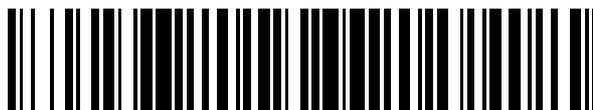


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 557 892**

51 Int. Cl.:

**H04L 12/54** (2013.01)

**H04L 12/911** (2013.01)

**H04N 21/647** (2011.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.07.1999 E 09005702 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **30.09.2015 EP 2109265**

54 Título: **Control de admisión y planificación de tráfico de datos por paquetes**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**29.01.2016**

73 Titular/es:

**TELEFONAKTIEBOLAGET LM ERICSSON (PUBL)**  
**(100.0%)**  
**164 83 Stockholm, SE**

72 Inventor/es:

**FASBENDER, ANDREAS y**  
**MEGGERS, JENS**

74 Agente/Representante:

**DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto**

**ES 2 557 892 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

Control de admisión y planificación de tráfico de datos por paquetes

## 5 Campo de la Invención

La presente invención se refiere en general al procesamiento de tráfico de datos por paquetes en un sistema de comunicaciones, y en particular a la planificación de paquetes de datos y al control de admisión.

## Antecedentes de la Invención

10 A partir de la técnica anterior, se conocen dos conceptos para la provisión de calidad de servicio en una red de comunicaciones orientada a paquetes.

15 Un concepto es el denominado Concepto de Servicios Integrados, que se basa en la reserva de recursos para flujos continuos dedicados de paquetes de datos. Para la reserva de recursos, es necesaria una señalización de requisitos entre entidades pares antes de una transmisión de datos de carga útil. A todos los nodos de red a lo largo de un trayecto de transmisión se les solicita reservar recursos correspondientes. El Concepto de Servicios Integrados se describe en: D. Clark et al., *Supporting Real-time Applications in an Integrated Services Packet Network: Architecture and Mechanisms*, Proceedings SIGCOMM 92, agosto de 1992.

20 Un protocolo de señalización conocido es el denominado Protocolo de Reserva de Recursos RSVP, que se describe en: L. Zhang et al., *RSVP: A New Resource Reservation Protocol*, IEEE Network Magazine, septiembre de 1993. El RSVP es un protocolo simplex orientado a receptores, que reserva recursos en una dirección a lo largo de un trayecto de comunicaciones. El receptor del flujo de datos es responsable del inicio de la reserva de recursos.

25 El esquema denominado TENET es similar al Concepto de Servicios Integrados (véase, D. Ferrari et al., *A Scheme for Real-Time Channel Establishment in Wide Area Networks*, IEEE Journal on Selected Areas of Communications, vol. 8, págs. 368 a 379, 1990). Proporciona retardos garantizados para servicios de tiempo real en una red de área extensa por conmutación de paquetes y permite la asignación de ancho de banda por flujo de paquetes. En este esquema, los clientes declaran sus características de tráfico y requisitos de rendimiento en el momento del establecimiento del canal de comunicaciones. Después de que se haya establecido un canal, se planifican paquetes de datos basándose en plazos límite en los anfitriones y en los nodos de red. Para realizar esto, un planificador mantiene por lo menos tres colas: una para paquetes deterministas, una para paquetes estadísticos, y la tercera para la totalidad del resto de tipos de paquetes y todas las tareas locales.

35 Otro concepto para la provisión de calidad de servicio es el denominado Concepto de Servicios Diferenciados, que pretende simplificar la clasificación y planificación de paquetes con requisitos de calidad de servicio mediante el uso de bits de prioridad en un encabezamiento del protocolo. Todos los paquetes pertenecientes a una clase de calidad de servicio específica se marcarán con una combinación correspondiente de bits de prioridad en el encabezamiento del Protocolo de Internet. Los flujos de paquetes se marcan con los bits de prioridad y se supervisan en concordancia con un Acuerdo a Nivel de Servicio en el borde de la red. En el interior de la red, los paquetes se planifican basándose en los bits de prioridad. Para el Concepto de Servicios Diferenciados, se proporciona la referencia S. Blake et al., *An Architecture for Differentiated Services*, IETF RFC 2475, diciembre de 1998.

45 El control de admisión de flujos continuos de paquetes de datos y la planificación del orden de transmisión de paquetes de datos con el fin de minimizar violaciones de plazos límite de aplicaciones multimedia de tiempo real o tiempo casi real son tareas importantes en las redes de comunicaciones que contienen cuellos de botella. En lo sucesivo, la expresión "tiempo real" debería entenderse también como "tiempo casi real" o, en general, como "sensible al tiempo". En redes heterogéneas, los cuellos de botella aparecen en límites de redes en los que el tráfico de una red se hace pasar a otra.

50 Habitualmente, ciertos plazos límite de tiempo real no se hacen pasar en caso de que se retarde únicamente un paquete de datos. En cambio, habitualmente un conjunto de paquetes de datos abarca una entidad de sincronización que debe llegar al destino, por ejemplo, para visualizar una parte de una salida multimedia a tiempo.

55 Los nodos de aplicación e intermedios se vuelven cada vez más inteligentes y permiten la adaptación multimedia. Esto significa que la cantidad de ancho de banda de datos necesaria para la transmisión de un cierto objeto multimedia o presentación no es fija. El proceso de adaptación se puede realizar por varios medios como la omisión de paquetes de prioridad inferior, codificación multimedia jerárquica, aplicación adaptativa, pasarelas de adaptación de ancho de banda o incluso redes activas que despliegan elementos de procesamiento dentro de nodos de red. Así, en caso de congestión, el ancho de banda puede variar dentro de un cierto intervalo. Las aplicaciones o la propia red pueden cumplir la tarea de adaptación necesaria para variar la velocidad de transmisión real con el fin de evitar violaciones de plazos límite.

65 Los esquemas existentes de control de admisión y de planificación permiten únicamente una baja utilización del ancho de banda por medio de asignaciones de velocidades de pico y garantías de retardo que se proporcionan para

fuentes de paquetes en ráfagas. Los esquemas mejorados están alcanzando una mayor utilización del ancho de banda mediante la aplicación de algoritmos de medición que predicen el ancho de banda disponible real midiendo el uso pasado del ancho de banda. No obstante, los algoritmos basados en mediciones proporcionan únicamente garantías débiles y solamente funcionan eficazmente con una alta cantidad de multiplexado estadístico. En especial, las redes inalámbricas están limitadas habitualmente en cuanto a capacidad de ancho de banda y, por lo tanto, los esquemas de control de admisión basados en mediciones y deterministas presentan rendimientos deficientes. Una de las razones es que los esquemas existentes para la planificación de paquetes tratan cada paquete de la misma manera. No pueden detectar plazos límite pasados que son relevantes para las aplicaciones de recepción y, por lo tanto, no pueden activar procesos que convierten el sistema actual a un estado exento de errores.

Los esquemas tradicionales clasifican cada flujo continuo de paquetes en una clase de prioridad. En el Concepto de Servicios Integrados, esta clase de prioridad pertenece a un retardo promedio que experimentarán los paquetes de un flujo continuo particular. En el planteamiento de los Servicios Diferenciados, esta clase de prioridad pertenece a un tipo de tráfico que debería presentar un retardo menor que otros. La clase de prioridad está vinculada habitualmente a un retardo promedio que se espera que experimente el paquete cuando es admitido en esa clase de prioridad. Cuando se consideran flujos continuos multimedia con velocidades de bits variables (como flujos continuos de vídeo), los paquetes de un flujo continuo individual no presentarán los mismos requisitos de retardo con el paso del tiempo. En cambio, una planificación mediante la determinación de un plazo límite de entrega para cada paquete individual, según propone la presente invención, proporciona un rendimiento mejor que una planificación basada en prioridades.

El documento EP 0814632 describe un método y un dispositivo para el control de admisión de conexión ATM multiclase para gestionar una pluralidad de categorías de servicios sin penalizar el procesamiento en tiempo real de métodos de control de admisión de conexiones convencionales. Tras la recepción de una petición de conexión, la petición de conexión recibida se clasifica en base a una categoría de servicios pedidos de ese modo. La decisión de si admitir o no la petición de conexión recibida se basa en los resultados de una evaluación de una calidad de servicio de la categoría de servicio pedido mediante la petición de conexión, y sobre una evaluación de una calidad de servicio para cada categoría de servicio.

Widjaja I. y otros describen en "A call admission control for multiservice networks with declarable and enforceable traffic parameters". Actas del decimocuarto Congreso Telegráfico Internacional 19940606, Amsterdam, Elsevier. Vol. 1A, 6 de junio de 1994, una política de control de admisión de llamada de acuerdo con la cual, en un establecimiento de llamada, cada usuario declara sus parámetros de tráfico en base a la velocidad más alta, velocidad principal mínima y velocidad principal máxima de una fuente, respectivamente.

Por lo tanto, es un objetivo de la presente invención proporcionar un planteamiento mejorado para sistemas de comunicaciones orientados a paquetes, que supere estos y otros problemas, en particular permitir una planificación, orientada a tiempos límite, de paquetes de datos que transporten tráfico de datos en tiempo real.

Este objetivo se logra mediante el método y el nodo de red de acuerdo con las reivindicaciones independientes.

La solución descrita en la invención resulta ventajosa gracias a las asignaciones de plazos límite de entrega individuales para paquetes de datos de carga útil que están sujetos a un procesamiento en tiempo real. Esto es especialmente útil para paquetes de datos de un flujo continuo multimedia individual con velocidades de bits variables, debido a los diferentes requisitos de retardo que tienen los paquetes con el paso del tiempo. El cálculo de un tiempo límite de entrega para cada paquete individual de datos de carga útil permite una planificación óptima del paquete de datos de carga útil a través de una cola basada en indicaciones de tiempo. De forma ventajosa, desde un paquete de control de sincronización SCP que está insertado en un flujo continuo entrante de paquetes de datos se leen parámetros de control de sincronización necesarios para la determinación de plazos límite. Esto garantiza un procesamiento sencillo de parámetros de control y evita estructuras adicionales de señalización y de protocolos complejos.

En un uso preferido, aparte de parámetros de control de sincronización, en el cálculo de los plazos límite se incorporan parámetros como una tasa de errores de paquete  $P_j$  y una velocidad de bits  $R_j$  de un canal de transmisión para paquetes de datos. De esta manera, las características del sistema actual pueden ser tenidas en cuenta fácilmente, lo cual da como resultado un rendimiento mejorado.

Además, resulta ventajoso de acuerdo con una realización que se pueda realizar fácilmente un control de admisión basándose en uno o más parámetros de control de admisión  $R_1$  leídos de un paquete de control de admisión ACP, el cual está insertado en un flujo continuo de paquetes de datos. Una decisión de admitir un procesamiento en tiempo real de un subflujo continuo de paquetes de datos depende de un requisito de caudal mínimo proporcionado por dichos parámetros de control de admisión. De forma ventajosa, se puede evitar una congestión debida a faltas de caudal en nodos o aplicaciones de red, por el motivo de que paquetes de datos que requieren un caudal mayor que el disponible no se admiten para un procesamiento en tiempo real. Adicionalmente, el control de admisión puede tener en cuenta un parámetro de caudal máximo  $R_h$ . Por lo tanto, el controlador de admisión puede escoger un

caudal más rentable que el caudal requerido mínimo R1 para un subflujo continuo de paquetes de datos, hasta el caudal máximo Rh y en función del caudal disponible.

5 Un operador de red puede cobrar importes diferentes para tasas de caudal diferentes proporcionadas al cliente. Con el fin de incrementar los beneficios del operador, dicha elección de una tasa de caudal para un subflujo continuo se puede basar en una función de ganancia proporcionada por un operador, indicando dicha función de ganancia, por ejemplo, el coste por tasa de caudal para el sistema de comunicaciones, un nodo de red o un canal de transmisión.

10 Además, un límite de caudal superior Rh puede evitar desbordamientos de memorias intermedias en el sistema de comunicaciones o en el receptor del flujo continuo de paquetes de datos, ya que garantiza que los paquetes de datos no se transmiten demasiado rápidamente.

Realizaciones adicionales preferidas se logran de acuerdo con la reivindicaciones precedentes.

15 De acuerdo con una realización, resulta además ventajoso realizar un control de admisión antes de que se calculen los plazos límite de entrega para paquetes de datos de carga útil en un planificador de paquetes. La decisión de admitir un procesamiento en tiempo real de un subflujo continuo de paquetes de datos depende de un requisito de caudal mínimo proporcionado por parámetros de control de admisión, los cuales se pueden leer fácilmente de un paquete de control de admisión ACP. De forma ventajosa, se pueden evitar violaciones de plazos límite de entrega para paquetes de datos debidas a faltas de caudal, por el motivo de que paquetes de datos que requieren un caudal mayor que el disponible no se admiten para el procesamiento en tiempo real. Además, se evitan cálculos innecesarios de plazos límite de entrega.

25 De acuerdo con una realización de la invención, resulta ventajoso que el control de admisión tenga en cuenta un parámetro de caudal máximo Rh. Esto permite la elección de un caudal más rentable que el caudal requerido mínimo R1 para un subflujo continuo, hasta el caudal máximo Rh y en función del caudal disponible.

30 Además, un límite de caudal superior Rh puede evitar desbordamientos de memorias intermedias en el sistema de comunicaciones o en el receptor del flujo continuo de paquetes de datos, puesto que se garantiza que los paquetes de datos no se transmiten demasiado rápidamente.

35 De acuerdo con una realización de la invención, resulta ventajoso rechazar un subflujo continuo de paquetes de datos, el cual no se admite para un procesamiento en tiempo real, y enviarlo al planificador de paquetes, puesto que esto permite todavía un procesamiento del mejor esfuerzo. De este modo se pueden evitar una omisión de paquetes de datos y una pérdida correspondiente de información.

40 De acuerdo con una realización de la invención, paquetes de datos que son rechazados por el procesamiento en tiempo real se ordenan en el planificador de paquetes en una segunda cola FIFO en su orden de aparición. Esto permite un procesamiento del mejor esfuerzo de acuerdo con una estrategia del primero en entrar-primero en salir, para paquetes de datos de la segunda cola FIFO.

45 De acuerdo con una realización de la invención, paquetes de datos de la primera cola EDF se procesan adicionalmente de acuerdo con sus plazos límite de entrega, y paquetes de datos de la segunda cola FIFO se procesan de acuerdo con una estrategia del primero en entrar-primero en salir. De forma ventajosa, esto pone en marcha el procesamiento adicional de paquetes de datos bajo los requisitos establecidos de calidad de servicio.

50 De acuerdo con una realización de la invención, una interfaz de salida Ol prioriza paquetes de datos en la primera EDF y la segunda cola FIFO. De forma ventajosa, un bloqueo de paquetes de datos en una cola se puede evitar mediante la elección de una estrategia de prioridades, que garantice hasta cierto punto lecturas de paquetes de datos de ambas colas.

55 De acuerdo con una realización de la invención, se envía de vuelta, a lo largo del trayecto de transmisión del subflujo continuo de paquetes de datos a través de un paquete de control de admisión modificado, realimentación de capacidad del caudal. De forma ventajosa, esto permite que nodos intermedios del sistema de comunicaciones o una fuente de tráfico adapte el tráfico a las capacidades disponibles del caudal. De esta forma, se pueden evitar en gran medida rechazos de paquetes de datos para un procesamiento en tiempo real. El uso de un paquete de control de admisión modificado puede evitar tara de señalización y una estructura de protocolos complejos.

60 De acuerdo con una realización de la invención, se reciben parámetros de control de sincronización a partir de un encabezamiento de un protocolo de red subyacente. Esto permite el cifrado y la autenticación de la carga útil, y soporta el uso de los denominados protocolos de Internet IPv4, IPv6 e IPSec, puesto que no se evita la lectura de parámetros de control de sincronización.

65 De acuerdo con una realización de la invención, se pueden detectar violaciones de plazos límite. De forma ventajosa, esto permite una activación de contramedidas para garantizar el procesamiento en tiempo real de los

paquetes de datos.

5 De acuerdo con una realización de la invención, tiene lugar una adaptación de paquetes de datos de carga útil. Esto permite el mantenimiento de plazos límite de entrega para paquetes de datos. Soporta además un uso eficaz del planificador de paquetes y otros recursos del sistema, y puede evitar el rechazo o la omisión de paquetes de datos.

10 De acuerdo con una realización de la invención, se reciben parámetros de control de admisión a partir de un encabezamiento de un protocolo de red subyacente. Esto permite el cifrado y la autenticación de la carga útil, y soporta el uso de los denominados protocolos de Internet IPv4, IPv6 e IPSec, puesto que no se evita la lectura de parámetros de control de admisión.

15 De acuerdo con una realización de la invención, un nodo de red que procesa tráfico de datos en tiempo real comprende adicionalmente una unidad de determinación para determinar un caudal disponible actualmente  $V$ , y unos medios de decisión para una decisión sobre un procesamiento en tiempo real de un flujo de tráfico de datos entrante. Por medio de la unidad de determinación y los medios de decisión es posible realizar un control de admisión antes de que se calculen plazos límite para paquetes de datos de carga útil en un planificador de paquetes. De forma ventajosa, se pueden evitar violaciones de plazos límite de entrega para paquetes de datos debido a faltas de caudal, puesto que los paquetes de datos que requieren un caudal mayor que el disponible no se admiten para el procesamiento en tiempo real. Además, se evitan cálculos innecesarios de plazos límite de entrega.

20 De acuerdo con una realización de la invención, el nodo de red comprende además una unidad de transferencia para reenviar paquetes de datos que son admitidos para un procesamiento en tiempo real hacia la primera cola EDF, y para reenviar paquetes de datos que son rechazados para un procesamiento en tiempo real hacia una segunda cola FIFO. Esto garantiza que se pueden procesar todos los tipos de tráfico. Los paquetes de datos rechazados para un procesamiento en tiempo real se pueden seguir procesando con una calidad del mejor esfuerzo. Adicionalmente, una interfaz de salida OI prioriza paquetes de datos en la primera EDF y la segunda cola FIFO. De forma ventajosa, un bloqueo de paquetes de datos en una cola se puede evitar mediante la elección de una estrategia de prioridades, lo cual garantiza hasta cierto punto lecturas de paquetes de datos de ambas colas.

25 De acuerdo con una realización de la invención, el nodo de red comprende además un gestor de violaciones de plazos límite y una unidad de adaptación. Por lo tanto, se pueden activar fácilmente contramedidas en oposición a violaciones de plazos límite de entrega con el fin de garantizar el procesamiento en tiempo real de los paquetes de datos. Una contramedida preferida es la adaptación de paquetes de datos de carga útil, lo cual permite el mantenimiento de plazos límite de entrega. Soporta además un uso eficaz de los recursos del sistema, y puede evitar un rechazo o una omisión de paquetes de datos.

30 De acuerdo con una realización de la invención, el nodo de red comprende además una estación base de radiocomunicaciones. En una red celular de comunicaciones, y en particular en una red de acceso de radiocomunicaciones, las frecuencias disponibles son recursos limitados. Esto da como resultado anchos de banda limitados de los canales de comunicaciones. De forma ventajosa, la presente invención soporta eficazmente la provisión de calidad de servicio a clientes que solicitan servicios multimedia en tiempo real. En particular, la estación base de radiocomunicaciones puede aceptar únicamente aquellos clientes cuyas solicitudes de comunicación se pueden satisfacer.

35 De acuerdo con una realización de la invención, a lo largo del trayecto de transmisión de un subflujo continuo de paquetes de datos a través de un paquete de control de admisión modificado se envía de vuelta una realimentación de capacidad de caudal. De forma ventajosa, esto permite que nodos intermedios del sistema de comunicaciones o una fuente de tráfico adapten el tráfico a las capacidades de caudal disponibles. De esta manera, se pueden evitar en gran medida rechazos de paquetes de datos para un procesamiento en tiempo real. El uso de un paquete de control de admisión modificado también puede evitar tara de señalización y una estructura de protocolos complejos.

40 De acuerdo con una realización de la invención, resulta ventajoso realizar un control de admisión antes de calcular plazos límite para paquetes de datos de carga útil. No hay necesidad de calcular plazos límite si los requisitos de caudal para un procesamiento en tiempo real de un subflujo continuo de paquetes de datos, que son proporcionados por parámetros de control de admisión, indican, bajo la consideración de capacidades de caudal disponibles, que estos plazos límite no se pueden mantener. De forma ventajosa, se pueden evitar violaciones de plazos límite de entrega para paquetes de datos debidas a faltas de caudal, puesto que los paquetes de datos que requieren un caudal diferente al disponible no se admiten para un procesamiento en tiempo real.

45 De acuerdo con una realización de la invención, paquetes de datos que son rechazados para un procesamiento en tiempo real se ordenan en una segunda cola FIFO en su orden de aparición. Esto permite un procesamiento sencillo del mejor esfuerzo de acuerdo con una estrategia del primero en entrar-primero en salir para estos paquetes de datos.

50 De acuerdo con una realización de la invención, se priorizan paquetes de datos para su lectura de la primera cola

EDF y la segunda cola FIFO. De forma ventajosa, un bloqueo de paquetes de datos en una cola se puede evitar mediante la elección de una estrategia de prioridades, lo cual garantiza hasta cierto punto lecturas de paquetes de datos de ambas colas.

5 De acuerdo con una realización de la invención, se pueden detectar violaciones de plazos límite. De forma ventajosa, esto permite una activación de contramedidas para garantizar el procesamiento en tiempo real de los paquetes de datos.

10 De acuerdo con una realización de la invención, se realiza una adaptación de paquetes de datos de carga útil. Esto permite el mantenimiento de plazos límite de entrega para paquetes de datos, en particular en el caso de congestión o picos de carga de tráfico. Soporta además un uso eficaz de recursos del sistema, y puede evitar el rechazo u omisión de paquetes de datos.

15 De acuerdo con una realización de la invención, a partir de un encabezamiento de un protocolo de red subyacente se reciben parámetros de control de admisión y/o parámetros de control de sincronización, de acuerdo con la reivindicación 31. Esto permite el cifrado y la autenticación de la carga útil, y soporta el uso de los denominados protocolos de Internet IPv4, IPv6, e IPSec, puesto que no se evita la lectura de parámetros de control de admisión.

20 A partir de la siguiente descripción detallada, considerada conjuntamente con las figuras, se entenderán y apreciarán adicionalmente un método, un sistema y un programa de ordenador de la presente invención. Se muestran las siguientes figuras:

Breve descripción de los dibujos

25 La Figura 1a un flujo continuo de vídeo con diferentes entidades de sincronización,  
 la Figura 1b otro flujo continuo de vídeo con diferentes entidades de sincronización,  
 la Figura 1c un flujo continuo de paquetes de datos con un paquete de control de admisión ACP y paquetes de control de sincronización SCPs,  
 la Figura 2a parámetros contenidos en un SCP,  
 la Figura 2b parámetros contenidos en un ACP,  
 30 la Figura 3 tareas de un controlador de admisión en un diagrama de flujo,  
 la Figura 4 una vista funcional de un planificador de paquetes,  
 la Figura 5 tareas de un planificador de paquetes en un diagrama de flujo.

Descripción detallada de la Invención

35 La Figura 1a muestra un flujo continuo de tráfico de paquetes de datos de carga útil a lo largo de un eje de tiempo t. El flujo continuo puede ser enviado por una fuente de tráfico o un nodo de red intermedio en un sistema de comunicaciones, o puede ser recibido en un modo de red como un planificador de paquetes o un controlador de admisión, o se puede recibir desde una aplicación de software como un visualizador multimedia. El flujo continuo de paquetes de datos de carga útil consta de varios paquetes 1, 2 y 3 de datos de carga útil, los cuales se envían o reciben con el paso del tiempo.

40 En función de la característica de la carga útil, hay paquetes de datos que se corresponden unos con otros y que constituyen una denominada entidad de sincronización SE. Los paquetes de datos pertenecientes a una entidad de sincronización SE tienen en común que todos ellos conjuntamente deben alcanzar su destino dentro de un intervalo de tiempo fijado, debido a requisitos de tiempo real. Además, cada entidad de sincronización SE debería tener la propiedad de ser procesada por la aplicación de recepción con independencia de cualquier otro paquete de una entidad de sincronización SE sucesiva.

45 Cuando se considera una comunicación de vídeo, una entidad de sincronización SE podría constar de una o más tramas de vídeo, en función de las características de tiempo real y la memoria intermedia de reproducción en el receptor. En relación con flujos continuos del protocolo de voz por Internet, la entidad de sincronización SE podría incluso ser un único paquete. En una sesión denominada de Malla Multimedia Mundial WWW, la entidad de sincronización SE puede constar de paquetes de datos que representan una página web completa incluyendo todos los objetos tales como imágenes y la estructura del documento en Lenguaje de Marcado de Hipertexto HTML.

50 En la Figura 1a, todos los paquetes 1 de datos de carga útil pertenecen a una primera entidad de sincronización SE 1, todos los paquetes 2 de datos de carga útil pertenecen a una segunda entidad de sincronización SE 2 y todos los paquetes 3 de datos de carga útil pertenecen a una tercera entidad de sincronización SE 3. Esta configuración plantea requisitos de retardo restrictivos con respecto a los retardos globales de extremo a extremo sobre un planificador de paquetes que recibe el flujo continuo de paquetes de datos en una red de comunicaciones.

55 La Figura 1b muestra, en un escenario de tráfico alternativo, un flujo continuo de vídeo que tiene dos tramas de vídeo dentro de una entidad de sincronización. La primera trama de vídeo comprende paquetes 1 de datos de carga útil, la segunda trama comprende paquetes 2 de datos de carga útil. Este escenario obliga al receptor a almacenar temporalmente dos entidades de sincronización antes de su reproducción. En este caso, la entidad de sincronización

SE 1 se solapa con la entidad de sincronización SE 2.

La Figura 1c muestra un flujo continuo de paquetes de datos sin entidades de sincronización solapadas. Ciertos paquetes de datos de control SCP, ACP están insertados en el flujo continuo por una fuente de tráfico o una pasarela intermedia. Un paquete de control de sincronización SCP precede a una entidad de sincronización SE, y diferencia una con respecto a otra. Contiene parámetros de control de sincronización relacionados con la entidad de sincronización SE sucesiva.

En una realización preferida, una fuente de tráfico inserta adicionalmente paquetes de control de admisión ACP en el flujo continuo de paquetes. Un paquete de control de admisión ACP incluye parámetros que caracterizan un subflujo continuo de paquetes de datos en relación con sus requisitos de caudal para un procesamiento en tiempo real. Un subflujo continuo se interpretará como un conjunto de paquetes de datos que sucede a un paquete de control de admisión ACP hasta otro paquete de control de admisión. Alternativamente, el número de paquetes de datos asignados a un paquete de control de admisión se podría incluir en el paquete de control de admisión como parámetro de control que defina el subflujo continuo por su longitud.

Si en un flujo continuo de datos de paquetes se mezclan tráfico de datos en tiempo real y otro tráfico de datos tal como tráfico del mejor esfuerzo, se puede usar preferentemente la identificación de paquetes de datos de carga útil como pertenecientes a una cierta entidad de sincronización SE o a un cierto subflujo continuo a través de un número que se incluye como control de parámetro en el paquete de control de sincronización SCP o en el paquete de control de admisión ACP y que define la longitud de la entidad de sincronización o del subflujo continuo.

Se pueden enviar repetidamente paquetes de control de admisión ACP mientras se mantiene la transmisión de datos. De esta manera, una fuente de tráfico puede usar paquetes de control de admisión ACP para señalar cambios en el uso de sus recursos.

En una realización adicional, el controlador de admisión envía de vuelta un paquete de control de admisión ACP modificado hacia la fuente de paquetes. Este mecanismo posibilita que nodos intermedios o la fuente de paquetes reaccionen a admisiones negativas de paquetes de datos para un procesamiento en tiempo real.

También se pueden repetir paquetes de control de admisión ACP a intervalos de tiempo arbitrarios, con el fin de actualizar reservas de recursos. La posibilidad de enviarlos repetidamente resulta en especial útil en redes en las que el trayecto de encaminamiento de un flujo continuo multimedia puede cambiar, como en la parte de red fija de una red de comunicaciones de móviles. A continuación, se puede reenviar una copia del paquete de control de admisión ACP real desde nodos de control dedicados, o la misma incluso se puede repetir dentro del flujo continuo de paquetes en intervalos de tiempo regulares para permitir a nodos de control en cuellos de botella de la red la determinación de requisitos de recursos reales.

En otra realización, los parámetros de control de sincronización y los parámetros de control de admisión se insertan desde la fuente de tráfico o una pasarela intermedia en el encabezamiento de un protocolo de red subyacente. Esto es especialmente útil si se usan mecanismos de cifrado y autenticación de la carga útil. Los protocolos de Internet como IPv4 e IPv6 permiten la inserción de una extensión de encabezamiento opcional que puede transportar los parámetros de control de admisión y de control de sincronización. Cuando se usa el protocolo denominado IPSec, el encabezamiento de protocolo de Internet se autentica por medio de un encabezamiento de autenticación adicional. Por lo tanto, no se impide la lectura de parámetros de control de admisión y de control de sincronización.

En otra realización, una estación intermedia entre la fuente y el planificador de paquetes tiene un conocimiento clave del flujo continuo de paquetes de datos transmitido. Constituye un dispositivo de confianza para el usuario final, como, por ejemplo, una pasarela de movilidad mantenida por un proveedor de red. En este caso, se usan un encabezamiento especial y un cifrado de carga útil para la transmisión a través de un enlace inalámbrico cuando tiene lugar la denominada tunelización IP entre los participantes en las comunicaciones.

La presente invención, con la ayuda de la información de sincronización contenida en el paquete de control de sincronización SCP, permite la determinación de un plazo límite de entrega individual para cada paquete de datos de carga útil de una entidad de sincronización SE, por ejemplo, en un planificador de paquetes. La Figura 2a muestra una realización preferida del contenido de un paquete de control de sincronización SCP. El mismo contiene como parámetros un número N de paquetes que pertenecen a su entidad de sincronización SE referida, un tamaño total S de todos los paquetes de datos de carga útil de esta entidad de sincronización SE y un tiempo de transmisión máximo I, en el cual la entidad de sincronización SE completa debe pasar por el planificador de paquetes.

Alternativamente, el tiempo de transmisión máximo I se podría definir como el tiempo en el cual la entidad de sincronización SE debe alcanzar su destino final. En este caso, se permitiría que el planificador de paquetes usase únicamente una parte de este tiempo de transmisión para el procesamiento de la entidad de sincronización SE.

Adicionalmente, el paquete de control de sincronización SCP puede contener un identificador ID que remita al

paquete de control de admisión ACP perteneciente. Este identificador se puede usar para verificar si una entidad de sincronización pertenece a un cierto subflujo continuo.

5 Adicionalmente, el paquete de control de sincronización puede contener otros parámetros, los cuales soportan la identificación de paquetes de datos de carga útil como pertenecientes a sus parámetros de control. Esto podría ser necesario si el orden de transmisión de paquetes de datos se cambiase durante su transmisión desde una fuente de tráfico o un nodo de red intermedio hacia el planificador de paquetes, hacia otro nodo de red, o en general, hacia un dispositivo o una aplicación, el cual utilice los parámetros de control de sincronización.

10 Suponiendo que el orden de transmisión del paquete de datos no se cambia, los paquetes pertenecen a una entidad de sincronización SE específica cuando suceden a un paquete de control de sincronización SCP y no tienen un índice mayor que N, comenzando en el primer paquete que sucede directamente al paquete de control de sincronización SCP. Con el fin de distinguir entidades de sincronización SE pertenecientes a flujos de paquetes diferentes, los paquetes de datos también se pueden marcar con una etiqueta de flujo por medio de un protocolo de red subyacente. El paquete de control de sincronización SCP transporta la misma etiqueta de flujo que sus paquetes de datos.

15 En general, un paquete de control de sincronización SCP contiene parámetros necesarios para determinar plazos límite de entrega de paquetes de datos de carga útil pertenecientes a una entidad de sincronización SE. En función del tipo de tráfico y de las aplicaciones correspondientes, en una cierta realización, el paquete de control de sincronización SCP puede contener únicamente un parámetro tal como un valor de tiempo absoluto o relativo para un plazo límite. En otro escenario, un paquete de control de sincronización puede contener parámetros de control adicionales usados, entre otros aspectos, para una re-distribución del orden de paquetes de datos. Por lo tanto, el contenido del paquete de control de sincronización SCP, según se muestra en la figura 2a, debería interpretarse únicamente como una posible realización.

20 La Figura 2b muestra una realización preferida de parámetros de control de admisión contenidos en un paquete de control de admisión ACP. Un paquete de control de admisión ACP contiene, en general, parámetros de caudal que caracterizan los requisitos de caudal debido a restricciones de tiempo real para el procesamiento de un subflujo continuo de paquetes de datos por un planificador de paquetes. Un requisito de caudal en el sentido de la presente invención puede ser o bien un requisito fijado o bien un requisito promedio, y puede ser proporcionado o bien por parámetros de tasa de caudal fijos o por parámetros de caudal promedio.

30 El parámetro R1 proporciona el caudal requerido más bajo que es necesario para un procesamiento en tiempo real del subflujo continuo. Si este requisito mínimo no se puede satisfacer, el subflujo continuo o bien se debe rechazar para el procesamiento en tiempo real, o bien se debe procesar bajo una estrategia del mejor esfuerzo. Por ejemplo, un terminal móvil, a través de este parámetro, podría solicitar ciertas condiciones de caudal de datos a proporcionar por la estación base de radiocomunicaciones de la red de acceso. A continuación, la estación base de radiocomunicaciones decide si la estación móvil se puede aceptar como cliente.

40 Adicionalmente, por medio de un parámetro opcional Rh se puede solicitar un caudal deseado más alto. Esto permite que el controlador de admisión, o en general un nodo de red o una aplicación, escoja una tasa de caudal dentro del intervalo dado de caudal requerido mínimo R1 y caudal deseado máximo Rh. Dicha elección se podría basar en una función de ganancia proporcionada por un operador de red, por ejemplo, una función de ganancia lineal que indique coste o beneficio por caudal, o se podría basar en otras estimaciones de costes. Dicha elección de un cierto caudal de acuerdo con una función de ganancia también podría influir en uno o más subflujos continuos de paquetes de datos, o en conexiones de comunicaciones generales, que ya hayan sido admitidos por el controlador de admisión para un procesamiento en tiempo real en el planificador de paquetes, cada uno con un cierto caudal. Sus caudales se podrían reducir con el fin de aumentar el caudal que está disponible para un subflujo continuo, o en general una conexión de comunicaciones, que esté actualmente bajo el proceso de admisión por parte del controlador de admisión. Por lo tanto, se puede incrementar el beneficio para un operador de red satisfaciendo los requisitos de caudal más valiosos desde el punto de vista monetario hasta el valor de caudal superior Rh.

50 Además, el límite Rh del caudal de datos podría ser necesario debido a limitaciones de las memorias intermedias o restricciones de velocidad de procesamiento en la aplicación de destino del paquete de datos. Una superación de la condición de caudal máximo de datos podría provocar, entre otros aspectos, errores de desbordamiento de las memorias intermedias o el rechazo de paquetes de datos de carga útil en el emplazamiento del receptor.

55 Otro parámetro opcional es una tolerancia de planificación máxima D para su uso en el caso de violaciones de plazos límite de entrega de paquetes de datos de carga útil. El parámetro D proporciona la tolerancia según la cual se podría retardar o bien un único paquete de datos de carga útil, o bien una entidad de sincronización o bien el subflujo continuo completo.

60 Además, un parámetro de tipo opcional T caracteriza el tipo de tráfico de datos, por ejemplo, MPEG, Voz sobre IP u otros. De acuerdo con el tipo de tráfico, un planificador de paquetes puede seleccionar un método de adaptación

65

apropiado, para paquetes de datos de carga útil en caso de violaciones de plazos límite.

5 Adicionalmente, el paquete de control de admisión ACP puede contener un identificador ID que se usará para identificar paquetes de control de sincronización que pertenecen al subflujo continuo controlado por el paquete de control de admisión ACP.

10 Adicionalmente, el paquete de control de admisión puede contener otros parámetros, los cuales soportan la identificación de paquetes de datos como pertenecientes al mismo. Esto podría resultar necesario si el orden de transmisión de paquetes de datos se cambiase durante su transmisión desde una fuente de tráfico o un nodo de red intermedio hacia el planificador de paquetes, un nodo de red, o en general, hacia el dispositivo o aplicación que utiliza los parámetros de control de admisión.

15 La Figura 3 describe, en una realización preferida de la presente invención, el control de admisión. Se recibe un paquete de control de admisión ACP en un controlador 10 de admisión, o en general, en un nodo de red o una aplicación. El paquete de control de admisión ACP remite a un subflujo continuo sucesivo que transporta tráfico de datos en tiempo real. El controlador de admisión lee parámetros de control de admisión R1, Rh, T a partir del paquete de control de admisión ACP 20. En una realización, el controlador lee únicamente el parámetro de caudal mínimo R1. En otra realización, mostrada en la Figura 3, el controlador lee los tres parámetros R1, Rh, T.

20 A continuación, el controlador de admisión determina el caudal usado actualmente  $V_c$  en el controlador 30. Esto se puede realizar, entre otros aspectos, contando un número de bits que se transmiten actualmente por parte del control de admisión por unidad de tiempo. En particular, la medición del caudal usado actualmente podría tener en consideración únicamente el tráfico de datos en tiempo real, puesto que la entrega de otro tipo de tráfico se puede retardar fácilmente sin ninguna violación de restricciones de tiempo. En este último caso, el planificador de paquetes podría proporcionar el parámetro de caudal usado actualmente  $V_c$ , puesto que el planificador de paquetes conoce el tipo de tráfico que se procesa actualmente.

30 En la siguiente etapa 40, el controlador de admisión determina el caudal disponible  $V$  mediante el cálculo de la diferencia entre el caudal disponible máximo  $V_{max}$  en el controlador y el caudal usado actualmente  $V_c$ . El controlador de admisión conoce la capacidad de caudal máxima  $V_{max}$  o bien como un valor fijado, a partir de una tabla de consulta, por mediciones de canales por mensajería o por una solicitud.

35 A continuación, el controlador compara el caudal disponible  $V$  con el caudal requerido R1 50. Si el caudal disponible  $V$  es mayor que o igual al caudal requerido R1, el controlador puede admitir el procesamiento en tiempo real del subflujo continuo de paquetes de datos que pertenece al paquete de control de admisión ACP. En la realización mostrada en la figura 3, el controlador de admisión además calcula un mínimo M del caudal disponible  $V$  y el caudal deseado máximo Rh 60. En la siguiente etapa 70, el controlador de admisión escoge una tasa de caudal más valiosa desde el punto de vista monetario para el subflujo continuo, de entre un intervalo proporcionado por el caudal requerido mínimo R1 y por el mínimo M. Esto se puede realizar mediante una elección de acuerdo con una función de ganancia proporcionada por un operador de red, por ejemplo, una función de beneficio de caudal lineal.

40 En otra realización, el controlador podría escoger de forma preliminar una tasa de caudal valiosa desde el punto de vista monetario, de entre el intervalo proporcionado por el caudal requerido mínimo R1 y el caudal máximo Rh. Si el valor de caudal escogido no está disponible, el controlador puede activar una adaptación de subflujos continuos que ya se han admitido para un procesamiento en tiempo real en el planificador de paquetes con el fin de conseguir que dicho valor de caudal escogido esté disponible. A un planificador 80 de paquetes se envían paquetes de datos de un subflujo continuo que se ha admitido para procesamiento en tiempo real. La información, si es admitida para un procesamiento en tiempo real, se puede proporcionar desde el controlador de admisión al planificador o bien a través de señalización o bien mediante el uso de un canal de transmisión dedicado o un puerto dedicado en el planificador de paquetes, reservado para tráfico en tiempo real. Si se ha escogido una tasa de caudal, la misma se puede comunicar al planificador de paquetes o a una interfaz de salida OI de una manera similar con el fin de ser considerada para un procesamiento adicional del subflujo continuo.

55 Los paquetes de datos de un subflujo continuo que no se ha admitido para un procesamiento en tiempo real son rechazados. Una forma de realizar este rechazo es la omisión de paquetes de datos por parte del controlador de admisión con o sin notificación posterior a otro participante tal como la fuente de tráfico, una pasarela intermedia o el receptor. Una forma de notificación puede ser enviar desde el controlador de admisión un paquete de control de admisión ACP modificado que contenga un acuse de recibo negativo, aunque también se podrían usar otros mecanismos de señalización. Alternativamente, se pueden almacenar temporalmente paquetes de datos que están sujetos a rechazo se puede almacenar temporalmente, y se puede iniciar (por ejemplo, a través de un intercambio de paquetes de control de admisión) una negociación con el emisor (fuente de tráfico o pasarela intermedia) sobre los requisitos de caudal. En otra realización de la invención, se envían paquetes de datos de un subflujo continuo hacia un planificador de paquetes para un procesamiento regular en lugar de un procesamiento en tiempo real. A continuación, prosigue el procesamiento regular, por ejemplo, un planteamiento del mejor esfuerzo o una estrategia FIFO (primero en entrar-primero en salir). La información, si los paquetes de datos que se envían al planificador de

paquetes son admitidos para un procesamiento en tiempo real, se proporciona, tal como se ha descrito anteriormente, al planificador o bien a través de señalización o bien mediante el uso de un canal de transmisión dedicado o un puerto dedicado, para esta transmisión.

5 En la realización de la presente invención mostrada en la figura 3, se comprueba 90 la viabilidad de una adaptación de paquetes de datos que están planificados actualmente para un procesamiento en tiempo real en el planificador de paquetes y que ocupan el caudal disponible actualmente  $V_c$ , y, si es viable, se ejecuta la misma para incrementar el caudal disponible  $V$  en el planificador 110 de paquetes. Si la adaptación no es viable, el subflujo continuo finalmente se rechaza 100.

10 Una adaptación de paquetes de datos de carga útil que están planificados actualmente para un procesamiento en tiempo, por ejemplo, en una cola del tipo en primer lugar el plazo límite más cercano (*earliest-deadline-first*) EDF, se puede realizar, por ejemplo, o bien mediante el uso de un esquema de compresión diferente o más efectivo, o bien omitiendo ciertos paquetes u otros mecanismos dependientes del tipo de tráfico. El método de adaptación apropiado se escoge considerando el tipo de tráfico de datos  $T$ , como, por ejemplo, reduciendo la resolución de un flujo continuo de vídeo MPEG, omitiendo algunos paquetes de Voz sobre IP, convirtiendo imágenes de 256 colores a imágenes de 16 colores, etcétera. Habitualmente, estos métodos ampliamente conocidos de adaptaciones se pueden realizar "sobre la marcha" y dan como resultado un mayor caudal disponible  $V$ .

20 Después de dicha adaptación, se determina 120 el caudal usado actualmente  $V_c$ , y se calcula 130 el caudal disponible  $V$ . A continuación, se toma una decisión final según los criterios antes descritos 50 y que incluyen la elección antes descrita de un valor 60, 70 de caudal, sobre la admisión 80 ó rechazo 100 del subflujo continuo para un procesamiento en tiempo real.

25 La Figura 4 muestra un planificador de paquetes que incluye un controlador de admisión AC para admitir o rechazar un subflujo continuo de paquetes de datos para un procesamiento en tiempo real, una primera cola EDF para paquetes de datos admitidos para un procesamiento en tiempo real, y una segunda cola FIFO para paquetes de datos a procesar de acuerdo con una estrategia del mejor esfuerzo tal como el primero en entrar-primero en salir. La segunda cola FIFO se usa para paquetes de datos, los cuales son rechazados para un procesamiento en tiempo real. Otras realizaciones del planificador de paquetes pueden incluir más de una cola EDF basada en indicaciones de tiempo y más de una cola FIFO, por ejemplo, con el fin de incrementar la capacidad del planificador.

35 Mediante el envío de un subflujo continuo de paquetes de datos a la primera cola EDF, el controlador de admisión admite paquetes de datos para un procesamiento en tiempo real. La primera cola EDF se basa en indicaciones de tiempo y funciona de acuerdo con una estrategia del tipo en primer lugar el plazo límite más cercano. Cada paquete de datos ordenado en la cola EDF obtiene una indicación de tiempo, cuyo valor se fija a un plazo límite de entrega del paquete de datos, el cual se puede calcular a partir de parámetros de control de sincronización proporcionados por un paquete de control de sincronización. Para la lectura, la cola EDF proporciona siempre al paquete de datos el plazo límite de entrega más cercano. Por lo tanto, la cola EDF puede realizar un seguimiento de todos los plazos límite de entrega y paquetes de datos correspondientes para un procesamiento de acceso directo de un paquete de datos con el plazo límite de entrega más cercano, o alternativamente, puede reordenar los paquetes de datos de carga útil de acuerdo con sus plazos límite de entrega después de cada paquete de datos nuevo transmitido hacia la cola EDF con el fin de proporcionar, en una especie de procesamiento secuencial, siempre el paquete de datos con el plazo límite de entrega más cercano, en la salida de la cola EDF.

45 El planificador de paquetes incluye una interfaz de salida OI, que prioriza paquetes de datos contenidos en las colas para su posterior procesamiento. Esto comprende la elección de una cola, la lectura de un paquete de datos de esta cola, y la provisión del paquete de datos para un procesamiento posterior. Son posibles diferentes estrategias para la elección de una cola, tales como o bien preferir siempre la cola EDF hasta que la misma esté vacía o hasta que se alcance un cierto umbral, o bien una estrategia que se base en una velocidad fija de lecturas por cola, o bien una estrategia de determinación dinámica de una velocidad de lectura, por ejemplo, teniendo en cuenta el tipo de tráfico  $T$ . La provisión de paquetes de datos para un procesamiento posterior se puede realizar mediante una transmisión de paquetes de datos a través de un canal de comunicaciones, mediante mecanismos de interrogación secuencial u otros.

55 La Figura 5 muestra tareas de un planificador de paquetes para un subflujo continuo entrante de paquetes de datos que se envía desde un controlador de admisión. Si el subflujo continuo se admite para un procesamiento 210 en tiempo real, se calcula un plazo límite de entrega individual para cada paquete 230 de datos de carga útil. La admisión para el procesamiento en tiempo real puede ser reconocida por el planificador de paquetes o bien a través de mensajes de señalización recibidos desde el controlador de admisión o bien a través de la llegada de un paquete de datos por medio de un canal de comunicaciones dedicado o en un puerto dedicado reservado para el tráfico en tiempo real. En la realización mostrada en la figura 5, todos los paquetes de datos recibidos en el planificador de paquetes y admitidos para un procesamiento en tiempo real se reenvían a la cola EDF 220, y la totalidad del resto de paquetes de datos se reenvían a 250 y se ordenan en una segunda cola FIFO en su orden de aparición 260, que se hace funcionar de acuerdo con una estrategia del mejor esfuerzo.

5 El planificador de paquetes lee parámetros de control de sincronización a partir de un paquete de control de sincronización SCP recibido en la cola EDF, para determinar mediante cálculo un plazo límite de entrega individual para cada paquete de datos de carga útil enviado a la cola EDF. En una realización preferida, este plazo límite representa el último tiempo de entrega permitido por el planificador de paquetes. Alternativamente, el plazo límite podría representar un último tiempo de llegada al destino del paquete de datos. Para el plazo límite, se puede usar un tiempo absoluto o un valor de tiempo basado en un temporizador. En la siguiente etapa 240, el paquete de datos de carga útil se ordena en la cola EDF y una indicación de tiempo de la cola EDF se fija al plazo límite de entrega. Los paquetes de datos de carga útil ordenados en las colas están preparados para un procesamiento posterior, por ejemplo, por una interfaz de salida OI, de acuerdo con la descripción anterior.

15 En una realización preferida, el plazo límite de entrega para un paquete de datos de carga útil individual se calcula a partir de parámetros de control de sincronización S, N e I. Además, para el cálculo se usan un número i del paquete, y un tiempo de llegada actual t del paquete. Adicionalmente, en el cálculo se usan una tasa de errores de paquete Pj y una velocidad de bits Rj de un canal j, para el cual el planificador de paquetes planifica la transferencia de paquetes para una transmisión posterior. Estos últimos valores indican la rapidez con la que la cola de tiempo real se vacía.

20 El número i es el número de secuencia de un paquete en una entidad de sincronización SE, con  $i \in \{1..N\}$ . El mismo se determina, por ejemplo, en el planificador de paquetes, contando los paquetes de datos de carga útil entrantes que pertenecen a una cierta entidad de sincronización SE.

25 El valor de tiempo t representa un tiempo de llegada del paquete de datos de carga útil individual al controlador de admisión. Se puede determinar por medio del controlador de admisión y se señala al planificador de paquetes. Alternativamente, en su lugar se podría usar un tiempo de llegada al planificador de paquetes, si este tiempo no es significativamente diferente. En este último caso, el planificador de paquetes determina el tiempo de llegada del paquete.

30 En general, la tasa de errores de paquete Pj se recupera a partir de mediciones de las capas de enlace. Por ejemplo, en un sistema denominado WCDMA, la tasa de errores de paquete Pj de un canal se puede determinar a partir de una relación señal/ruido mediante un control de potencia denominado de bucle cerrado.

35 En otras realizaciones, para la determinación del plazo límite de entrega se puede usar una tasa de errores por intervalo de tiempo, por cliente o por red. En una realización preferida, como corrección de errores de capa de enlace se usa una repetición selectiva.

La velocidad de bits Rj se puede determinar en el controlador de admisión o en el planificador de paquetes, por ejemplo, contando los bits entrantes.

40 En una realización preferida de la invención, el plazo límite para cada paquete de datos de carga útil se calcula de la manera siguiente:

$$\text{plazo límite}_i = t + I - \frac{(N - i + 1) * S}{N * (1 - P_j) * R_j}, \quad \text{con } i \in \{1..N\}.$$

45 En otra realización preferida, el planificador de paquetes detecta violaciones de plazos límite de entrega para paquetes de datos de carga útil ordenados en la cola EDF comparando sus plazos límite de entrega con un valor de tiempo real, por ejemplo, el tiempo que ha pasado un paquete de datos en la cola EDF, determinado mediante el uso de un tiempo del sistema. Si se detecta una violación, se realiza una adaptación de paquetes de datos de carga útil de acuerdo con los métodos descritos previamente.

50 Diferentes aplicaciones de tiempo real permiten tolerancias de retardo diferentes. Una forma de llevar a cabo la adaptación en este contexto es el uso del parámetro de control de admisión D, el cual define una tolerancia de retardo para un subflujo continuo específico de paquetes de datos. Si se detecta un cierto nivel de violación del plazo límite, una plataforma adaptativa puede degradar uno o más subflujos continuos con el fin de que entren en un estado estable.

55 La presente invención se puede materializar en un nodo de red de un sistema de comunicaciones, que comprende en general un planificador de paquetes y un controlador de admisión. En particular, la presente invención se puede materializar en dicho nodo de red por medio de una unidad de determinación de tasas de errores de paquete, la cual determina la tasa de errores de paquete Pj del canal de comunicaciones j usado para una transmisión adicional de paquetes de datos desde el nodo de red, por medio de una unidad de determinación de velocidades de bits, la cual determina la velocidad de bits Rj de dicho canal, por medio de un temporizador, el cual determina un tiempo de llegada actual t de un paquete de datos al nodo de red, a través de unos medios de evaluación, que evalúan

parámetros de control I, S, N, Rh, R1, D, T proporcionados por paquetes de datos de control SCP, ACP insertados en un flujo de tráfico de paquetes de datos, por medio de una unidad de cálculo, que calcula plazos límite de entrega, y por medio de una primera cola EDF, que recibe paquetes de datos a planificar de acuerdo con sus plazos límite.

5 En otra realización, la primera cola EDF puede contener una unidad de ordenación, la cual ordena paquetes de datos en la primera cola EDF, y la cual asigna plazos límite de entrega calculados, como indicaciones de tiempo, a estos paquetes de datos. La unidad de ordenación funciona de acuerdo con una estrategia del tipo en primer lugar el plazo límite más cercano.

10 Además, el nodo de red puede incluir una unidad de determinación, la cual determina un caudal disponible actualmente V, por ejemplo, de acuerdo con el método descrito previamente. Unos medios de decisión admiten un flujo de tráfico entrante o un subflujo continuo de paquetes de datos para un procesamiento en tiempo real después de que hayan comprobado requisitos de caudal proporcionados por parámetros de control de admisión y el caudal disponible V. Adicionalmente, los medios de decisión pueden incluir, por ejemplo, una función de ganancia a través de una tabla de consulta con el fin de escoger una tasa de caudal más valiosa desde el punto de vista monetario, para un flujo de tráfico o un subflujo continuo. Los medios de decisión pueden admitir o rechazar un procesamiento en tiempo real de paquetes de datos de acuerdo con el método descrito anteriormente.

15 20 Una segunda cola FIFO puede recibir paquetes de datos, que son rechazados para un procesamiento en tiempo real. Una unidad de transferencia construye una interfaz para una distribución de paquetes de datos, subflujos continuos o flujos de tráfico hacia la cola apropiada, es decir, un subflujo continuo rechazado hacia la segunda cola FIFO, y un subflujo continuo admitido hacia la primera cola EDF.

25 Una interfaz de salida puede priorizar todas las colas de acuerdo con el método ya descrito.

El nodo de red puede incluir adicionalmente una unidad de adaptación para la adaptación de por lo menos un paquete de datos de carga útil. La adaptación se puede realizar para paquetes de datos contenidos en la primera cola EDF, o también para paquetes de datos que llegan al nodo de red. Además, el nodo de red puede incluir un gestor de violaciones de plazos límite, que monitoriza plazos límite de entrega de paquetes de datos de carga útil ordenados en la primera cola EDF, y que inicia una adaptación de paquetes de datos de carga útil en el caso de una violación de un plazo límite de entrega con el fin de volver a un estado estable del sistema. La adaptación también se puede activar a través de los medios de decisión, por ejemplo, basándose en una función de ganancia con el fin de optimizar el beneficio del operador.

30 35 En otra realización preferida, se realiza un control de admisión y planificación de paquetes en una estación base de radiocomunicaciones de una red celular de acceso de radiocomunicaciones por conmutación de paquetes.

40 Alternativamente, la invención también se puede usar en aplicaciones ejecutadas sobre terminales de usuario final.

En otra realización, la presente invención se puede implementar como un programa de ordenador (denominado también aplicación) o un producto de programa de ordenador para su uso con un dispositivo de procesamiento tal como un ordenador, un teléfono móvil u otro dispositivo de comunicaciones. La entrega del programa de ordenador a dicho dispositivo de procesamiento se puede realizar, entre otras alternativas, mediante dispositivos de memoria de solo lectura ROM, los denominados discos CD-ROM, discos flexibles, discos duros, a través de un medio de comunicaciones como una red, a través de un módem o por radiocomunicaciones a través de una interfaz aérea.

45 50 Además de un funcionamiento normal del dispositivo de procesamiento, partes de código de software de programa de ordenador, respectivamente el producto de programa de ordenador por su programa almacenado, realizan una planificación y/o un control de admisión de paquetes, si el programa de ordenador se ejecuta en el dispositivo de procesamiento.

En general, dicho programa de ordenador lleva a cabo, durante la ejecución, instrucciones en el sentido del método antes descrito para la planificación y/o el control de admisión de paquetes.

55 60 En particular, para el control de admisión las partes de código de software del programa de ordenador, que se carga en una memoria de un ordenador digital y se ejecuta en este último, llevan a cabo en primer lugar la etapa de detectar un paquete de control de admisión ACP en un flujo continuo de paquetes de datos. Esto se puede realizar comparando una estructura conocida del paquete de control de admisión ACP con una estructura de un paquete de datos recibido actualmente. Si se encuentra un paquete de control de admisión ACP, se leen sus parámetros de control Rh, R1. En la siguiente etapa, un caudal disponible V en el dispositivo de procesamiento se calcula como una diferencia de un caudal total  $V_{max}$  que puede gestionar el dispositivo de procesamiento y que se proporciona como un valor fijo a la aplicación, y un caudal ocupado actualmente, el cual puede ser proporcionado por el dispositivo de procesamiento, por ejemplo, mediante mediciones de la capa de enlace. En una etapa adicional, el programa de ordenador compara el caudal requerido R1 con el caudal disponible V. Si el caudal disponible V es menor que el

caudal requerido  $R_1$ , el subflujo continuo que pertenece al paquete de control de admisión ACP se rechaza. En cualquier otro caso, se escoge un valor de caudal de entre un intervalo proporcionado por el caudal requerido  $R_1$  y un segundo valor de caudal. Dicho segundo valor de caudal es el mínimo del caudal disponible  $V$  y el caudal deseado más alto  $R_h$ . En otra realización, el segundo valor de caudal se proporciona como se ha descrito previamente a partir del dispositivo de procesamiento mediante una función de ganancia. Después de la elección de dicho valor de caudal, el subflujo continuo se admite para un procesamiento en tiempo real.

En otra realización, las partes de código de software que llevan a cabo el control de admisión generan un paquete de control de admisión modificado, el cual comprende capacidades de caudal como  $V_{max}$  y  $V$  del dispositivo de procesamiento. Dicho paquete de control de admisión modificado se envía de vuelta a lo largo del trayecto de transmisión del subflujo continuo debido a los motivos descritos previamente.

Partes de código de software adicionales del programa de ordenador o, alternativamente, partes de código de software de otro programa de ordenador llevan a cabo una ejecución de una planificación de paquetes. En primer lugar, se detecta un paquete de control de sincronización en un flujo continuo de paquetes de datos. A continuación, se leen sus parámetros de control de sincronización  $N$ ,  $I$  y  $S$ . Para cada paquete de datos de carga útil que pertenece a una entidad de sincronización  $SE$  a la que remite el paquete de control de sincronización  $SCP$ , se calcula un plazo límite de entrega después de que se determinen, por ejemplo, mediante mediciones o mediante rutinas de interrogación secuencial desde el dispositivo de procesamiento, una tasa de errores de paquete de un canal de transmisión  $j$  que se prevé para una transmisión de paquetes de datos de carga útil desde la aplicación de planificación de paquetes, una velocidad de bits de dicho canal, y un valor de temporizador  $t$ , que indica un tiempo de llegada actual de paquetes de datos de carga útil a dicha aplicación. Los paquetes de datos de carga útil se ordenan en el orden de sus plazos límite en una cola EDF, la cual proporciona una indicación de tiempo para cada intervalo de paquete de datos. Cada indicación de tiempo de un intervalo se fija individualmente al plazo límite de entrega calculado de ese paquete de datos ordenado en el intervalo.

En otra realización preferida, se calculan plazos límite de entrega únicamente para aquellos paquetes de datos que se admiten para un procesamiento en tiempo real.

Los paquetes de datos que son rechazados para un procesamiento en tiempo real por el programa de ordenador se pueden ordenar en una segunda cola FIFO con el fin de ser procesamientos de acuerdo con una estrategia del mejor esfuerzo.

Además, el programa de ordenador puede dar instrucciones al dispositivo de procesamiento para llevar a cabo una priorización de ambas colas durante lecturas de paquetes de datos con el fin de favorecer el procesamiento de paquetes de datos admitidos para un procesamiento en tiempo real.

En otra realización, partes de código de software del programa de ordenador dan instrucciones al dispositivo de procesamiento para monitorizar los plazos límite de entrega de paquetes de datos de carga útil ordenados en la primera cola EDF mediante la comparación de un valor de tiempo real que proporciona un tiempo o bien absoluto o bien relativo con los plazos límite de entrega almacenados en las indicaciones de tiempo. Al realizar esto, el programa de ordenador puede detectar violaciones de plazos límite de entrega. En otra etapa, se puede llevar a cabo una adaptación de paquetes de datos de carga útil de la primera cola EDF, o alternativamente, la misma se puede solicitar a partir de una aplicación independiente.

Con el fin de gestionar también flujos continuos de paquetes de datos que utilizan cifrado de datos de carga útil u otros mecanismos de seguridad, el programa de ordenador puede proporcionar partes de código de software para leer parámetros de control de sincronización y/o parámetros de control de admisión a partir del encabezamiento de un protocolo de red subyacente, de manera adicional o alternativa a la lectura de los mismos a partir de un propio paquete de datos  $SCP$   $ACP$ .

Aunque la invención se ha descrito en relación con lo que se considera actualmente como realizaciones prácticas y preferidas, la misma no se limita a las realizaciones dadas a conocer, sino, por el contrario, pretende abarcar varias modificaciones y disposiciones equivalentes incluidas dentro del alcance de las reivindicaciones.

## REIVINDICACIONES

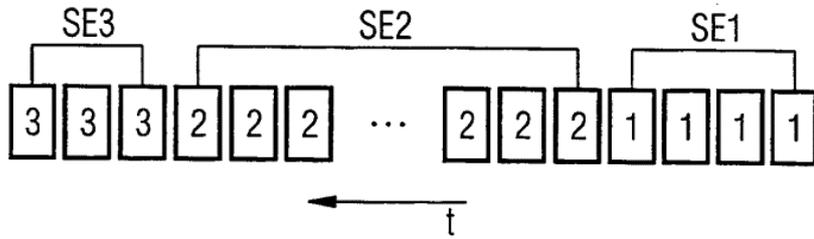
- 5 1. Un método para procesar en tiempo real un flujo continuo de paquetes de datos en un sistema de comunicaciones, con las etapas de
- recibir (10) un primer paquete de control de admisión, ACP, que incluye un número de parámetros de control de admisión, estando el paquete de control de admisión insertado en el flujo continuo de paquetes de datos,
  - 10 - leer (20) a partir de dicho primer paquete de control de admisión, ACP, al menos un parámetro de control de admisión que indica un caudal, R1, requerido para un procesamiento de un subflujo continuo del flujo continuo de paquetes de datos de los paquetes de datos relacionados con el primer paquete de control de admisión, ACP,
  - determinar (40) un caudal disponible actualmente, V,
  - 15 - comparar (50) el caudal disponible actualmente, V, con el caudal requerido, R1,
  - admitir (80) el procesamiento en tiempo real del subflujo continuo, si el caudal disponible actualmente, V, es mayor o igual que el caudal requerido.
2. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que
- 20 - la etapa de leer el por lo menos un parámetro de control de admisión comprende la lectura de un caudal máximo (Rh),
  - con la etapa adicional de
  - escoger para el subflujo continuo un caudal entre el caudal requerido mínimo (R1) y un mínimo del caudal máximo (Rh) y el caudal disponible actualmente (V).
- 25 3. El método de acuerdo con la reivindicación 1 ó con la reivindicación 2, en el que el subflujo continuo si es admitido para el procesamiento en tiempo real es enviado a un planificador de paquetes para el procesamiento en tiempo real.
- 30 4. El método de acuerdo con la reivindicación 3, con la etapa adicional de:
- determinar un plazo límite de entrega para un paquete de datos de carga útil del subflujo continuo admitido para el procesamiento en tiempo real,
  - 35 - ordenar el paquete de datos de carga útil dentro de una primera cola (EDF), y
  - establecer una indicación de tiempo, que está relacionado con el paquete de datos de carga útil ordenado en la primera cola (EDF), al plazo límite de entrega determinado.
5. El método de acuerdo con la reivindicación 1 ó con la reivindicación 2, en el que
- 40 - el subflujo continuo si no es admitido para el procesamiento en tiempo real es enviado a un planificador de paquetes para el procesamiento en tiempo no real.
- 45 6. El método de acuerdo con la reivindicación 5, con la etapa adicional de
- ordenar los paquetes de datos del subflujo continuo rechazados para su procesamiento en tiempo real en su orden de aparición en una segunda cola (FIFO).
- 50 7. El método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, con la etapa adicional de
- generar y devolver, desde un controlador de admisiones (AC) a lo largo del trayecto de transmisión del subflujo continuo, un paquete de control de admisión modificado que comprende parámetros de capacidad de caudal de dicho controlador de admisiones (AC).
- 55 8. El método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, con la etapa adicional de
- recibir al menos uno de los parámetros de control de admisión a partir de un encabezamiento de un protocolo de red subyacente.
- 60 9. El método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 6 a 8, con la etapa adicional de
- 65 - procesar adicionalmente los paquetes de datos de la primera cola (EDF) de acuerdo con sus plazos límite de entrega, y

- procesar adicionalmente los paquetes de datos de la segunda cola de acuerdo con una estrategia de tipo primero en entrar - primero en salir.
- 5 10. El método de acuerdo con la reivindicación 9, con la etapa adicional de
- priorizar por medio de una interfaz de salida para el procesamiento adicional de paquetes de datos contenidos en la primera cola (EDF) y paquetes de datos contenidos en la segunda cola (FIFO).
- 10 11. El método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, con la etapa adicional de
- detectar una violación de plazo límite comparando repetidamente, para paquetes de carga útil ordenados en la primera cola (EDF), su tiempo real pasado en dicha primera cola con sus plazos límites de acuerdo con sus indicaciones de tiempo.
- 15 12. El método de acuerdo con la reivindicación 11, con la etapa adicional de
- realizar, después de detectar la violación del plazo límite, una adaptación de por lo menos un paquete de datos de carga útil de la primera cola (EDF).
- 20 13. Un nodo de red en un sistema de comunicaciones para procesar un flujo continuo de paquetes de datos, que comprende:
- unos medios de lectura para leer (20) al menos un parámetro de control de admisión incluido en al menos un paquete de control de admisión, ACP, insertado en el flujo continuo de paquetes de datos, al menos un parámetro de control de admisión indicando un caudal, R1, requerido para un procesamiento en tiempo real de un subflujo continuo del flujo de paquetes de datos de los paquetes de datos relacionados con el primer paquete de datos de control de admisión, ACP,
  - una unidad de determinación para determinar (40) un caudal disponible actualmente, V, del nodo de red,
  - unos medios de comparación para comparar (50) el caudal disponible actualmente, V, con el canal requerido, R1, y
  - unos medios de decisión para decidir (80), si el canal disponible actualmente, V, es mayor o igual que el caudal requerido, R1, para admitir en el nodo de red el procesamiento en tiempo real del subflujo continuo.
- 25 30 35 14. El nodo de red de acuerdo con la reivindicación 13, que comprende además
- una primera cola (EDF) para paquetes de datos que son admitidos para un procesamiento en tiempo real,
  - una segunda cola (FIFO) para paquetes de datos que no se admiten para un procesamiento en tiempo real,
  - una unidad de transferencia para reenviar un flujo de tráfico de paquetes de datos después de una decisión positiva por parte de los medios de decisión hacia la primera cola (EDF) o después de una decisión negativa hacia la segunda cola (FIFO).
- 40 45 15. El nodo de red de acuerdo con la reivindicación 13 ó 14, que comprende además
- una interfaz de salida (OI) que prioriza las colas y que lee paquetes de datos de las colas.
- 50 16. El nodo de red de acuerdo con la reivindicación 13, 14 ó 15, que comprende además
- una unidad calculadora para los cálculos de los plazos límites para los paquetes de datos.
- 55 17. El nodo de red de acuerdo con la reivindicación 16, en el que la primera cola (EDF) incluye una unidad de ordenación para ordenar paquetes de datos de acuerdo con sus plazos límite en la primera cola (EDF), dicha unidad de ordenación siguiendo una estrategia del tipo en primer lugar el plazo límite más cercano, y en el que dicha unidad de ordenación establece indicaciones de tiempo de la primera cola (EDF) de acuerdo con plazos límite calculados.
- 60 65 18. El nodo de red de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 16 ó 17, que comprende además
- un gestor de violaciones de plazos límite para monitorizar plazos límite de paquetes de datos, para una detección de por lo menos una violación de plazo límite, y para un inicio de una adaptación de por lo menos un paquete de datos, y
  - una unidad de adaptación para la adaptación de por lo menos un paquete de datos.
19. El nodo de red de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 13 a 18, que incluye además una estación base de radiocomunicaciones para recibir y transmitir el tráfico de paquetes de datos.

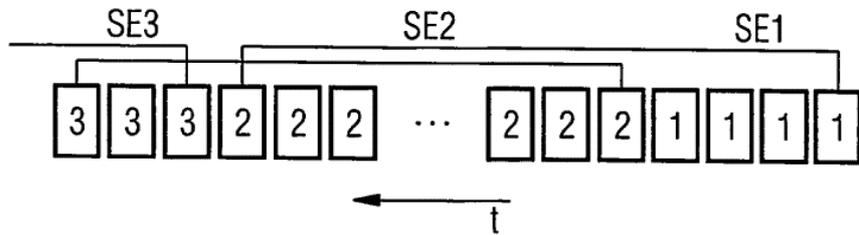
20. Un programa de ordenador, cargable en una memoria de un ordenador digital, que comprende partes de código de software para realizar las etapas del método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12, cuando se ejecuta mediante el ordenador digital.

5

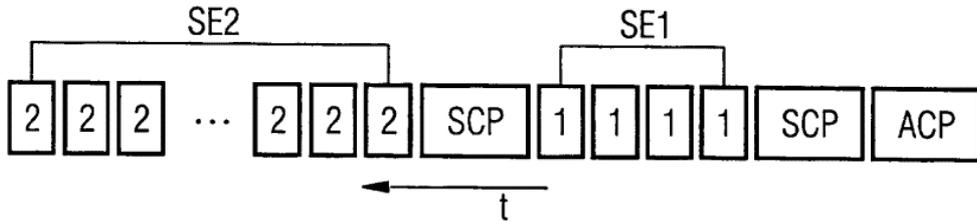
**FIG. 1a**



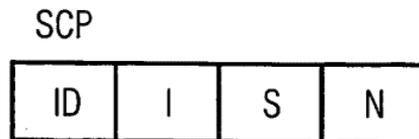
**FIG. 1b**



**FIG. 1c**



**FIG. 2a**



**FIG. 2b**

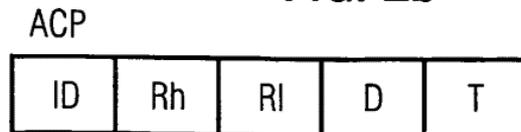
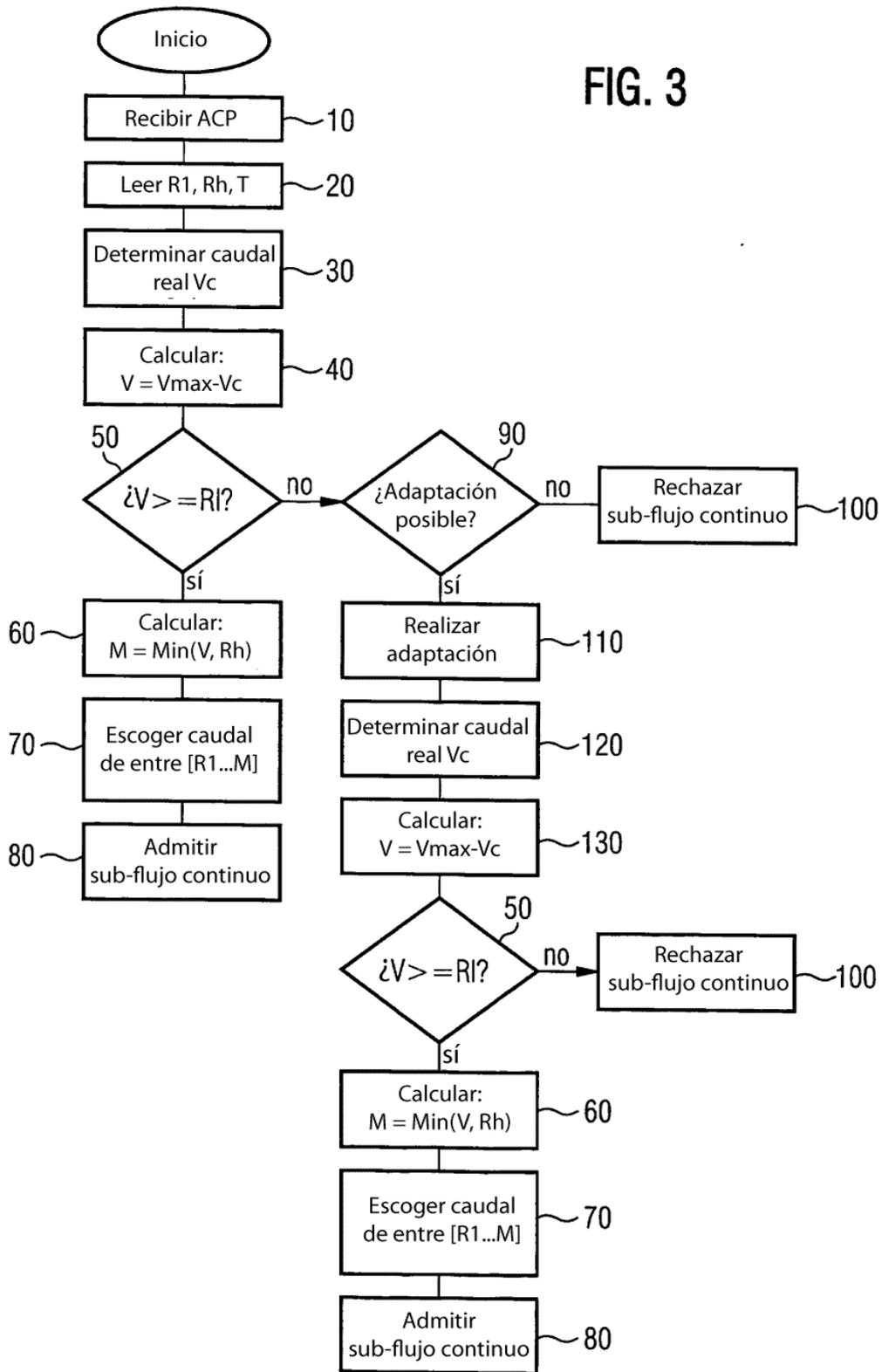


FIG. 3



**FIG. 4**

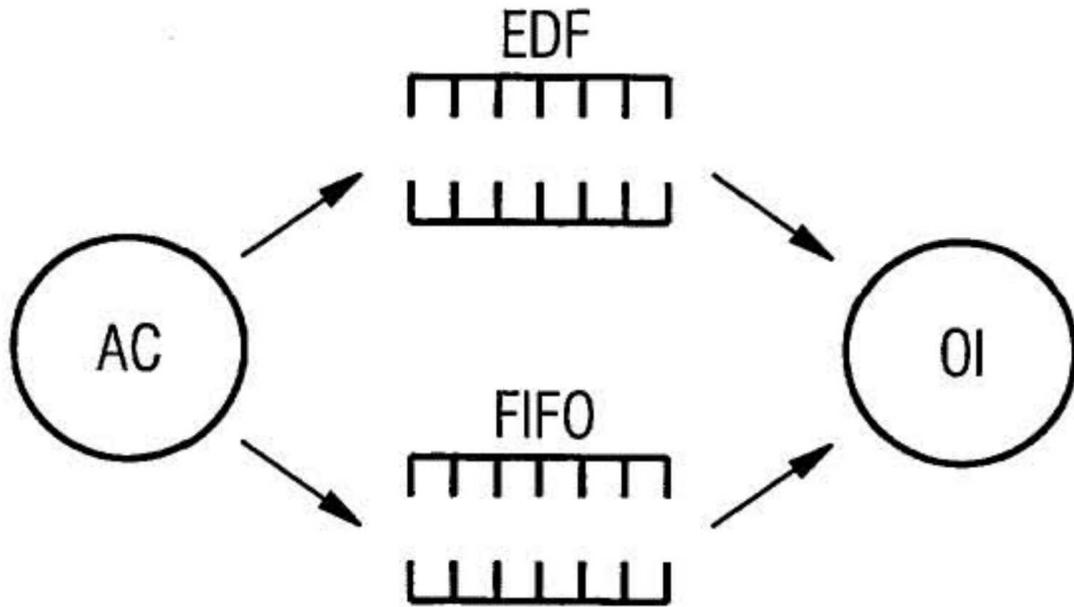


FIG. 5

