto a dicha planificación de paquetes, basándose en dicho identificador de clase de calidad de servicio, QoS.
- 20
5. Método según la reivindicación 1, en el que dicha regla para portadoras de tasa de transmisión de bits garantizada, GBR, de dichas etapas a) y b) garantiza a dichas portadoras de tasa de transmisión de bits garantizada, GBR, un presupuesto de retardo de paquetes.
- 25
6. Método según la reivindicación 5, en el que dicha regla para otras portadoras no GBR de dicha etapa c) garantiza que se dote a dichas portadoras no GBR de una tasa de transmisión de datos mínima.
- 30
7. Método según la reivindicación 6, que comprende además combinar dichas estrategias de planificación para dichas portadoras de tasa de transmisión de bits garantizada, GBR, y dichas portadoras no de tasa de transmisión de bits garantizada, no GBR, usando una prioridad relativa de dichos identificadores de clase de calidad de servicio, QoS.
- 35
8. Método según la reivindicación 7, en el que dicha combinación de dichas estrategias de planificación se basa en un parámetro de prioridad de dichas características de identificadores de clase de calidad de servicio, QoS, normalizadas de cada uno de dichos identificadores de clase de calidad de servicio, QoS.
- 40
9. Sistema para planificar el enlace descendente en redes de acceso de radio basándose en calidad de servicio, que comprende:
- una pluralidad de terminales de usuario o UE;
 - un planificador de paquetes configurado para realizar una planificación de paquetes para dicha pluralidad de terminales de usuario, UE, basándose en información relativa a clases de calidad de servicio, QoS; y
 - una arquitectura de núcleo de paquetes evolucionado para proporcionar servicios de comunicación a dichos terminales de usuario, UE, y configurada para enviar identificadores de clase de calidad de servicio, QoS, incluyendo dicha información relativa a clases de calidad de servicio, QoS, a dicho planificador de paquetes en el que dicho planificador de paquetes está configurado para usar dichos identificadores de clase de calidad de servicio, QoS, siendo estos últimos al menos dos de un tipo de recurso, incluyendo una portadora de tasa de transmisión de bits garantizada, GBR, y una no GBR, una prioridad y un presupuesto de retardo de paquetes;
- 45
- la planificación se realiza siguiendo las siguientes estrategias de planificación:
- 50
- a) una regla de planificación para portadoras de tasa de transmisión de bits garantizada, GBR;
- 55
- b) una regla de planificación para portadoras no de tasa de transmisión de bits garantizada, no GBR, que soportan un tráfico dependiente del retardo; o
- 60
- c) una regla de planificación para otras portadoras no de tasa de transmisión de bits garantizada, no GBR, que soportan un tráfico elástico, y en el que el planificador de paquetes está configurado para maximizar el número de dichos terminales de usuario, UE, que cumplen dichos parámetros de calidad de servicio, QoS, en la red, mediante:
- definir un indicador de rendimiento de calidad Q_i y una calidad objetivo TQ_{QCL_m} para cada una de dichas

clases de calidad de servicio, QoS, incluyendo dicho indicador de rendimiento de calidad Q_i dicha información relativa a clases de calidad de servicio, QoS, con un retardo de paquetes para tráfico dependiente del retardo, en el que tráfico dependiente del retardo incluye portadoras GBR y portadoras no GBR que soportan tráfico dependiente del retardo, o tasa de transmisión de datos para tráfico elástico, e incluyendo dicha calidad objetivo TQ_{QCI_m} dicha información relativa a clases de calidad de servicio, QoS, con un presupuesto de retardo de paquetes para tráfico dependiente del retardo o una tasa de transmisión de datos mínima para tráfico elástico;

- definir una métrica Q_{QCI_m} que depende del tipo de servicios que se transportan incluyendo tráfico dependiente del retardo o mejor elástico para cada una de dichas clases de calidad de servicio, QoS, que mide si el rendimiento de dicho número de terminales de usuario, UE, cumple su objetivo de rendimiento de calidad, que:

- para QCI que transportan tráfico dependiente del retardo es el Q_i más alto de entre todas las portadoras que corresponden al QCI m y que tienen suficiente calidad de canal de radio, y en el que se considera que un UE tiene suficiente calidad de canal de radio si sus mediciones de potencia recibida de señal de referencia, RSRP, y calidad recibida de señal de referencia, RSRQ, están por encima de umbrales predeterminados; y

- para CQI que transportan tráfico elástico es el Q_i más bajo de entre todas las portadoras que corresponden al QCI m y que tienen suficiente calidad de canal de radio;

- incluir un factor en la prioridad de un terminal de usuario, UE, correlacionado con una clase de calidad de servicio, QoS, que soporta un tráfico dependiente del retardo, comprendiendo dicho factor

$$offset + 2 \times priorityAtTarget \times \frac{1}{1 + e^{-a(W_i[n] - TQ_{QCI_m})}}$$

y multiplicándose dicho factor por

$$\left(\frac{R_i[n, k]}{r_i[n]} \right)$$

en el que dicha prioridad de un terminal de usuario, UE, se define por el producto de los dos factores anteriores para dichas estrategias de planificación a) y b) o se calcula mediante el factor $\left(\frac{R_i[n, k]}{r_i[n]} \right)$ para la estrategia de planificación c), y donde

offset (desfase) significa la prioridad mínima,

priorityAtTarget (prioridad en objetivo) es la prioridad lograda considerando dicho desfase cuando la métrica Q_{QCI_m} es igual a su objetivo,

$W_i[n]$ es el retardo de un paquete de cabeza de línea (HOL) de dicho terminal de usuario o UE en el intervalo de tiempo de transmisión o TTI n ,

TQ_{QCI_m} es la calidad objetivo,

a es una constante,

$R_i[n, k]$ es la tasa de transmisión de datos soportada instantánea de un usuario i en un bloque de recursos k y en TTI n , y

$r_i[n]$ es una tasa de transmisión de datos filtrados paso bajo que el usuario i ha recibido hasta TTI n ;

- modificar dicha prioridad del terminal de usuario, UE, multiplicándola por un factor F_m que considera la prioridad relativa de dichos identificadores de clase de calidad de servicio, QoS, y el grado de cumplimiento de dicho indicador de rendimiento de calidad Q_i con respecto a dicha calidad objetivo TQ_{QCI_m} para los terminales de usuario, UE, y los identificadores de clase de calidad de servicio, QoS, en el que:

- F_m es uno si todos de dichos identificadores de clase de calidad de servicio, QoS, cumplen sus niveles de calidad objetivo correspondientes; o

5 - la decisión para seleccionar F_m depende de la prioridad más alta de dichos identificadores de clase de calidad de servicio, QoS, x que no cumple su calidad objetivo considerando:

- si la prioridad del QCI x es más alta que la prioridad de QCI m , entonces el factor F_m será mucho menor que uno con el fin de reducir la prioridad de dicho QCI m ;

10 - si la prioridad del QCI x es más baja que la prioridad de dicho QCI m , entonces el factor F_m para portadoras dependientes del retardo es

$$F_m = \frac{Q_{QCI_m}}{TQ_{QCI_m}},$$

15 y para portadoras no dependientes del retardo es

$$F_m = \frac{TQ_{QCI_m}}{Q_{QCI_m}};$$

20 - si la prioridad del QCI x es igual a la prioridad de dicho QCI m , entonces el factor F_m es igual a uno; y

25 - combinar estrategias de planificación para dicho número de terminales de usuario, UE, de dichas clases de calidad de servicio, QoS, que soportan dicho tráfico dependiente del retardo y un tráfico elástico cumpliendo:

$$u(k) = \arg \max_i \{P_i^{QCI_m}[n, k]\}$$

30 donde:

$P_i^{QCI_m}$ es la prioridad modificada, y

$u(k)$ representa un bloque de recursos k que debe asignarse a una portadora u .

35 10. Sistema según la reivindicación 9, que comprende medios dispuestos para realizar las etapas del método según cualquier reivindicación anterior.

40 11. Sistema según la reivindicación 9, en el que dicho planificador de paquetes es un planificador dependiente del retardo para dicha GBR y para dicha no GBR que soporta dicho tráfico dependiente del retardo.

12. Sistema según la reivindicación 9, en el que dicho planificador de paquetes es un planificador de equidad proporcional para dicha no GBR que soporta dicho tráfico elástico.

45 13. Sistema según la reivindicación 9, en el que dicho planificador de paquetes está ubicado en el eNodo B.

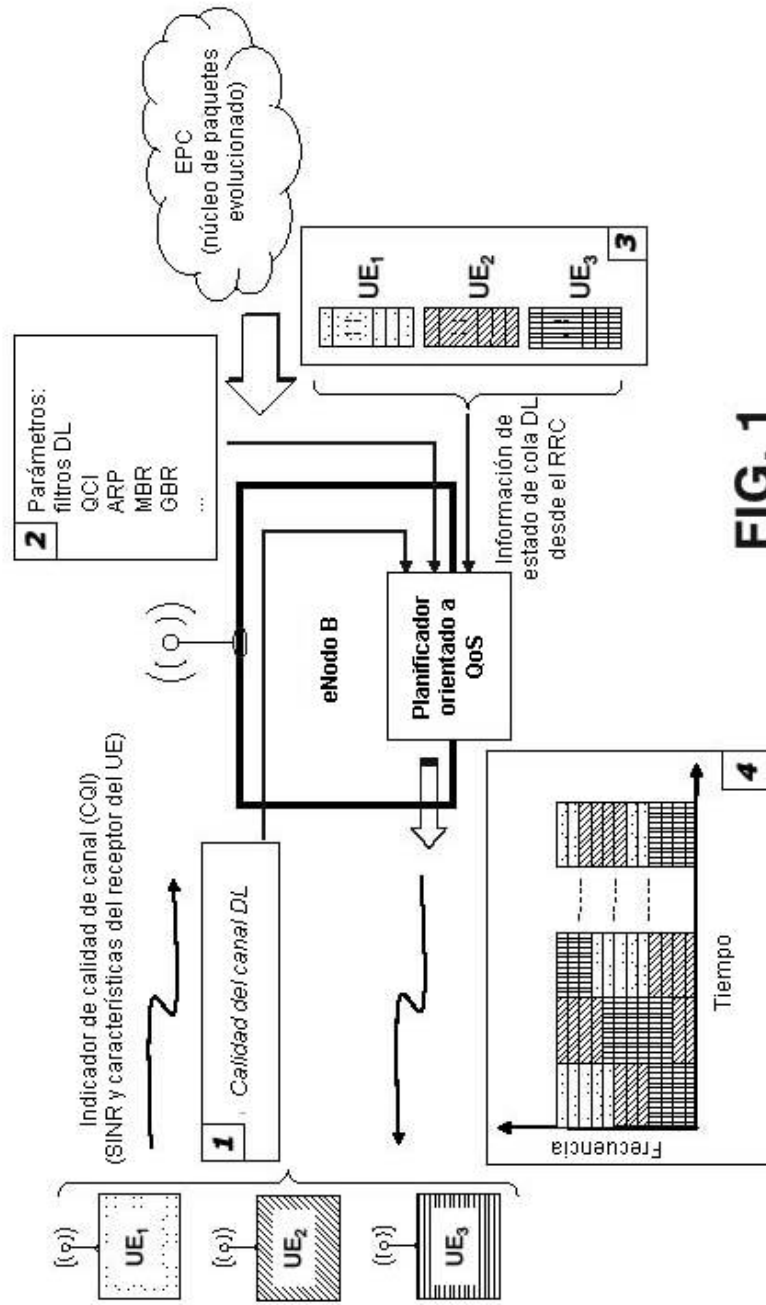


FIG. 1

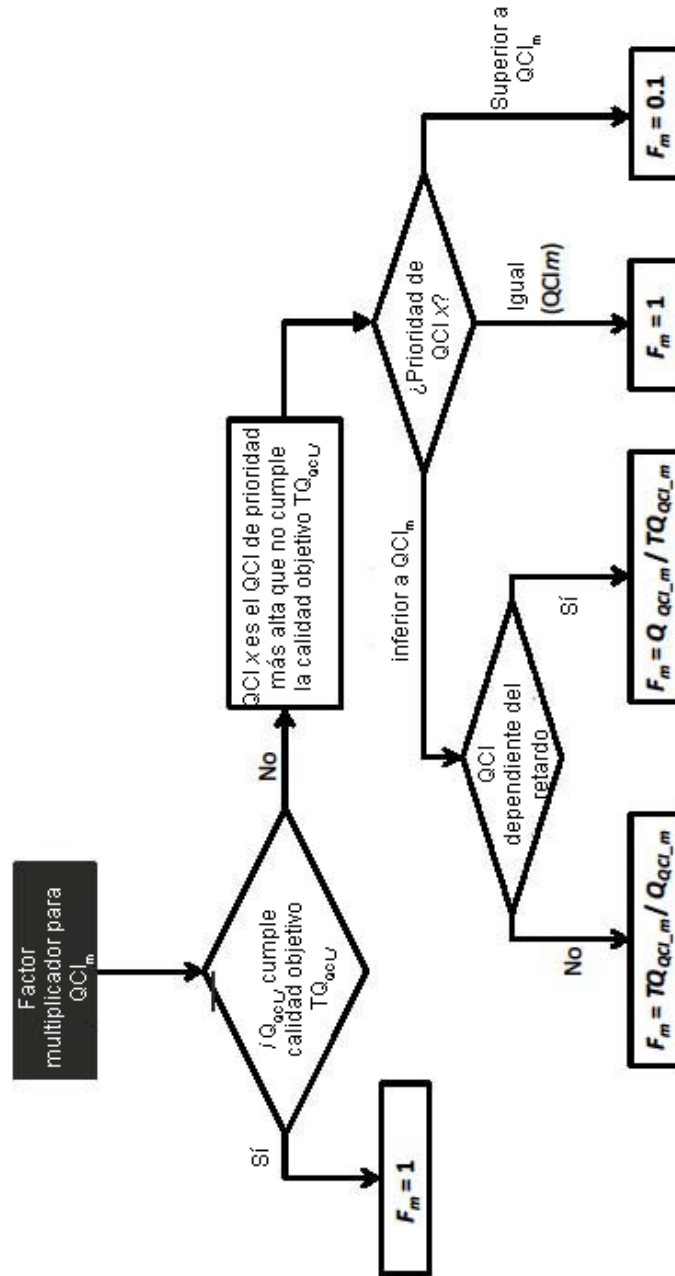


FIG. 2

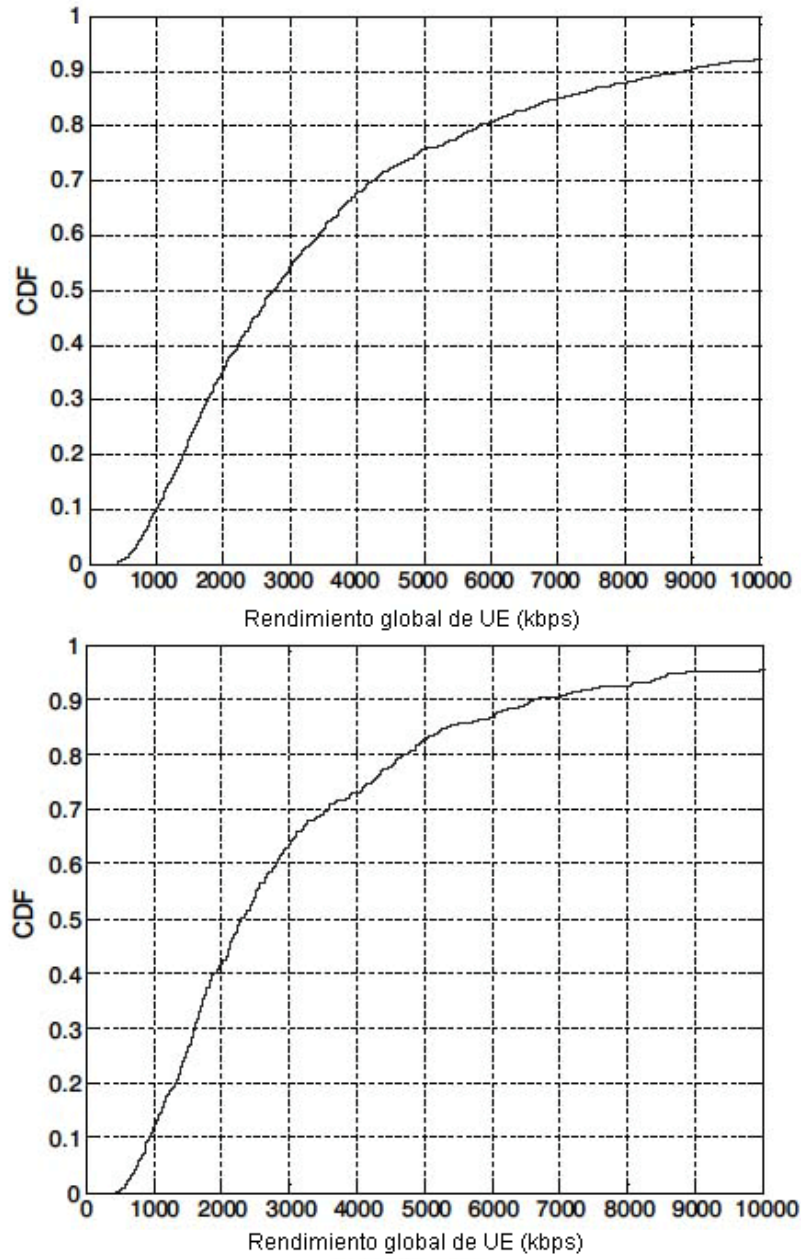


FIG. 3

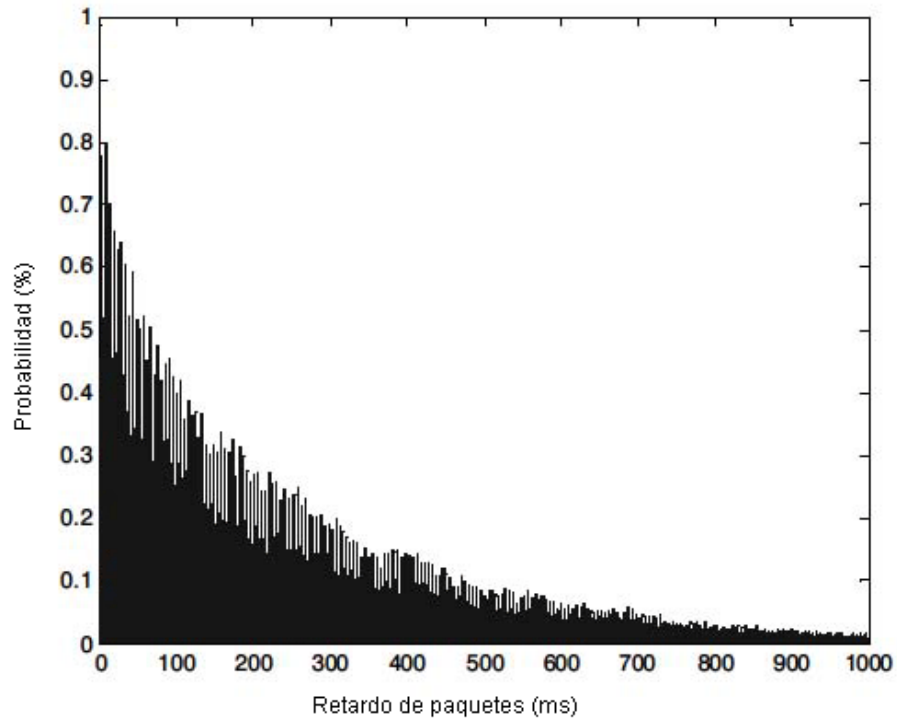


FIG. 4

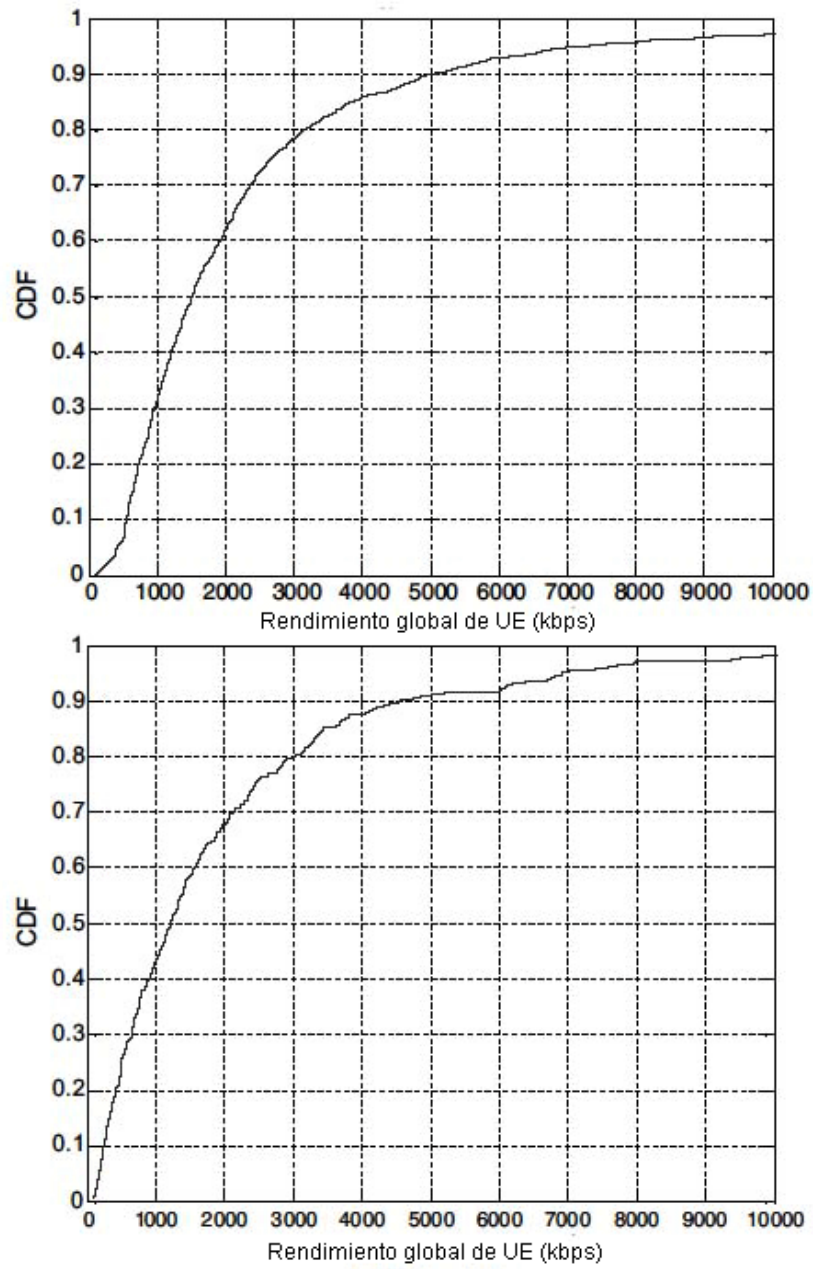


FIG. 5

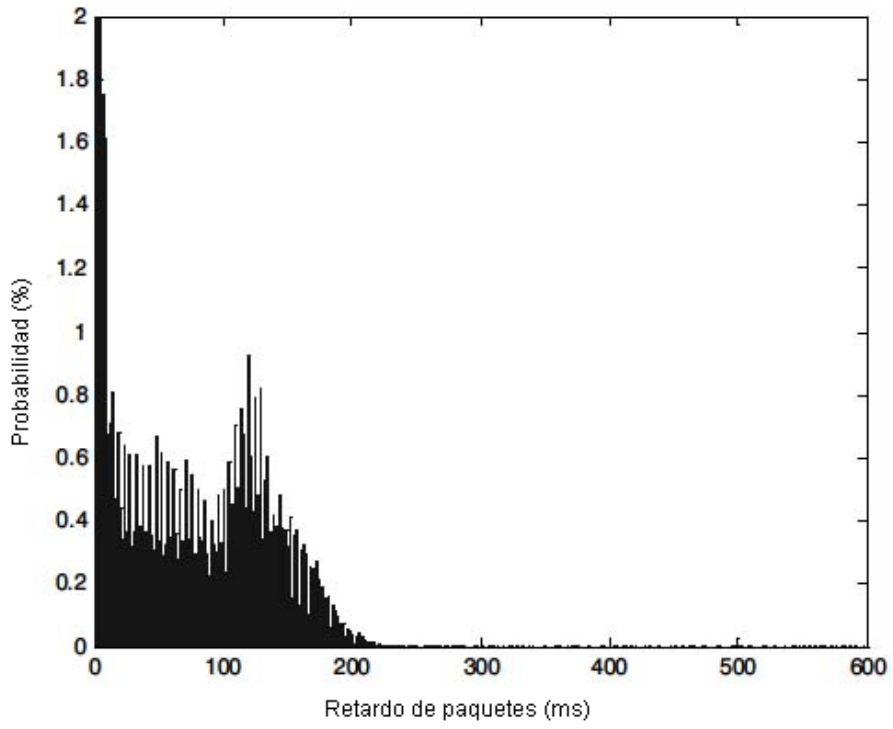


FIG. 6

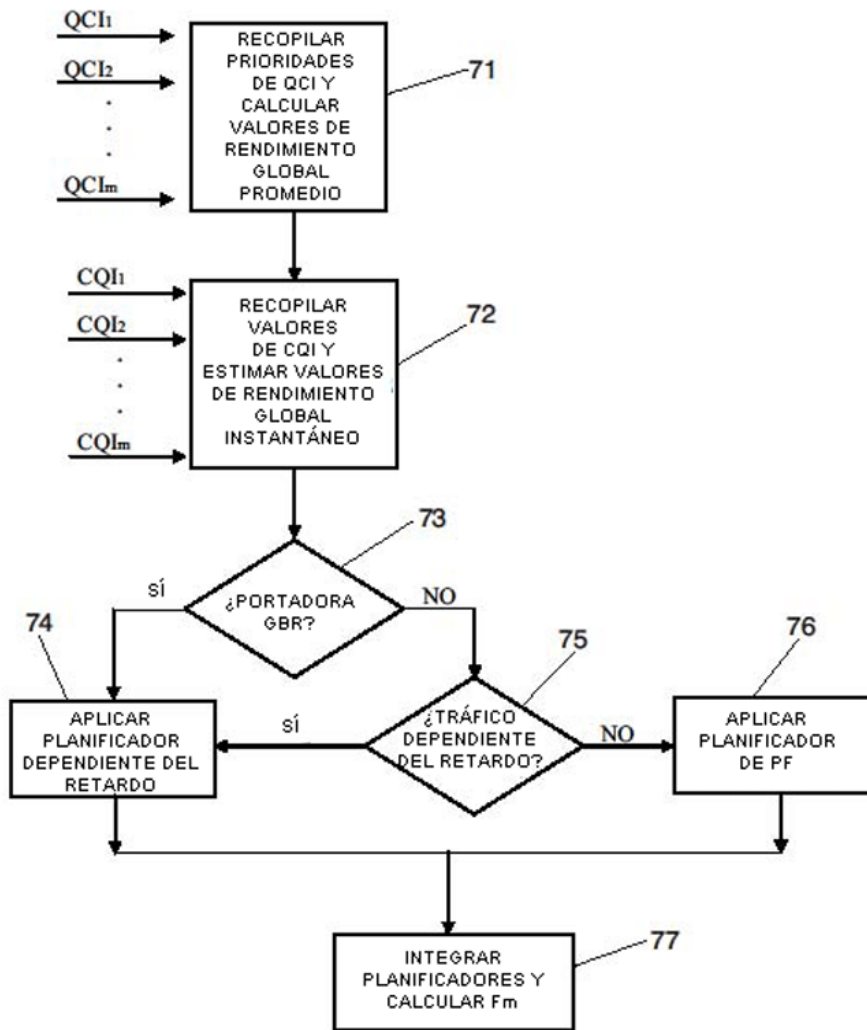


FIG. 7