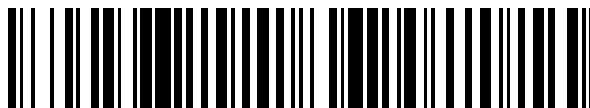


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 429 663**

21 Número de solicitud: 201230296

51 Int. Cl.:

**H04W 8/00**

(2009.01)

12

SOLICITUD DE PATENTE

A2

22 Fecha de presentación:

**28.02.2012**

43 Fecha de publicación de la solicitud:

**15.11.2013**

71 Solicitantes:

**TELEFONICA, S.A. (100.0%)  
GRAN VIA, N.28  
28013 MADRID ES**

72 Inventor/es:

**AMEIGEIRAS GUTIÉRREZ, Pablo;  
NAVARRO ORTIZ, Jorge;  
LÓPEZ SOLER, Juan Manuel;  
GARCIA PÉREZ, Raquel;  
LORCA HERNANDO, Javier y  
PÉREZ TARRERO, Quiliano**

74 Agente/Representante:

**ARIZTI ACHA, Monica**

54 Título: **MÉTODO Y SISTEMA PARA PLANIFICAR EL ENLACE DESCENDENTE EN REDES DE EVOLUCIÓN A LARGO PLAZO (LTE) BASÁNDOSE EN CALIDAD DE SERVICIO (QoS)**

57 Resumen:

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

El método comprende:

realizar una planificación de paquetes para una pluralidad de terminales de usuario (UE) basándose en información relativa a clases de QoS, estando dicha información relativa a clases de QoS incluida en identificadores de clase de QoS recibidos desde un núcleo de paquetes evolucionado que proporciona servicios de comunicación a dichos terminales de usuario, comprendiendo además dicho método 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 sistema de la invención está dispuesto para implementar el método de la invención.

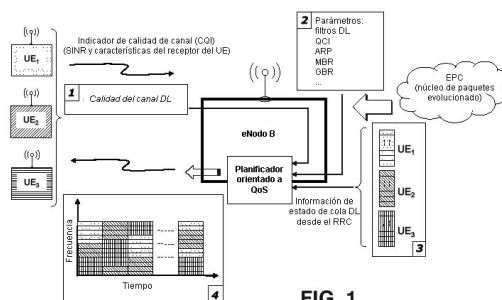


FIG. 1

## DESCRIPCIÓN

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

#### 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.

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

#### 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).

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]. 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, eNode B).

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:

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.

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.

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, PDCCP en E-UTRAN).

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].

| 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<br>(NOTA 3) | GBR             | 2         | 100 ms                                      | $10^{-2}$                                        | Voz de conversación                                  |
| 2<br>(NOTA 3) |                 | 4         | 150 ms                                      | $10^{-3}$                                        | Vídeo de conversación<br>(flujo continuo en directo) |

|               |        |   |        |                  |                                                                                                                                                               |
|---------------|--------|---|--------|------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 3<br>(NOTA 3) |        | 3 | 50 ms  | 10 <sup>-3</sup> | Juegos en tiempo real                                                                                                                                         |
| 4<br>(NOTA 3) |        | 5 | 300 ms | 10 <sup>-6</sup> | Vídeo no de conversación (flujo continuo almacenado temporalmente)                                                                                            |
| 5<br>(NOTA 3) | No GBR | 1 | 100 ms | 10 <sup>-6</sup> | Señalización IMS                                                                                                                                              |
| 6<br>(NOTA 4) |        | 6 | 300 ms | 10 <sup>-6</sup> | Vídeo (flujo continuo almacenado temporalmente) basado en TCP (por ejemplo, www, e-mail, chat, ftp, compartición de archivos por p2p, vídeo progresivo, etc.) |
| 7<br>(NOTA 3) |        | 7 | 100 ms | 10 <sup>-3</sup> | Voz,<br>Vídeo (flujo continuo en directo)<br>Juegos interactivos                                                                                              |
| 8<br>(NOTA 5) |        | 8 | 300 ms | 10 <sup>-6</sup> | Vídeo (flujo continuo almacenado temporalmente) basado en TCP (por ejemplo, www, e-mail, chat, ftp, compartición de archivos por p2p, vídeo progresivo, etc.) |
| 9<br>(NOTA 6) |        | 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 no 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.

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

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.

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 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).

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

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:

- 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.
- 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.
- 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.

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 realmente no tratan el cumplimiento de los parámetros de QCI descritos en la tabla 1.

#### Sumario de la invención

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 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.

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.

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.

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

- 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
- 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.

Un segundo aspecto de la invención se refiere a un sistema 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
- 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.

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.

El sistema del segundo aspecto de la invención está dispuesto para implementar el método del primer aspecto.

Otras realizaciones del sistema del primer aspecto de la invención se describen según las reivindicaciones 14 a 18 adjuntas, y en una sección posterior relativa a la descripción detallada de varias realizaciones.

#### Breve descripción de los dibujos

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.

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.

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.

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.

#### 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.

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

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

- 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).

- 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.

- 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.

#### 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:

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

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 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  $n$ ,  $\text{offset}$  (desfase) significa la prioridad mínima,  $\text{priorityAtTarget}$  (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.

Debe observarse que el último factor  $\left( \frac{R_i[n, k]}{r_i[n]} \right)$  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.

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  $\text{offset} = 1$ .
- 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 como mucho, entonces

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

. Entonces, puede seleccionarse  $\text{priorityAtTarget} = 8 \times 2,5 = 20$  de modo que este QCI tendrá una prioridad muy superior a los QCI de mejor esfuerzo cuando su rendimiento sea bajo.

- 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  $\text{priorityAtTarget} \times$  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  $a = 35$ .

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

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.

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.

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:

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

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.

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 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, video 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  $TQ_{QCI_m}$ , 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:

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

y para portadoras no dependientes del retardo es igual a

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

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.

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:

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

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

Resultados de la simulación

- 5 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).

| 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 eNode-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)<br>16QAM (R=1/2, 2/3, 4/5)<br>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                                                                 |

10 Tabla 2. Parámetros principales para las simulaciones dinámicas de LTE

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.

- 15 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
- 20 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)
- 25 Los usuarios se crean según un proceso de *Poisson* cuya carga de célula ofrecida media se controla mediante un parámetro de simulación.

- La descarga de video 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
- 30 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.

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.

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

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

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.

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.

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                       |
| 5  | 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                                       |
| 10 | 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                                        |
| 15 | FTP     | <i>File Transfer 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                               |
| 20 | HOL     | <i>Head of Line</i> ; cabeza de línea                                                                            |
|    | HTTP    | <i>Hyper Text Transfer Protocol</i> ; protocolo de transferencia de hipertexto                                   |
|    | IMS     | <i>IP Multimedia Subsystem</i> ; subsistema multimedia IP                                                        |
|    | IP      | <i>Internet Protocol</i> ; protocolo de Internet                                                                 |
|    | ITU     | <i>International Telecommunications Union</i> ; unión internacional de telecomunicaciones                        |
| 25 | KPI     | <i>Key Performance Indicator</i> ; indicador de rendimiento clave                                                |
|    | 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                                                  |
| 30 | MPS     | <i>Multimedia Priority Services</i> ; servicios de prioridad multimedia                                          |
|    | PCEF    | <i>Policy Control Enforcement Function</i> ; función de ejecución de control de políticas                        |
|    | 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                        |
| 35 | PDN-GW  | <i>Packet Data Network Gateway</i> ; pasarela de red de datos por paquetes                                       |
|    | 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                                          |
| 40 | 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                                                                  |
|    | RLC     | <i>Radio Link Control</i> ; control de enlace de radio                                                           |
|    | RSRP    | <i>Reference Signal Received Power</i> ; potencia recibida de señal de referencia                                |
| 45 | 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                                                            |
|    | 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                                           |
|    | TU      | <i>Typical Urban</i> ; típico en medio urbano                                                                    |
|    | UE      | <i>User Equipment</i> ; equipo de usuario                                                                        |
| 55 | 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     | <i>World Wide Web</i>                                                                                            |
| 60 |         |                                                                                                                  |

BIBLIOGRAFÍA

- [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 7th IEEE Vehicular Technology Conference (VTC '08), págs. 2532–2536, mayo de 2008.
- [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.
- [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.
- [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.
- [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).

### **REIVINDICACIONES**

1. Método para planificar el enlace descendente en redes de evolución a largo plazo (LTE) basándose en la calidad de servicio (QoS), que comprende realizar una planificación de paquetes para una pluralidad de terminales de usuario (UE) basándose en información relativa a clases de QoS, estando dicho método caracterizado porque dicha información relativa a clases de QoS está incluida en identificadores de clase de QoS recibidos desde un núcleo de paquetes evolucionado que proporciona servicios de comunicación a dichos terminales de usuario, y porque dicha planificación de paquetes maximiza el número de usuarios que cumplen dichos parámetros de QoS en la red.
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.
3. Método según la reivindicación 1, en el que dichos identificadores de clase de QoS son al menos dos de un tipo de recurso, que incluyen una tasa de transmisión de bits garantizada (GBR) y una portadora no GBR, una prioridad, un presupuesto de retardo de paquetes y una tasa de pérdida por errores de paquetes.
4. Método según la reivindicación 3, caracterizado porque el límite superior de retardo indicado por dicho presupuesto de retardo de paquetes no se supera para ninguno de dichos terminales de usuario.
5. 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 los dichos terminales de usuario, realizar una priorización entre dichos paquetes, en cuanto a dicha planificación de paquetes, basándose en dicho identificador de clase de prioridad.
6. Método según la reivindicación 3, que comprende realizar dicha planificación siguiendo las siguientes estrategias de planificación:
  - 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
  - c) una regla de planificación para otras portadoras no GBR que soportan un tráfico elástico.
7. Método según la reivindicación 6, en el que dicha regla para portadoras GBR de dichas etapas a) y b) garantiza a dichas portadoras GBR el cumplimiento de dicho presupuesto de retardo de paquetes.

8. Método según la reivindicación 7, 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.
9. Método según la reivindicación 8, que comprende además combinar dichas estrategias de planificación para dichas portadoras GBR y dichas portadoras no GBR usando una prioridad relativa de dichos identificadores de clase de QoS.
10. Método según la reivindicación 9, 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 QoS normalizados de cada uno de dichos identificadores de clase de QoS.
11. Método según la reivindicación 10, caracterizado porque dicho identificadores de clase de QoS de mayor prioridad cumplen un objetivo de calidad mínimo.
12. Método según la reivindicación 11, que comprende además definir un indicador de rendimiento de calidad  $Q_i$  para cada una de dichas portadoras, y una calidad objetivo  $TQ_{QCI\_m}$  para establecer un nivel de calidad mínimo.
13. Método según la reivindicación 12, en el que se define un factor  $F_m$  para modificar dichas prioridades de portadoras según dichas métricas de calidad objetivo.
14. Sistema para planificar el enlace descendente en redes de evolución a largo plazo (LTE) basándose en calidad de servicio (QoS), que comprende:
  - una pluralidad de terminales de usuario; y
  - un planificador de paquetes, ubicado en un eNodo B, configurado para realizar una planificación de paquetes para dicha pluralidad de terminales de usuario basándose en información relativa a clases de QoS;caracterizado porque 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.
15. Sistema según la reivindicación 14, implementando dicho sistema un método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores.
16. Sistema según la reivindicación 14, 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.

17. Sistema según la reivindicación 14, en el que dicho planificador de paquetes es un planificador de equidad proporcional para dicha no GBR que soporta dicho tráfico elástico.

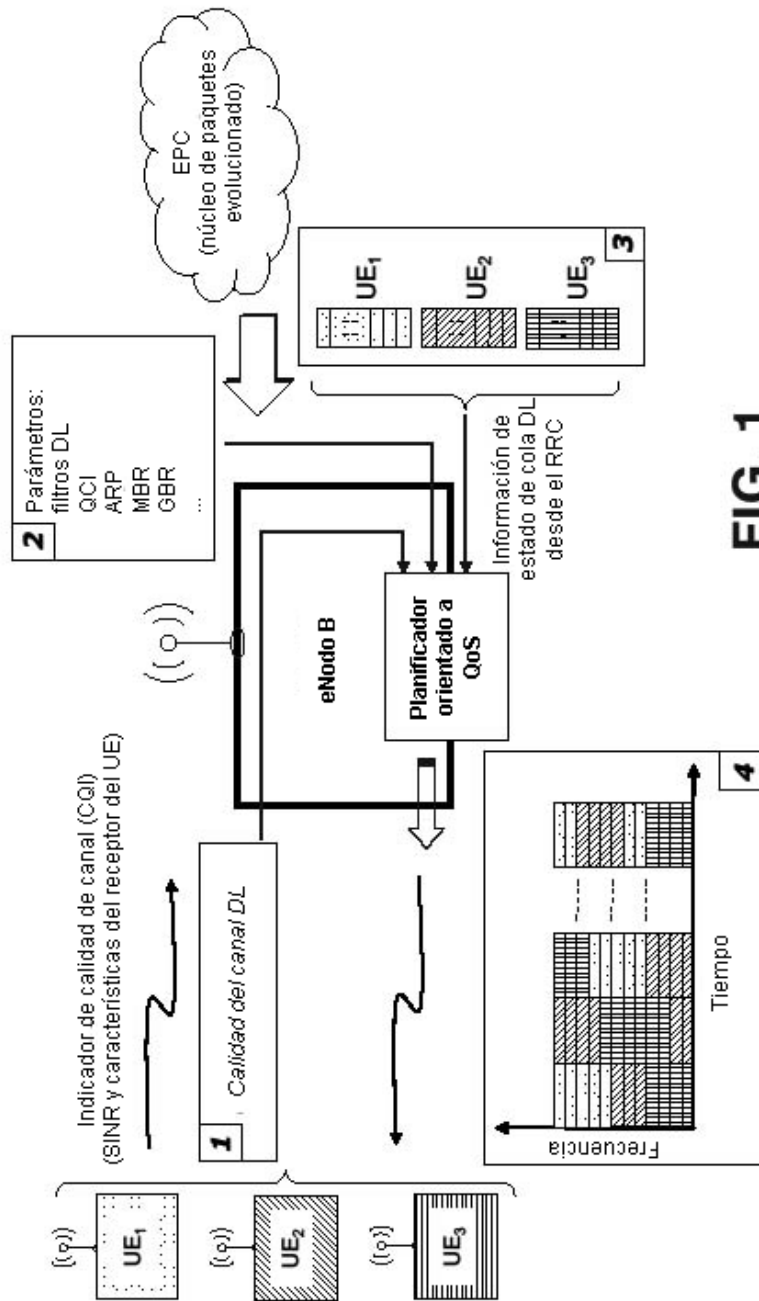


FIG. 1

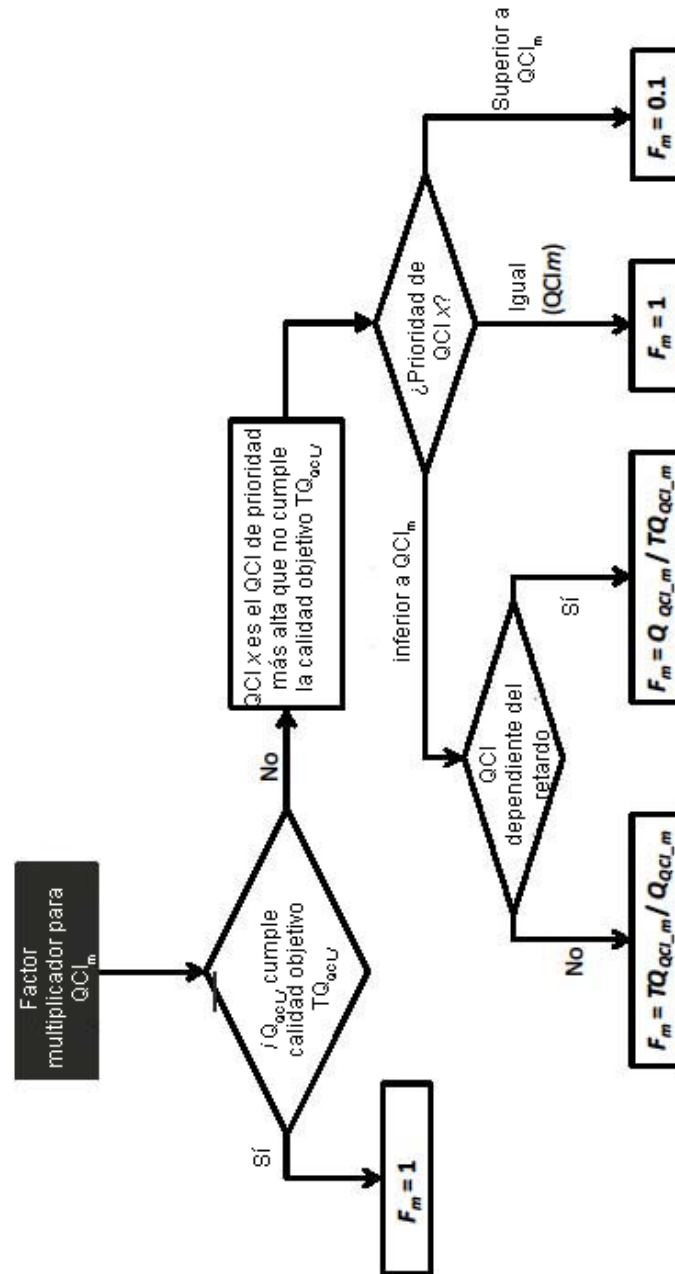
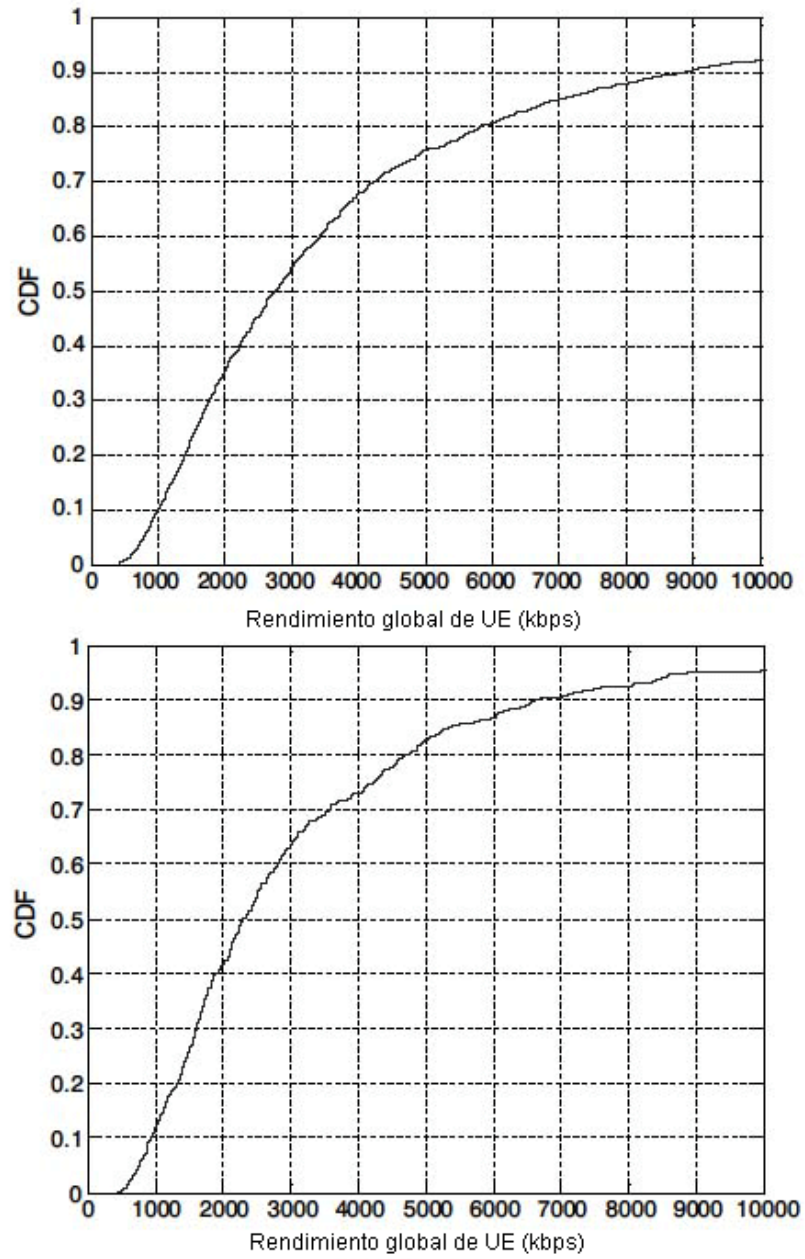
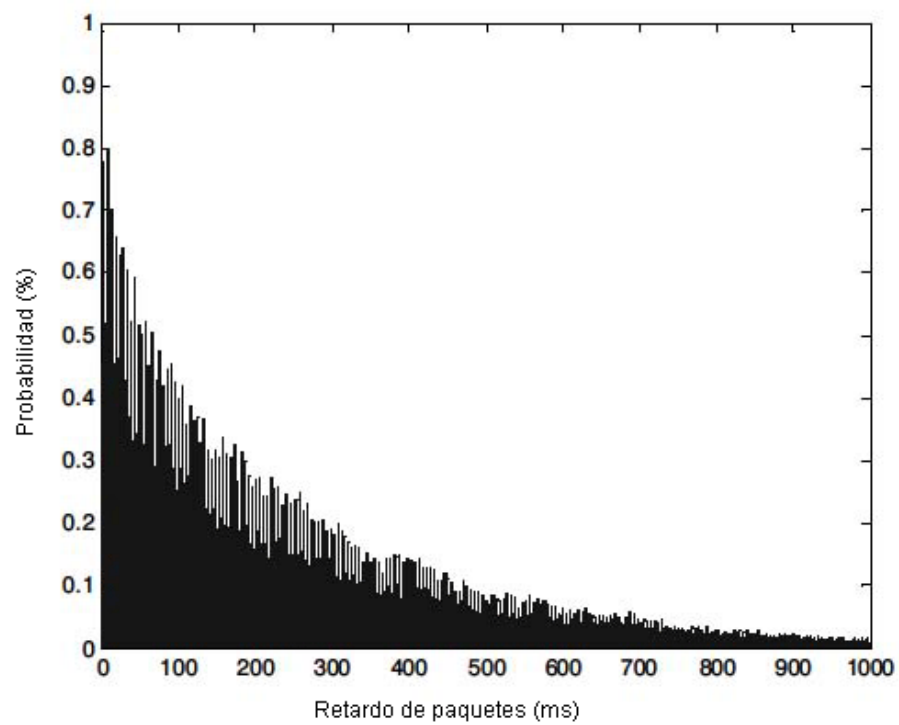


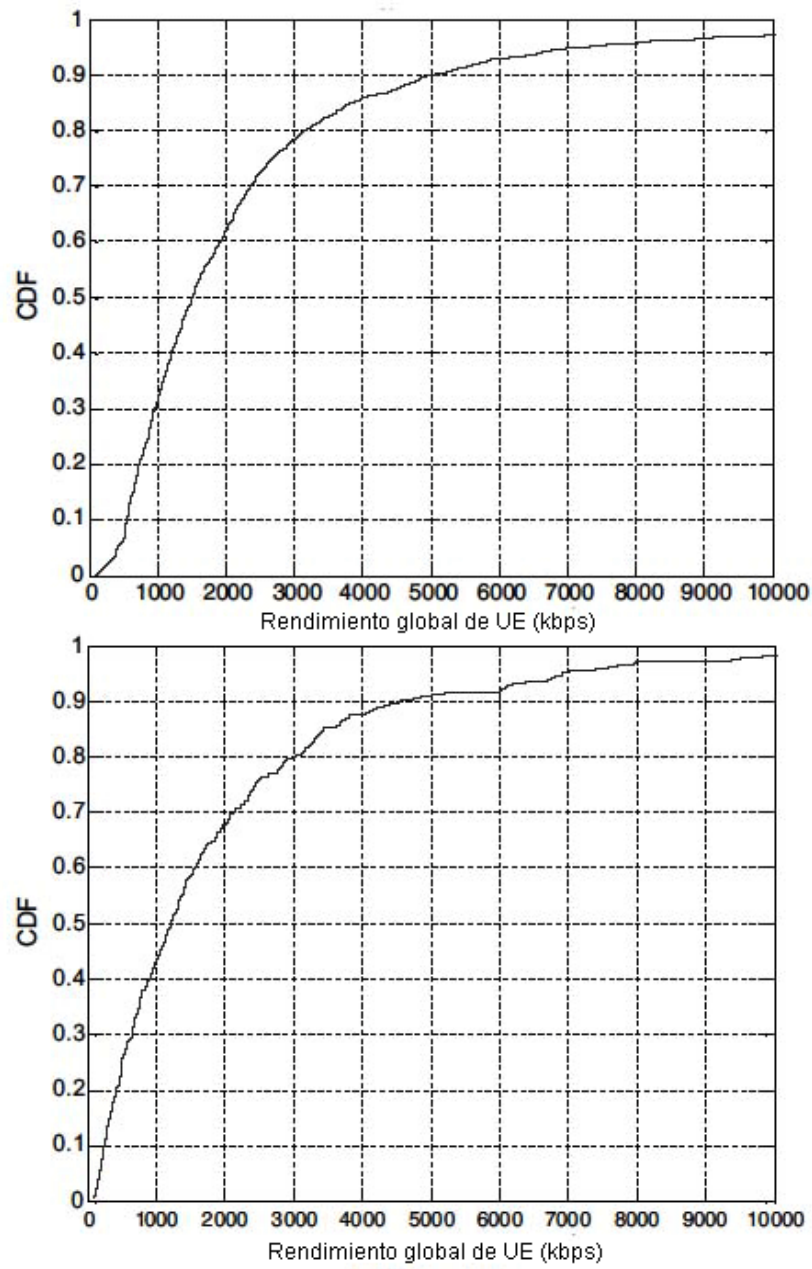
FIG. 2



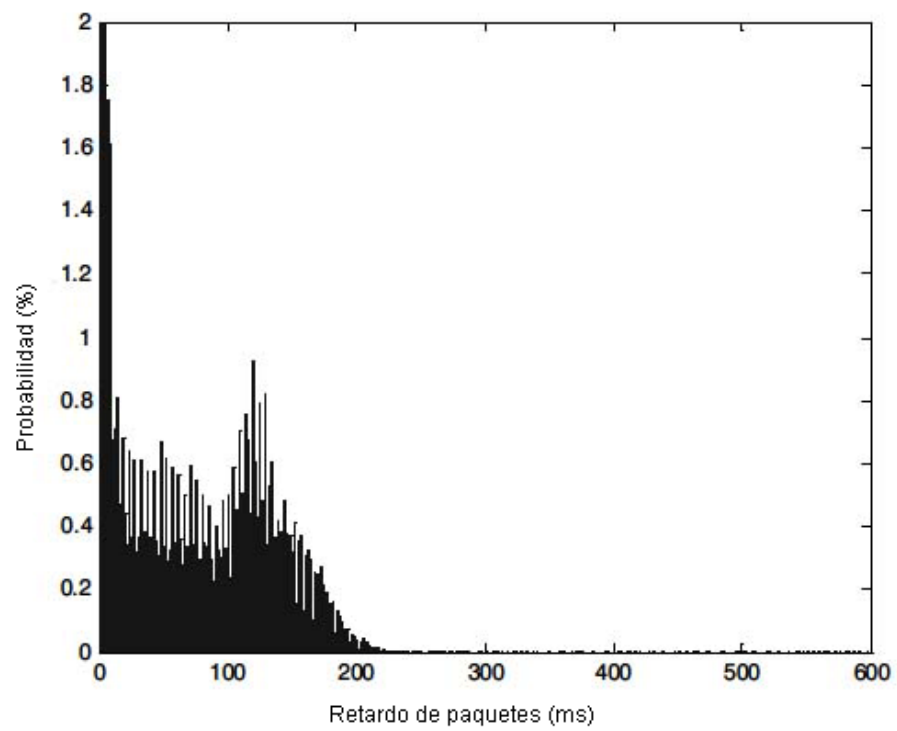
**FIG. 3**



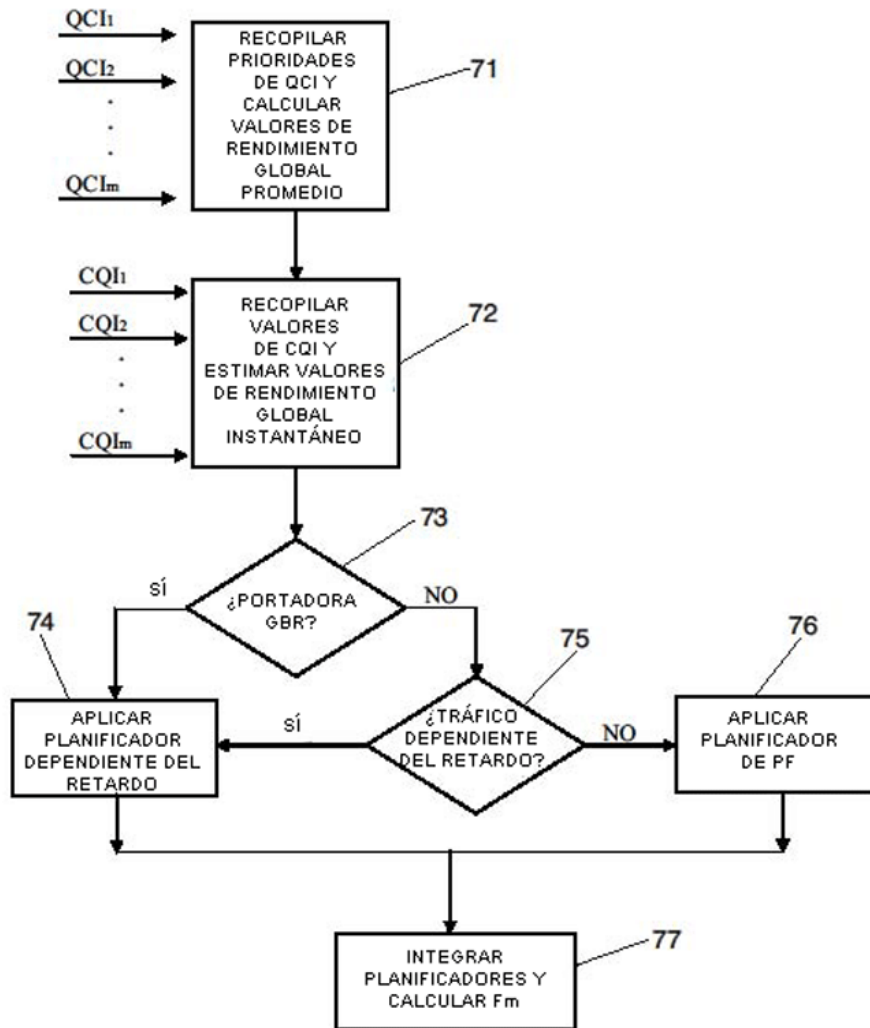
**FIG. 4**



**FIG. 5**



**FIG. 6**



**FIG. 7**