

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 556 381**

51 Int. Cl.:

**H04W 4/00** (2009.01)

**H04W 72/12** (2009.01)

**H04L 29/08** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **04.06.2011 E 11305685 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **16.09.2015 EP 2530988**

54 Título: **Un concepto de planificación**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**15.01.2016**

73 Titular/es:

**ALCATEL LUCENT (100.0%)  
148/152 route de la Reine  
92100 Boulogne-Billancourt, FR**

72 Inventor/es:

**VALENTIN, STEFAN;  
PROEBSTER, MAGNUS y  
KASCHUB, MATTHIAS**

74 Agente/Representante:

**CARPINTERO LÓPEZ, Mario**

ES 2 556 381 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

Un concepto de planificación

Las realizaciones de la presente invención se refieren a redes de comunicación, más particularmente pero no exclusivamente a transmisión de datos de paquetes en redes de comunicación móviles.

5 **Antecedentes**

Las demandas de velocidades de datos superiores para servicios móviles están creciendo de manera constante. Al mismo tiempo los sistemas de comunicación móviles modernos como los sistemas de la 3ª generación (3G como abreviatura) y los sistemas de 4ª generación (4G como abreviatura) proporcionan tecnologías mejoradas que posibilitan eficacias espectrales superiores y permiten velocidades de datos y capacidades de celda superiores. Los usuarios de dispositivos portátiles de hoy en día se hacen más difíciles de satisfacer. Mientras que los teléfonos comunes antiguos generaban únicamente tráfico de datos o de voz, los teléfonos inteligentes actuales, tabletas y portátiles ejecutan diversas aplicaciones en paralelo que pueden diferenciarse fundamentalmente entre sí. En comparación con los teléfonos comunes, esta mezcla de aplicación conduce a un número de nuevas características. Por ejemplo, resultan estadísticas de carga altamente dinámicas. Los dispositivos portátiles modernos soportan diversas aplicaciones que generan tráfico en ráfagas, consúltese G. Maier, F. Schneider, A. Feldmann. "A First Look at Mobile Hand-held Device Traffic", In Proc. Int. Conference on Passive and Active Network Measurement (PAM '10), abril de 2010. Incluso peor, con sistemas de operación en multitarea muchas de estas aplicaciones se ejecutan en paralelo y un usuario puede cambiar esta mezcla de aplicaciones activas en cualquier instante. En consecuencia, la carga generada puede cambiar rápidamente y pueden tener lugar picos altos en cualquier momento.

Además, las estadísticas de carga pueden ser altamente diversas. Incluso si una mezcla de aplicación permanece estática, la carga solicitada puede diferenciarse fundamentalmente entre las aplicaciones. En consecuencia, hay ahora un espectro mayor de solicitudes de carga para satisfacer que con los teléfonos comunes. Adicionalmente, las dinámicas de las restricciones han aumentado. Cada aplicación puede tener diferentes requisitos en tasa de errores y retardo, que pueden cambiar cuando la aplicación se hace inactiva o la mezcla de la aplicación cambia. En consecuencia, las garantías concedidas a un UE (como abreviatura para Equipo de Usuario, de acuerdo con la terminología del 3GPP, 3GPP que abrevia Proyecto Común de Tecnologías Inalámbricas de la 3ª Generación) pueden volverse rápidamente obsoletas.

Estas características de tráfico hacen de manera desafiante asignar de manera eficaz los recursos de canal inalámbrico a UE modernos mientras se mantiene una Calidad de Servicio aceptable (QoS para abreviatura). En primer lugar, las estadísticas de carga son ahora inestables, difíciles de caracterizar y de predecir, consúltese F. Schneider, S. Agarwal, T. Alpcan, A. Feldmann. "The New Web: Characterizing AJAX Traffic", In Proc. Int. Conference on Passive and Active Network Measurement, abril de 2008. En segundo lugar, las restricciones bajo las que se asignan los recursos son altamente diversas y pueden cambiar en cualquier momento. Finalmente, las demandas de QoS de aplicación pueden depender del entorno actual del usuario (por ejemplo, su localización, velocidad y distancia a otros usuarios).

G. Bianchi y col, "A Programmable MAC Framework for Utility-Based Adaptive Quality of Service Support", IEEE JOURNAL ON SELECTED AREAS IN COMMUNICATIONS, VOL. 18, Nº 2, febrero de 2000, desvela el diseño y evaluación de una estructura de control de acceso al medio programable, que está basada en un controlador de enlace de datos centralizado/distribuido híbrido. La estructura programable y sus algoritmos asociados pueden soportar aplicaciones en tiempo real adaptativas a través de redes que varían en tiempo y limitadas en ancho de banda (por ejemplo, redes inalámbricas) de una manera equitativa y eficaz que tiene en cuenta las necesidades de adaptación específicas de la aplicación. La estructura es flexible, extensible y soporta la introducción dinámica de nuevos servicios adaptativos bajo demanda. Como parte del procedimiento de creación de servicio, las aplicaciones interactúan con un conjunto de manejadores de adaptación distribuidos para programar servicios sin la necesidad de actualizar el controlador de adaptación centralizado. Este enfoque es en contraste a técnicas que ofrecen un conjunto fijo de servicios de "cableado permanente" en el enlace de datos desde el que las aplicaciones seleccionan. Un controlador de adaptación centralizado responsable de la asignación equitativa del ancho de banda disponible entre aplicaciones adaptativas se controla mediante curvas de utilidad de ancho de banda específicas de aplicación. Un conjunto de manejadores de adaptación distribuidos se ejecutan en dispositivos de borde que interactúan con un controlador central que permite a las aplicaciones programar sus necesidades de adaptación en términos de curvas de utilidad, escalas de tiempo de adaptación y política de adaptación. El controlador central ofrece un conjunto de meta-servicios sencillos denominados "perfiles" que los manejadores distribuidos usan para crear servicios en tiempo real adaptativos.

**Sumario**

55 La invención consiste en aparatos y procedimientos como se define en las reivindicaciones independientes 1, 4, 8, 11, 12, 13.

Las realizaciones están basadas en el hallazgo de que las demandas de QoS de aplicación pueden depender del entorno actual del usuario, por ejemplo, su localización, velocidad, y distancia a otros usuarios. Las realizaciones

están basadas en el hallazgo de que hay una necesidad de conceptos de planificación más avanzados, que tengan en cuenta la aplicación y las métricas específicas del estado de la aplicación. En otras palabras, las realizaciones están basadas en el hallazgo de que para UE modernos la Calidad de Servicio (QoS) de los usuarios depende de no únicamente sus aplicaciones en ejecución actualmente sino en su contexto. Para asignar de manera eficaz recursos de canal incluso bajo tales condiciones, las realizaciones pueden utilizar información de contexto para gestión de recursos de radio inalámbricos (RRM para abreviatura).

Las realizaciones pueden basarse adicionalmente en el hallazgo de que la información de contexto puede obtenerse y señalizarse a través de una arquitectura basada en transacción y estructuras de datos para acceder de manera eficaz, almacenar, y transferir información de contexto. Además, las realizaciones pueden basarse en el hallazgo de que los recursos inalámbricos pueden asignarse de acuerdo con el contexto de los usuarios. Las realizaciones pueden proporcionar un concepto de planificación para asignar de manera eficaz recursos a los UE mientras tienen en cuenta su mezcla de aplicación actual e información de contexto adicional. Por lo tanto, las realizaciones pueden proporcionar una estructura de asignación de recursos que puede usarse completa o parcialmente para evaluar, señalar, y asignar recursos en redes inalámbricas sensibles al contexto. Las realizaciones pueden por lo tanto basarse también en el hallazgo de que una gestión de recursos de radio más eficaz puede conseguirse en un sistema de comunicación móvil cuando la asignación de recursos, es decir, la planificación, tiene conocimiento del contexto de los usuarios. Tal contexto puede definirse como información extraída desde el entorno de los usuarios y como una combinación de tal información.

Las realizaciones pueden referirse también a una asignación de recurso sensible al contexto (CARA para abreviatura), y pueden comprender un sistema con múltiples componentes.

Las realizaciones pueden proporcionar un aparato para un transceptor móvil en un sistema o red de comunicación móvil. Las expresiones sistema de comunicación móvil y red de comunicación móvil se usarán de manera sinónima a continuación. Un aparato de este tipo puede implementarse como un módulo de extracción de contexto que observa información de contexto en el UE o transceptor móvil. La información de contexto puede a continuación transportarse basándose en transacciones que, para cada aplicación en ejecución, combinan datos, requisitos de tráfico e información de señalización relacionada en una única unidad de datos de protocolo. Además, las realizaciones pueden proporcionar un aparato para un transceptor de estación base, que puede comprender un planificador basado en transacción correspondiente que resuelve de manera eficaz el problema de asignación de recursos a través de todas las aplicaciones en el sistema.

Las realizaciones pueden posibilitar la gestión de recursos de radio eficaz usando un concepto de planificación que tiene conocimiento del contexto de los usuarios. Las realizaciones pueden posibilitar ajustes precisos de la planificación y asignación de recursos a las demandas de las aplicaciones. Las realizaciones pueden posibilitar rápidas reacciones de un planificador cuando una aplicación cambia sus demandas o cuando estas demandas no pueden satisfacerse. Además, las realizaciones pueden posibilitar integrar el conocimiento de contexto en esquemas de RRM existentes independientes de los detalles del planificador o de modelos de tráfico.

Más específicamente, las realizaciones pueden proporcionar un aparato para un transceptor móvil en un sistema de comunicación móvil, es decir, las realizaciones pueden proporcionar dicho aparato para que se opere mediante o se incluya en un transceptor móvil. A continuación, el aparato se denominará también como aparato transceptor de estación de reenvío móvil. El sistema de comunicación móvil comprende adicionalmente un transceptor de estación base. El sistema de comunicación móvil puede corresponder, por ejemplo, a una de las redes de comunicación móvil normalizadas del 3GPP como una LTE (como abreviatura para Evolución a Largo Plazo), una LTE-A (como abreviatura para LTE-Avanzada), una UTRAN (como abreviatura para Acceso de Radio Terrestre de UMTS, en el que UMTS abrevia Sistema Universal de Telecomunicación Móvil), una E-UTRAN (como abreviatura para UTRAN Evolucionada), una GERAN (como abreviatura para Red de Acceso de Radio GSM/EDGE, GSM que abrevia Sistema Global para Comunicación Móvil, EDGE que abrevia Velocidades de Datos Mejoradas para la Evolución de GSM), en general una red de OFDMA (como abreviatura para Acceso Múltiple por División de Frecuencia Ortogonal), etc.

El aparato transceptor móvil comprende medios para extraer información de contexto desde una aplicación que se ejecuta en el transceptor móvil, desde un sistema de operación que se ejecuta en el transceptor móvil, o controladores de hardware o hardware del transceptor móvil, comprendiendo la información de contexto información sobre un estado de la aplicación y/o información sobre un estado del transceptor móvil. En otras palabras, la información de contexto puede comprender información sobre la aplicación, por ejemplo, puede comprender una información sobre un foco del usuario, es decir si la aplicación se está presentando actualmente en primer plano o en segundo plano, información sobre el tipo de aplicación, es decir exploración web, interactiva, flujo continuo, conversacional, etc., información sobre el tipo de solicitud, es decir si los datos solicitados son solamente una precarga o si se han de presentar inmediatamente, información sobre cierto retardo o requisitos de QOS, etc.

En otras palabras, la información de contexto puede proporcionarse por aplicación. Por ejemplo, dos aplicaciones de flujo continuo que se ejecutan en paralelo en el transceptor móvil. De acuerdo con la técnica anterior, ambos datos de las aplicaciones podrían mapearse a canales de transporte de flujo continuo en las capas inferiores. Por lo tanto, de acuerdo con la técnica anterior, los datos desde las dos aplicaciones no se distinguirían por un planificador. De

acuerdo con las realizaciones, la información de contexto puede estar disponible para las aplicaciones por separado. Por ejemplo, la información de contexto de una aplicación puede indicar que se presenta en primer plano; la información de contexto de la otra aplicación puede indicar que está en segundo plano. Por lo tanto, las realizaciones pueden proporcionar la ventaja de que estas dos aplicaciones y sus datos pueden distinguirse por el planificador y la aplicación que se ejecuta en primer plano puede priorizarse. La información de contexto puede extraerse también desde el sistema de operación, ya que una aplicación puede no tener la información sobre si está en primer plano o en segundo plano. Esta información, que determina también un estado de la aplicación, puede extraerse desde un gestor de ventanas del sistema de operación del transceptor móvil.

Además, el aparato transceptor móvil puede comprender medios para comunicar paquetes de datos asociados con la aplicación con un servidor de datos a través del transceptor de estación base. En otras palabras, el transceptor móvil usa el transceptor de estación base para comunicar con el servidor de datos usando paquetes de datos. Estos paquetes de datos pueden transmitirse y recibirse en ambas direcciones, desde el transceptor móvil al transceptor de estación base, es decir en el enlace ascendente, y también desde el transceptor de estación base al transceptor móvil, es decir en el enlace descendente. Para planificación de datos la dirección del enlace descendente es más generalizada y se describirán las siguientes realizaciones centrándose en el enlace descendente. Sin embargo, las realizaciones pueden proporcionar también conocimiento de contexto para planificación de enlace ascendente, como por ejemplo en UTRAN usando E-DCH (como abreviatura para Canal Especializado Mejorado, también denominado como HSUPA que abrevia Acceso de Paquetes de Enlace Ascendente de Alta Velocidad). Se ha de observar, que el intercambio de datos se supone que se lleva a cabo entre el transceptor móvil y un servidor de datos, a través de la red de comunicación móvil. El servidor de datos puede por lo tanto corresponder con cualquier otro equipo de comunicación, como por ejemplo, un almacenamiento de datos, un ordenador personal, otro transceptor móvil, un ordenador de tableta, etc. Ya que la interfaz inalámbrica entre el transceptor de estación base y el servidor de datos es probable que sea el cuello de botella en la cadena de transmisión, planificar la interfaz inalámbrica es crítico para la transmisión global y puede determinar por lo tanto la satisfacción del usuario y si los requisitos de QOS se cumplen para el servicio respectivo.

Adicionalmente, el aparato transceptor móvil comprende medios para proporcionar la información de contexto al transceptor de estación base. Los medios para proporcionar la información de contexto pueden adaptarse para proporcionar la información de contexto usando una conexión de señalización al transceptor de estación base, puede incluir también la información de contexto para la transmisión de enlace descendente en una transmisión de enlace ascendente y viceversa. En las realizaciones, la información de contexto puede comprender información sobre un requisito de calidad de servicio de la aplicación, información de prioridad de los paquetes de datos asociados con la aplicación, información sobre una unidad de una pluralidad de los paquetes de datos de la aplicación, información sobre una demanda de carga de la aplicación, información sobre un retardo o restricción de tasa de error de la aplicación, información sobre el estado de la ventana, información sobre el consumo de memoria, información sobre el uso de procesador de la aplicación que se ejecuta en el transceptor móvil, información sobre la localización actual, velocidad, orientación del transceptor móvil, y/o una distancia del transceptor móvil a otro transceptor móvil.

La unidad de los paquetes de datos puede referirse a información que indica que un número de paquetes de datos pertenecen juntos, por ejemplo, la aplicación puede corresponder a una aplicación de presentación de imagen y los datos de imagen están contenidos en una pluralidad de paquetes de datos. Entonces la información de contexto puede indicar cuántos paquetes de datos se refieren a una imagen. Esta información puede tenerse en cuenta por el planificador. En otras palabras, a partir de la información de contexto el planificador puede determinar una cierta relación entre los paquetes de datos, por ejemplo únicamente puede satisfacerse al usuario si se presenta toda la imagen, por lo tanto todos los paquetes que hacen referencia a la imagen tienen que transmitirse al transceptor móvil en un intervalo de tiempo adecuado. Con ello puede posibilitarse al planificador anticiparse.

En las realizaciones los medios para extracción pueden adaptarse para extraer la información de contexto desde un sistema de operación del transceptor móvil o desde la aplicación que se ejecuta en el transceptor móvil. En otras palabras, el sistema de operación del transceptor móvil puede proporcionar la información de contexto, por ejemplo como información de estado de una aplicación (primer plano/segundo plano, activa/suspendida, en reserva, etc.). Otra opción es que la propia aplicación proporcione la información de contexto. En las realizaciones el aparato transceptor móvil puede comprender adicionalmente medios para componer un paquete de datos de transacción, el paquete de datos de transacción puede comprender paquetes de datos desde la aplicación y la información de contexto. En otras palabras, las realizaciones pueden usar un protocolo que tiene múltiples paquetes de datos en su sección de cabida útil y la información de contexto en su sección de control.

Además, las realizaciones pueden proporcionar un aparato para un transceptor de estación base en el sistema de comunicación móvil, es decir, las realizaciones pueden proporcionar dicho aparato para que se opere o se incluya en un transceptor de estación base. A continuación, el aparato se denominará también como aparato transceptor de estación base. El aparato transceptor de estación base comprende medios para recibir paquetes de datos asociados con una aplicación que se ejecuta en el transceptor móvil y comprende medios para obtener información de contexto sobre los paquetes de datos asociados con la aplicación. Además, el aparato transceptor de estación base comprende medios para planificar el transceptor móvil para transmisión de los paquetes de datos basándose en la información de contexto. Como se ha descrito anteriormente, el planificador o los medios para planificar tienen en

cuenta la información de contexto y por lo tanto llevan a cabo planificación sensible al contexto.

Las realizaciones del aparato transceptor de estación base pueden obtener la información de contexto de diferentes maneras. Tres ejemplos son, la información de contexto se recibe desde el transceptor móvil, la información de contexto se recibe desde el servidor de datos, o la información de contexto se determina desviando paquetes de datos intercambiados entre el transceptor móvil y el servidor de datos, por ejemplo, mediante análisis de paquetes o escucha clandestina o inspeccionando los paquetes de datos. En otras palabras, en las realizaciones los medios para obtener pueden adaptarse para obtener la información de contexto inspeccionando los paquetes de datos, recibiendo información de contexto desde el transceptor móvil, y/o recibiendo la información de contexto desde un servidor de datos. Como se ha descrito anteriormente, la información de contexto puede comprender información sobre un requisito de calidad de servicio de la aplicación, información de prioridad de los paquetes de datos asociados con la aplicación, información sobre una unidad de una pluralidad de los paquetes de datos de la aplicación, información sobre una demanda de carga de la aplicación, información sobre un retardo o restricción de tasa de error de la aplicación, información sobre el estado de la ventana, información sobre el consumo de memoria, información sobre el uso de procesador de la aplicación que se ejecuta en el transceptor móvil, información sobre la localización actual, velocidad, orientación del transceptor móvil, y/o una distancia del transceptor móvil a otro transceptor móvil.

Adicionalmente, los medios para planificar pueden adaptarse para planificar el transceptor móvil para transmisión de manera que se cumple el requisito de la calidad de servicio para la pluralidad de paquetes de datos a los que se refiere la información sobre la unidad. En otras palabras, el planificador puede tener en cuenta que la satisfacción del usuario puede conseguirse únicamente cuando todos los paquetes de datos de la unidad se entregan a tiempo y por lo tanto se anticipan. Los medios para planificar pueden adaptarse para determinar una secuencia de transmisión de una pluralidad de transacciones, siendo una transacción una pluralidad de paquetes de datos para los que la información de contexto indica unidad y ejecutándose la pluralidad de transacciones que se refieren a una pluralidad de aplicaciones mediante uno o más transceptores móviles. En otras palabras, los paquetes de datos que se originan desde la misma aplicación, es decir comparten el mismo estado y requisito, como, por ejemplo, todos los objetos de una página web, pueden recopilarse juntos con la información de contexto adicional que forma una denominada transacción. Las transacciones pueden servir a continuación para determinar una clase de planificación. Es decir, el planificador no puede llevarse a cabo en una base por usuario, por ejemplo, en un estado de memoria intermedia, sino en su lugar en una base por aplicación o por transacción. Las transacciones pueden a continuación diferenciarse mediante el planificador en lugar de diferenciarse únicamente en un nivel de usuario. Un usuario o transceptor móvil pueden utilizar múltiples transacciones para múltiples aplicaciones y la información de contexto puede obtenerse para cada transacción por separado.

Los medios para planificar pueden a continuación determinar un orden de la secuencia de transacciones basándose en una función de utilidad, dependiendo la función de utilidad en un tiempo de terminación de una transacción, que se determina basándose en la información de contexto. En otras palabras, la información de contexto puede evaluarse usando una función de utilidad. La función de utilidad puede ser una medida de la satisfacción del usuario y por lo tanto depender de un tiempo de terminación de una transacción, por ejemplo para una transacción que comprende paquetes de datos de una página web una aplicación de exploración web ha solicitado el tiempo de terminación para que sea, por ejemplo, 2 s. En otras palabras, la satisfacción completa del usuario puede conseguirse cuando el contenido completo de la página web se transmite en menos de 2 s. De otra manera, la satisfacción del usuario y con ello la función de utilidad se degradarán. La secuencia de las transacciones puede determinarse de diferentes maneras en las realizaciones. En algunas realizaciones la secuencia de transmisión se determina a partir de una iteración de múltiples diferentes secuencias de transacciones. Las múltiples diferentes secuencias pueden corresponder a diferentes permutaciones de la pluralidad de transacciones. Los medios para planificar pueden adaptarse para determinar la función de utilidad para cada una de las múltiples diferentes secuencias y pueden adaptarse adicionalmente para seleccionar la secuencia de transmisión desde las múltiples diferentes secuencias que corresponden a la máxima función de utilidad. En otras palabras, en las realizaciones la decisión de planificación puede determinarse basándose en una satisfacción de usuario optimizada o función de utilidad, donde la optimización puede basarse en un conjunto limitado de secuencias.

En algunas realizaciones, la secuencia de transmisión real o decisión de planificación puede basarse adicionalmente en la condición de radio de un usuario particular, por ejemplo los medios para planificar pueden adaptarse para modificar adicionalmente la secuencia de transmisión basándose en la velocidad de datos soportable para cada transacción. En otras realizaciones pueden considerarse otros criterios de equidad o velocidad o caudal.

Adicionalmente, las realizaciones pueden proporcionar un aparato para un servidor de datos, es decir las realizaciones pueden proporcionar dicho aparato para que se opere o se incluya en un servidor de datos. A continuación, el aparato se denominará también como aparato de servidor de datos. El servidor de datos puede comunicar paquetes de datos asociados con una aplicación que se ejecuta en el transceptor móvil a través del sistema de comunicación móvil al transceptor móvil. El aparato de servidor de datos puede comprender medios para deducir la información de contexto para los paquetes de datos y medios para transmitir la información de contexto junto con los paquetes de datos al sistema de comunicación móvil. En otras palabras, la aplicación o el sistema de operación en el servidor de datos pueden ser el equivalente con respecto a la provisión de información de contexto a la aplicación o al sistema de operación en el transceptor móvil. De nuevo, la información de contexto puede

comprender información sobre un requisito de calidad de servicio de la aplicación, información de prioridad de los paquetes de datos asociados con la aplicación, información sobre una unidad de una pluralidad de los paquetes de datos de la aplicación, información sobre una demanda de carga de la aplicación, información sobre un retardo o restricción de tasa de error de la aplicación, información sobre el estado de la ventana, información sobre el consumo de memoria, información sobre el uso de procesador de la aplicación que se ejecuta en el transceptor móvil, etc. Los medios para deducir pueden adaptarse para extraer la información de contexto desde un sistema de operación del servidor de datos o desde la aplicación que se ejecuta en el servidor de datos.

En las realizaciones el aparato de servidor de datos puede comprender adicionalmente medios para componer un paquete de datos, comprendiendo el paquete de datos paquetes de datos desde la aplicación y la información de contexto. Es decir, el servidor de datos puede terminar el protocolo de transacción. Por lo tanto, el aparato de servidor de datos puede comprender adicionalmente medios para componer un paquete de datos de transacción, el paquete de datos de transacción puede comprender paquetes de datos desde la aplicación y la información de contexto.

Las realizaciones pueden proporcionar adicionalmente los procedimientos correspondientes. Las realizaciones pueden proporcionar un procedimiento para un transceptor móvil en un sistema de comunicación móvil, el sistema de comunicación móvil comprende adicionalmente un transceptor de estación base. El procedimiento comprende una etapa para extraer información de contexto desde una aplicación que se ejecuta en el transceptor móvil, desde un sistema de operación que se ejecuta en el transceptor móvil, o controladores de hardware o hardware del transceptor móvil, comprendiendo la información de contexto información sobre un estado de la aplicación y/o información sobre un estado del transceptor móvil. El procedimiento comprende adicionalmente una etapa para comunicar paquetes de datos asociados con la aplicación con un servidor de datos a través del transceptor de estación base y una etapa para proporcionar la información de contexto al transceptor de estación base.

Adicionalmente, las realizaciones pueden proporcionar un procedimiento para un transceptor de estación base en un sistema de comunicación móvil, el sistema de comunicación móvil comprende adicionalmente un transceptor móvil. El procedimiento comprende una etapa para recibir paquetes de datos asociados con una aplicación que se ejecuta en el transceptor móvil y una etapa para obtener información de contexto sobre los paquetes de datos asociados con la aplicación. El procedimiento comprende adicionalmente una etapa para planificar el transceptor móvil para transmisión de los paquetes de datos basándose en la información de contexto.

Además, las realizaciones pueden proporcionar un procedimiento para un servidor de datos. El servidor de datos comunica paquetes de datos asociados con una aplicación que se ejecuta en un transceptor móvil a través de un sistema de comunicación móvil al transceptor móvil. El procedimiento comprende una etapa para deducir información de contexto para los paquetes de datos y una etapa para transmitir la información de contexto junto con los paquetes de datos al sistema de comunicación móvil.

Las realizaciones pueden proporcionar adicionalmente un transceptor móvil que comprende el aparato transceptor móvil anterior, un transceptor de estación base que comprende el aparato transceptor de estación base anterior, un servidor de datos que comprende el aparato de servidor de datos anterior, y/o un sistema de comunicación que comprende el transceptor móvil, el transceptor de estación base, y/o el servidor de datos.

Las realizaciones pueden comprender adicionalmente un programa informático que tiene un código de programa para realizar uno de los procedimientos anteriormente descritos cuando el programa informático se ejecuta en un ordenador o procesador.

Se ha de observar, que las realizaciones pueden usar medios de estimación de canal o de predicción de canal para determinar la calidad de canal o velocidades de datos soportables para transacciones en el futuro. La estimación de canal y/o los medios de predicción pueden adaptarse a la base, la estimación de canal y/o predicción sobre una estimación de canal actual, un historial de estimación de canal, es decir estimaciones de canal anteriores, una condición de propagación conocida o pérdida de propagación, conocimiento estadístico sobre el canal de radio, etc.

Las realizaciones pueden proporcionar la ventaja de permitir una gestión de recursos de radio que posibilita liberar recursos de canal cuando no son necesarios por una aplicación o para priorizar aplicaciones únicamente cuando se requiera, que puede mejorar la eficacia en la que se usan los recursos de canal. Las simulaciones muestran que las realizaciones pueden hacer uso más eficaz de los recursos de radio que las políticas de planificación actual bajo la restricción de PF (como abreviatura para Equidad Proporcional) o bajo la restricción de retardo medio mínimo (es decir, EDF como abreviatura para primero el más urgente (Earliest Deadline First)). En comparación con PF, puede soportarse el 75 % más de carga a igual QoS. En comparación con EDF, puede soportarse más del 65 %.

Además, las realizaciones pueden aumentar la flexibilidad de la RRM y aplicaciones. A diferencia de esquemas de RRM actuales, el retardo puede equilibrarse con la velocidad de datos y las aplicaciones pueden informarse en el estado de RRM. Esto puede no solamente permitir ajustar el uso de recurso a las demandas de los usuarios o del operador. Puede permitir también a la RRM y a las aplicaciones reaccionar a condiciones cambiadas (canal, carga, requisitos de tráfico, capacidades del UE) y, por lo tanto, abrir maneras más eficaces para RRM y diseño de aplicación.

**Breve descripción de las figuras**

Se describirán algunas otras características o aspectos usando las siguientes realizaciones no limitantes de aparatos y/o procedimientos y/o programas informáticos a modo de ejemplo únicamente, y con referencia a las figuras adjuntas, en las que

- 5 La Figura 1 muestra un sistema de comunicación con las realizaciones;
- La Figura 2 muestra una estructura básica de un sistema de RRM;
- La Figura 3 representa un diagrama de bloques de una realización de un aparato para un transceptor móvil y una realización de un aparato para un transceptor de estación base;
- La Figura 4 representa un diagrama de bloques de una realización de un aparato para un transceptor móvil;
- 10 La Figura 5 representa un diagrama de bloques de otra realización de un aparato para un transceptor móvil;
- La Figura 6 ilustra transacciones usadas mediante las realizaciones;
- La Figura 7 representa un diagrama de bloques de una realización de un aparato para un transceptor de estación base;
- La Figura 8 ilustra medios para planificación de una realización;
- 15 La Figura 9 muestra gráficas que ilustran dependencia de penalización de secuencia para diferentes realizaciones;
- La Figura 10 muestra una función de utilidad ejemplar;
- La Figura 11 ilustra el cálculo del cambio en utilidad total;
- La Figura 12 ilustra resultados de simulación en utilidad de suma media frente a carga de tráfico;
- 20 La Figura 13 muestra resultados de simulación en caudal de celda medio frente a carga de tráfico;
- La Figura 14 representa rendimientos de simulación en utilidad de transacción media frente a carga de tráfico para diferentes números de iteraciones;
- La Figura 15 representa un diagrama de bloques de una realización de un aparato para un servidor de datos;
- La Figura 16 muestra un diagrama de flujo de una realización de un procedimiento para un transceptor móvil;
- 25 La Figura 17 muestra un diagrama de flujo de una realización de un procedimiento para un transceptor de estación base; y
- La Figura 18 muestra un diagrama de flujo de una realización de un procedimiento para un servidor de datos.

**Descripción de algunas realizaciones**

30 La Figura 1 muestra un sistema 500 de comunicación con realizaciones de un transceptor 100 móvil que comprende un aparato 10 de transceptor móvil, que se etiqueta también como "Gestor-Transacción" y un número de aplicaciones 11 que se ejecutan en el transceptor 100 móvil. Adicionalmente, la Figura 1 muestra un transceptor 200 de estación base con un aparato 20 transceptor de estación base, que se etiqueta también como "planificador-CARA" y una memoria intermedia de datos o un intermediario 21 de datos. El transceptor 200 de estación base tiene una conexión a internet 400, que conecta a un servidor 300 de datos con un aparato 30 de servidor de datos. Como se indica en la Figura 1, las transmisiones de datos se llevan a cabo entre el transceptor 100 móvil y el servidor 300 de datos mediante el transceptor 200 de estación base y a través de internet 400. Además, la señalización de información de contexto se establece entre el transceptor 100 móvil y el transceptor 200 de estación base. En la realización, la información de contexto se proporciona mediante la aplicación 11 al aparato 10 transceptor móvil. Antes de que se proporcionen más detalles sobre los componentes del sistema 500 de comunicación, se aclara alguna definición y conceptos básicos sobre la planificación o un sistema de RRM.

45 Una estructura básica de un sistema 600 de RRM se ilustra en la Figura 2. Como se indica en la Figura 2 el sistema comprende un componente 602 de asignación de recursos, un componente 604 de cálculo de peso y un componente 606 de planificación. En redes celulares o en sistemas 500 de comunicación móvil, la asignación de recursos se realiza en cada transceptor 200 de estación base (BS para abreviatura). Los recursos de radio se asignan a transceptores 100 móviles para transmisión de datos antes de que se transmitan los datos reales usando dichos recursos de radio asignados o atribuidos. El transceptor 200 de estación base asigna un subconjunto de  $s=1, \dots, S$ , donde S indica el conjunto completo de recursos de radio o bloques de recursos físicos (PRB para abreviatura), PRB a cada UE  $j=1, \dots, J$  activo o transceptor 100 de estación móvil. A continuación, el planificador 602

elige un subconjunto de los UE para servir en la trama de tiempo actual. Para hacer estas asignaciones y decisiones de planificación, el sistema de RRM puede tener varios factores en cuenta. Por ejemplo, el estado de canal instantáneo  $\gamma_{j,s}$ , reflejado por un Indicador de Calidad de Canal (CQI para abreviatura) para cada UE 100  $j$  arbitrario y cada PRB  $s$  arbitrario pueden proporcionarse desde el transceptor 100 móvil al transceptor 200 de estación base para asignación 602 de recursos. Otro factor es la denominada equidad, reflejada por un parámetro de equidad global  $\alpha$  y una función de utilidad  $U_j(\cdot)$ , y demandas de QoS, reflejadas por un peso de QoS  $c_j$ , consúltese cálculo 604 de peso en la Figura 2. El planificador 606 a continuación determina las asignaciones reales basándose en los pesos.

Las realizaciones pueden proporcionar la ventaja de que su principal unidad de operación puede no ser velocidad de datos. Ejemplos para funciones objeto y restricciones en velocidad de datos pueden encontrarse en J. Huang, V. G. Subramanian, R. Agrawal y R. A. Berry "Downlink Scheduling and Resource Allocation for OFDM Systems", IEEE Trans. Wireless Commun., vol. 8, págs. 288-296, 2009; Wen-Hsing Kuo y Wanjiun Liao, "Utility-based radio resource allocation for QoS traffic in wireless networks", IEEE Tans. Wireless Commun., vol. 7, págs. 2714-2722, 2008; S. Shakkottai y A. L. Stolyar, "Scheduling Algorithms for a Mixture of Real-Time and Non-Real-Time Data in HDR", Proc. Int. Teletraffic Congress (ITC-17), 2001; y F. Kelly, "Charging and rate control for elastic traffic", Euro. Trans. Telecomms., vol. 8, págs. 33-37, 1997.

Ejemplos para funciones objeto y restricciones en ancho de banda pueden encontrarse en G. Bianchi y A.T. Campbell, "A programmable MAC framework for utility-based adaptive quality of service support", IEEE Journal on Selected Areas in Commun., vol. 18, págs. 244-255, 2000. Estas funciones objeto y restricciones pueden aplicarse en realizaciones además del conocimiento de contexto. Los esquemas de asignación de recursos convencionales pueden no tener en cuenta directamente los requisitos de retardo o de tasa de error de los UE. Tales requisitos pueden transformarse artificialmente a una tasa de datos media, que puede hacerse una representación estadística pobre con tráfico a ráfagas. Esto hace difícil diseñar esquemas de asignación de recursos basados en velocidad que garanticen un cierto retardo o tasa de error.

Además, las realizaciones pueden tener en cuenta adicionalmente los requisitos de tráfico ajustando la función de utilidad, para lo que pueden encontrarse ejemplos en G. Bianchi y A.T. Campbell, "A programmable MAC framework for utility-based adaptive quality of service support", IEEE Journal on Selected Areas in Commun., vol. 18, págs. 244-255, 2000; y Wen-Hsing Kuo y Wanjiun Liao, "Utility-based radio resource allocation for QoS traffic in wireless networks", IEEE Trans. Wireless Commun., vol. 7, págs. 2714-2722, 2008, o los pesos de QoS para un UE específico, que se ejemplifican por ejemplo en S. Shakkottai y A. L. Stolyar, "Scheduling Algorithms for a Mixture of Real-Time and Non-Real-Time Data in HDR", Proc. Int. Teletraffic Congress (ITC-17), 2001.

Dando prioridades a los UE pero no a las aplicaciones, estos esquemas pueden priorizar únicamente todas las aplicaciones de un UE 100 a la vez. En consecuencia, no pueden priorizar por separado aplicaciones únicas o subconjuntos de aplicaciones. Cuando un UE 100 ejecuta un sistema de operación multitarea, este UE puede ejecutar múltiples aplicaciones en paralelo cuyas demandas se diferencian fundamentalmente entre sí, que puede no tenerse en cuenta en sistemas convencionales.

Adicionalmente, los sistemas de RRM convencionales no son sensibles al contexto. Las realizaciones pueden proporcionar la ventaja de que se considera la información de contexto adicional, tal como por ejemplo las demandas de carga de cada aplicación que se ejecuta actualmente en el UE 100, las restricciones de retardo o de tasa de error de cada aplicación que se ejecuta actualmente en el UE 100, información sobre el estado de la ventana, información sobre el consumo de memoria, información sobre el uso de procesador de la aplicación que se ejecuta en el transceptor 100 móvil, y/o la localización actual, velocidad, orientación del UE y su distancia a otros usuarios.

Teniendo acceso a esta información de contexto, los planificadores de las realizaciones pueden optimizar la asignación de recursos al contexto actual de los usuarios. Las realizaciones pueden usar un enfoque sensible al contexto con el que proporcionan una QoS que es superior que la QoS de los conceptos convencionales y las realizaciones pueden conseguir esto posibilitando un uso más eficaz de recursos.

Un enfoque de planificación típico tiene por objeto maximizar una función de utilidad  $U_j(\cdot)$ , es decir, una función de velocidad de datos PHY (como abreviatura para Capa Física o Capa 1). Un planificador de este tipo se ilustra en la Figura 2 y principalmente tiene las entradas CQI  $\gamma_{j,s}$ ,  $c_j$ , y  $\alpha$ . Basándose en la matriz  $Y$  de CQI  $J \times S$ , donde  $S$  indica un índice de canal, la asignación 602 de recursos asigna los PRB y proporciona la velocidad PHY resultante  $r_j$  por UE, es decir por transceptor móvil, al componente 604 de cálculo de peso. Basándose en estas velocidades y en los pesos específicos de UE  $w_j$ , el planificador 606 a continuación tiene por objeto maximizar la velocidad de suma ponderada sobre todos los  $J$  usuarios. Aunque la solución óptima puede obtenerse mediante optimización convexa, para la que puede encontrarse un ejemplo en J. Huang, V. G. Subramanian, R. Agrawal, y R. A. Berry "Downlink Scheduling and Resource Allocation for OFDM Systems", IEEE Trans. Wireless Commun., vol. 8, págs. 288-296, 2009, en la práctica, se usa heurística para resolver rápidamente este problema de optimización con recursos computacionales limitados. El resultado puede representarse mediante un vector de asignación  $\mathbf{a}$  con las entradas binarias  $J$ .

El peso específico del UE  $w_j$  puede tener en cuenta equidad y restricciones de QoS y puede calcularse basándose en un parámetro de equidad global  $\alpha$  y en peso de QoS específico de UE  $c_j$ . Diferentes modos de equidad se reflejan típicamente mediante la función de utilidad estrictamente cóncava, como por ejemplo

$$U_j(r_j) = \begin{cases} c_j \log(r_j), & \alpha = 0 \\ \frac{c_j r_j^\alpha}{\alpha}, & \text{de otra manera} \end{cases} \quad (1)$$

5 basándose en la velocidad PHY media  $\bar{r}_j$  de un usuario arbitrario  $j$ . Tomando la derivada  $U_j'$  de esta función de utilidad en  $r_j$  da como resultado el peso

$$w_j := U_j'(r_j) = \begin{cases} c_j / r_j, & \alpha = 0 \\ c_j r_j^{\alpha-1}, & \text{de otra manera} \end{cases} \quad (2)$$

de un usuario arbitrario  $j$ .

10 Es fácil mostrar que para  $\alpha = 1$  la función de utilidad (1) representa planificación de máxima velocidad y se probó por F. Kelly, "Charging and rate control for elastic traffic", Euro. Trans. Telecomms., vol. 8, págs. 33-37, 1997, que  $\alpha = 0$  da como resultado la regla de planificación de equidad proporcional ampliamente usada. Ya que la primera realización de extensión de planificación está basada en equidad proporcional, los conceptos básicos de este esquema se detallan a continuación, empezando con el cálculo 604 de peso.

15 La planificación de equidad proporcional asigna el canal al usuario con la velocidad PHY instantánea máxima  $r_j$  con respecto a su velocidad media  $\bar{r}_j$ . Para este fin, el peso de planificación de equidad proporcional  $w_j$  de un usuario  $j$  es

$$w_j(t) = \frac{r_j(t)}{\bar{r}_j(t)} \quad (3)$$

donde  $\bar{r}_j$  se calcula típicamente como una media móvil exponencial

$$\bar{r}_j(t+1) = \begin{cases} \beta \cdot r_j(t) + (1-\beta) \cdot \bar{r}_j(t), & j = i \\ (1-\beta) \cdot \bar{r}_j(t), & \text{de otra manera} \end{cases} \quad (4)$$

20 siendo  $\beta$  un factor de olvido; un parámetro entre 0 y 1 elegido por el operador y que determina la velocidad de convergencia.

25 Las realizaciones pueden hacer uso de la asignación de recursos sensible al contexto (CARA) usando información de contexto (CI) para mejorar la QoS o para asignar de manera eficaz recursos mientras se mantienen las restricciones de QoS de las aplicaciones. La Figura 3 representa un diagrama de bloques de una realización de un aparato 10 para un transceptor 100 móvil y una realización de un aparato 20 para un transceptor 200 de estación base. La Figura 3 ilustra la arquitectura principal de asignación de recursos sensible al contexto (CARA). La Figura 3 muestra  $J$  UE, de los cuales se referencian en el transceptor 100 móvil. En las realizaciones, una pluralidad de transceptores móviles y aplicaciones pueden considerarse para planificar mediante el transceptor 200 de estación base. El transceptor 100 móvil comprende un gestor de transacción y un módulo 10 de extracción de contexto, que son una implementación del aparato 10 transceptor móvil. El gestor de transacción puede usarse para transferir la información de contexto (CI).

30 Además, la Figura 3 representa las aplicaciones 11, y el sistema 13 de operación y otro hardware 15 del transceptor 100 móvil. El transceptor de estación base comprende el aparato 20 para el transceptor 200 de estación base, que se etiqueta también como el módulo 20 "CARA RRM", y que interactúa con las colas 21 para los paquetes de datos. Además, la Figura 3 muestra los protocolos 23 de capa inferior, es decir el control de capa de enlace (LLC para abreviatura) y PHY, que proporcionan el CQI al aparato 20. En la realización, las transacciones se usan para proporcionar información de contexto (CI) a los esquemas 20 de gestión de recursos de radio (RRM) sensibles al contexto en el transceptor 200 de estación base (BS).

En el UE 100, el aparato 10 transceptor móvil, que puede denominarse también como el Módulo de Extracción de Contexto (CEM), recopila y procesa CI que se transfieren a continuación a la BS 200 en una transacción. En la BS 200, el esquema CARA llevado a cabo mediante el aparato 20 transceptor de estación base usa la CI e información adicional para asignar los recursos a las aplicaciones de los usuarios. A continuación, los canales de control pueden usarse para señalar estas asignaciones a los UE 100.

La Figura 4 ilustra un diagrama de bloques de una realización de un aparato 10 transceptor móvil. El aparato 10 comprende medios para extraer 12 información de contexto desde una aplicación que se ejecuta en el transceptor 100 móvil, desde un sistema de operación que se ejecuta en el transceptor 100 móvil, o controladores de hardware o hardware del transceptor 100 móvil, y la información de contexto que comprende información sobre un estado de la aplicación y/o información sobre un estado del transceptor 100 móvil. El aparato 10 comprende adicionalmente medios para comunicar 14 paquetes de datos asociados con la aplicación con un servidor 300 de datos a través del transceptor 200 de estación base. El aparato comprende adicionalmente medios para proporcionar 16 la información de contexto al transceptor 200 de estación base. La información de contexto puede comprender información sobre un requisito de calidad de servicio de la aplicación, información de prioridad de los paquetes de datos asociados con la aplicación, información sobre una unidad de una pluralidad de los paquetes de datos de la aplicación, información sobre una demanda de carga de la aplicación, información sobre un retardo o restricción de tasa de error de la aplicación, información sobre el estado de la ventana, información sobre el consumo de memoria, información sobre el uso de procesador de la aplicación que se ejecuta en el transceptor móvil, información sobre la localización actual, velocidad, orientación del transceptor 100 móvil, y/o una distancia del transceptor 100 móvil a otro transceptor móvil.

El aparato 10 transceptor móvil, que puede realizarse como un CEM, puede integrarse en el sistema de operación (OS para abreviatura) de los UE 100 o en las aplicaciones que se ejecutan en el UE 100. En otras palabras, los medios para extracción 12 pueden adaptarse para extraer la información de contexto desde el sistema de operación del transceptor 100 móvil o desde la aplicación que se ejecuta en el transceptor 100 móvil. La integración de tal extracción en el OS, puede realizarse como un módulo del Núcleo del OS. Una implementación de este tipo puede soportarse también para controladores de hardware y se soporta mediante muchos OS y estructuras de desarrollo relacionadas. Las realizaciones que implementan CEM como un módulo de Núcleo pueden proporcionar el beneficio de que el CEM puede comunicar directamente con funciones del Núcleo, tal como un planificador de OS, un gestor de ventanas, un gestor de memoria y una pila de red u otros módulos del Núcleo mediante llamadas de sistema.

La Figura 5 representa un diagrama de bloques de una realización de un aparato 10 para un transceptor 100 móvil que extrae la información de contexto desde un Núcleo 13 de SO. La Figura 5 ilustra el Núcleo 13 de SO con el aparato 10 realizado como CEM, un planificador 13a de procesador, una gestión 13b de memoria y una pila 13c de red. Las llamadas de sistema pueden intercambiarse entre el planificador 13a de procesador, el CEM 10 y la gestión 13b de memoria. Las llamadas de sistema además pueden intercambiarse entre la pila 13c de red, el CEM 10 y la gestión 13b de memoria. Todos los componentes del OS pueden interactuar con el hardware 15 y asignar las respectivas asignaciones. El CEM 10 puede intercambiar llamadas de sistema con la aplicación y proporcionar la información de contexto correspondiente.

Las llamadas de sistema pueden suponerse normas públicas de facto para cada OS, es decir accesibles mediante el CEM 10, y pueden usarse, por lo tanto, mediante el CEM 10. Por ejemplo, el CEM 10, es decir el aparato 10 para el transceptor 100 móvil, puede observar llamadas de sistema desde el planificador 13a de procesador y desde el gestor de ventanas para extraer cuáles aplicaciones se están ejecutando actualmente en primer plano del OS 13 mientras se consumen ciclos de procesamiento. De esta manera, el CEM 10 extrae cuáles aplicaciones requieren actualmente prioridad de QoS en el transceptor 200 de estación base.

Integrar el CEM o el aparato 10 a nivel de aplicación puede unificarse mediante una interfaz de programación de aplicación (API para abreviatura). La mayoría de los proveedores de OS proporcionan tales API y publican sus interfaces. En particular, el CEM 10 puede ser una parte de las bibliotecas de programación de la API y de esta manera su interfaz (función o llamada de procedimiento), su código fuente puede incluso ser desconocido. En una implementación de software el código objeto del CEM 10 puede enlazarse estática o dinámicamente a la aplicación. Aunque esto simplificaría el acceso a parámetros internos de cada aplicación, puede complicar la observación de otras aplicaciones o de funciones del OS. Las funciones o aplicaciones no enlazadas a la biblioteca del CEM 10 pueden observarse indirectamente. Esto hace implementar el CEM 10 como un Módulo de Núcleo como una realización con ventajas adicionales.

En las realizaciones el aparato 10 para el transceptor 100 móvil puede comprender adicionalmente medios para componer un paquete de datos de transacción, comprendiendo el paquete de datos de transacción paquetes de datos desde la aplicación y la información de contexto. En otras palabras, la transacción puede corresponder a una unidad de datos de protocolo que incluye toda la comunicación entre una aplicación 11 en el UE 100 y una aplicación o programa de servidor que se ejecuta en otro UE 300 o en un centro 300 informático, que son implementaciones del servidor 300 de datos, consúltese la Figura 1. El paquete de datos de transacción puede comprender todos los paquetes de datos de un proceso de servicio de una aplicación. Por ejemplo, todos los paquetes relacionados con una única página Web pueden incluirse independientemente del número de objetos de los que consiste esta página web. El paquete de datos de transacción puede comprender toda la información de señalización relacionada con un proceso de servicio. En particular, puede comprender mensajes de inicio que inician

y terminan un proceso de servicio. A diferencia de TCP (que abrevia Protocolo de Control de Transmisión), tal iniciación puede realizarse a nivel de aplicación y puede incluir información que es específica a la MAC o PHY subyacentes (por ejemplo, una clase de QoS soportada mediante un proveedor de BS 200 específico). Además, puede comprender interfaces para la MAC y PHY de los componentes de red. Por ejemplo, el UE 100 y la BS 200 pueden acceder a campos de datos especificados en la transacción para extraer información de aplicación, como por ejemplo, unas restricciones de retardo de aplicación o perfil de tráfico.

De esta manera, las transacciones o paquetes de datos de transacción pueden proporcionar la interfaz e información para realizar RRM sensible al contexto mientras son transparentes para las aplicaciones. Un ejemplo de implementación para una transacción se ilustra en la Figura 6. La Figura 6 muestra dos transacciones de ejemplo  $T_1$  y  $T_2$ , que se implementan a nivel de IP. La implementación de ejemplo de las transacciones  $T_1$ ,  $T_2$  se muestra para dos aplicaciones  $A_1$ ,  $A_2$ : cada transacción empieza con un paquete "Init" y contiene un número arbitrario de datos y paquetes "SIG" (como abreviatura para Señalización) que pueden transmitirse en posiciones arbitrarias. Una transacción puede finalizarse activamente con un paquete "Term" o, pasivamente, mediante un límite de tiempo. Obsérvese, que cada aplicación puede iniciar un número arbitrario de transacciones y que los componentes de red, tal como el UE 100 y el servidor 300 de datos, pueden añadir paquetes SIG y de datos "D" a una transacción.

La Figura 6 muestra un gráfico de vista que tiene dos aplicaciones diferentes  $A_1$  y  $A_2$  en la ordenada y el tiempo en la abscisa. Los componentes de las dos transacciones se indican mediante bloques etiquetados. Los bloques de datos de aplicación se etiquetan mediante " $D_i$ ", donde el índice corresponde a un contador para la secuencia de paquetes de datos. Cada aplicación puede iniciar una transacción transmitiendo una señal "Init", por ejemplo, un paquete de IP con un mensaje "Init" en un campo de paquete IP como se indica mediante los bloques correspondientemente etiquetados en la Figura 6. La transacción puede finalizarse activamente mediante una señal "Term", como se indica mediante el bloque etiquetado "Term" en la transacción  $T_1$  en la Figura 6 o, pasivamente, mediante un límite de tiempo, como se supone para  $T_2$  en la Figura 6. Tales límites de tiempo pueden ser constantes de sistema o pueden incluirse en las señales "Init" o "SIG" de las transacciones. Otra información de control y CI puede incluirse en las señales "Init" o "SIG", que se etiquetan correspondientemente. Las señales SIG pueden aparecer en cualquier momento y pueden añadirse mediante cada dispositivo de red que soporta las transacciones. Por ejemplo, el MAC (que abrevia Control de Acceso al Medio) de una BS 200 sensible al contexto puede usar SIG para informar a una aplicación 11 en un UE 100 que sus demandas de velocidad de datos no pueden cumplirse. A continuación, la aplicación 11 puede responder con un "Term" o puede permanecer silenciosa para continuar la transacción a una velocidad de datos inferior.

La Figura 7 representa un diagrama de bloques de una realización de un aparato 20 para un transceptor 200 móvil en un sistema 500 de comunicación móvil. El aparato 20 comprende medios para recibir 22 paquetes de datos asociados con una aplicación que se ejecuta en el transceptor 100 móvil y medios para obtener 24 información de contexto sobre los paquetes de datos asociados con la aplicación. El aparato 20 comprende adicionalmente medios para planificar 26 el transceptor 100 móvil para transmisión de los paquetes de datos basándose en la información de contexto. Los medios para obtener 24 pueden adaptarse para obtener la información de contexto inspeccionando los paquetes de datos, recibiendo información de contexto desde el transceptor 100 móvil, y/o recibiendo la información de contexto desde un servidor 300 de datos.

De nuevo, dicha información de contexto puede comprender información sobre un requisito de calidad de servicio de la aplicación, información de prioridad de los paquetes de datos asociados con la aplicación, información sobre una unidad de una pluralidad de los paquetes de datos de la aplicación, información sobre una demanda de carga de la aplicación, información sobre un retardo o restricción de tasa de error de la aplicación, información sobre el estado de la ventana, información sobre el consumo de memoria, información sobre el uso de procesador de la aplicación que se ejecuta en el transceptor 100 móvil, información sobre la localización actual, velocidad, orientación del transceptor 100 móvil, y/o una distancia del transceptor 100 móvil a otro transceptor móvil. Además, los medios para planificar 26 pueden adaptarse para planificar el transceptor 100 móvil para transmisión de manera que se cumple el requisito de la calidad de servicio para la pluralidad de paquetes de datos a los que se refiere la información sobre la unidad.

Los medios para planificar 26 pueden adaptarse para determinar una secuencia de transmisión de una pluralidad de transacciones. Una transacción puede corresponder a una pluralidad de paquetes de datos para los que la información de contexto indica unidad y la pluralidad de transacciones pueden referirse a una pluralidad de aplicaciones que se ejecuta mediante uno o más transceptores 100 móviles. El orden de la secuencia de transacciones puede basarse en una función de utilidad. La función de utilidad puede depender de un tiempo de terminación de una transacción, que se determina basándose en la información de contexto.

En otras palabras, en las realizaciones los esquemas de RRM sensibles al contexto pueden asignar un peso a cada transacción y planificar la transacción con el peso más alto. Para seguir el canal que varía en el tiempo y las demandas de la aplicación, puede suponerse que los pesos y la planificación se actualizan periódicamente, como, por ejemplo, una vez por intervalo de tiempo de transmisión (TTI para abreviatura). Con ello, las realizaciones pueden planificar basándose en las transacciones, pueden operar en tiempo en velocidad de datos y pueden determinar una secuencia de planificación beneficiosa o mejorada antes de planificar.

La Figura 8 ilustra los medios para planificar 26 de una realización en más detalle. La información de contexto (CI) de  $J$  transacciones se usa para RRM sensible al contexto. Esto puede basarse en funciones o componentes 26c para determinar la secuencia de maximización de utilidad de acuerdo con la CI actual y en componentes o funciones 26d para calcular los pesos de planificación final de acuerdo con la función y/o sobre los pesos convencionales.

5 La Figura 8 muestra los medios de la realización para planificar 26, que comprenden un componente 26a de asignación de recursos, un componente 26b de cálculo de peso, un componente 26c de determinación de secuencia CARA, un componente 26d de cálculo de peso CARA y un componente 26e de planificación. Los parámetros dados en la Figura 8 representan las mismas cantidades que en la Figura 2. Como se ilustra en la Figura 8 y en comparación con la Figura 2 las realizaciones pueden añadir dos componentes 26c y 26d adicionales o funciones. El primer componente 26c determina una secuencia de transacciones, que se denomina también secuencia CARA, que tiene por objeto maximizar la función de utilidad de suma. La segunda función o componente 26d calcula los pesos de planificación finales basándose en la secuencia CARA y pesos de planificación convencionalmente calculados. Los pesos resultantes se pasan a continuación al planificador 26e.

15 La primera función o componente 26c puede ser independiente del diseño del planificador y se describe a continuación. Para la segunda función o componente 26d, se describen dos realizaciones que pueden integrar conocimiento de contexto en una diversidad de planificadores existentes. Como ya se ha indicado anteriormente, puede determinarse una secuencia de transacciones que tiene por objeto maximizar la utilidad de suma usando CI. En otras palabras, la secuencia de transmisión puede determinarse desde una iteración de múltiples diferentes secuencias de transacciones, donde las múltiples diferentes secuencias corresponden a diferentes permutaciones de la pluralidad de transacciones. Los medios para planificar 26 pueden adaptarse para determinar la función de utilidad para cada una de las múltiples diferentes secuencias y pueden adaptarse adicionalmente para seleccionar la secuencia de transmisión desde las múltiples diferentes secuencias que corresponden a la función de utilidad máxima.

25 Más específicamente, en la realización siempre tiene que procesarse una restricción de que puede usarse una transacción como una totalidad. Esto puede reducir sustancialmente el número de posibles combinaciones y, por lo tanto, la complejidad computacional. El componente 26c de determinación de secuencia en la Figura 8 puede operar como sigue:

30 Puede empezar, en una primera etapa, con una secuencia de transacción arbitraria  $S_1 = \{T_{11}, T_{12}, \dots\}$  siendo  $T_{ij}$  la transacción en el índice  $j$  en la secuencia  $i$ .  $N$  es el número total de transacciones.  $r_j(t)$  es la capacidad PHY estimada en bits, *transacción*  $j$  puede transmitir en el intervalo de tiempo  $t$  y  $U_j(t)$  es la utilidad que la *transacción*  $j$  consigue si finaliza en el tiempo  $t$ . Posteriormente, en una segunda etapa, el componente 26c de determinación puede determinar la utilidad de suma total  $U_1$  de  $S_1$  como sigue:

```

 $R_j :=$  bits restantes de transacción  $_j$ 
 $t :=$  intervalo de tiempo actual
 $j := 1$ 
 $U := 0$ 
# para todas las transacciones
while  $j \leq N$  do
     $R_j = R_j - r_j(t)$ 
    # no más bits para transmitir
    if  $R_j \leq 0$  then
         $U = U + U_j(t)$ 
         $j = j + 1$ 
    end if
     $t = t + TTI$ 
end while
return  $U$ 

```

35 es decir totalizando todas las utilidades de todas las transacciones en la secuencia para obtener una utilidad de suma por secuencia. A continuación, en la tercera etapa, la secuencia  $S_1$  se silencia para obtener la secuencia  $S_2$  con la siguiente función:

Elegir dos índices arbitrarios  $x$  e  $y \in \{1, \dots, N\}$   
Mover  $T_{1x}$  a  $T_{2y}$  en la secuencia  $S_2$   
Desplazar todas las transacciones en  $(x, y]$  en  $S_1$  hacia  $x$  en  $S_2$

Adicionalmente, la utilidad de suma total  $U_2$  de  $S_2$  puede calcularse en una cuarta etapa como en la segunda etapa. Posteriormente, en la quinta etapa el procedimiento puede repetirse para un número predefinido de iteraciones  $k$  como sigue

```

Elegir  $S_1$  y determinar  $U_1$ 
# repetir para  $k$  iteraciones
for  $i = 1$  to  $k$  do
     $S_2 =$  Mutar ( $S_1$ )
    Determinar  $U_2$ 
    # nueva secuencia tiene utilidad superior
    if  $U_2 > U_1$  then
         $S_1 = S_2$ 
         $U_1 = U_2$ 
    end if
end for
return  $S_1, U_1$ 

```

5 En otras palabras, se busca la secuencia con la función de utilidad máxima entre las permutaciones. El resultado es una secuencia  $S_1$  de transacciones ordenadas que se aproxima un valor cercano a la utilidad de suma máxima, cuando las transacciones se planifican en este orden. La utilidad máxima (es decir, la óptima) no se alcanza en la práctica, ya que el tiempo de cálculo, es decir, el número de iteraciones  $k$ , está limitado. Sin embargo, incluso  $k$  pequeña conduce a ganancias de rendimiento sustanciales, que se mostrarán a continuación mediante resultados de simulación. Además, las realizaciones pueden repetir el procedimiento anterior si la capacidad PHY estimada  $r_j$  y los bits restantes  $R_j$  para todas las transacciones  $j \in \{1, \dots, N\}$  ya no pueden suponerse constantes o semi-estáticos. Si cualquiera de  $r_j$  o  $R$  cambia, las etapas anteriores pueden repetirse en las realizaciones.

10 Los medios para planificar 26 pueden adaptarse para modificar adicionalmente la secuencia de transmisión basándose en la velocidad de datos soportable para cada transacción. Por ejemplo, puede integrarse la planificación de equidad proporcional. Una primera realización puede combinar la secuencia CARA obtenida con un concepto de planificación de equidad proporcional (PF) y con ello soportar planificación sensible a CQI, que aprovecha las diferencias de CQI entre los UE.

15 El peso de la planificación de PF y la media móvil pueden calcularse, por ejemplo, como en (3) y (4), respectivamente. Para combinar la secuencia CARA y el peso de planificación de PF, se supone que las transacciones están ordenadas como una secuencia  $S_1$ , como se ha proporcionado anteriormente de manera que cada transacción puede evaluarse mediante un índice  $j$ . A continuación, la realización puede calcular el peso combinado  $v_j$  como sigue:

```

# para todas las transacciones en la secuencia
for  $j = 1$  to  $N$  do
     $v_j = w_j - p(j - 1)$ 
end for

```

25 donde  $p$  es un denominado factor de penalización. Este parámetro libre permitir equilibrar la secuencia CARA optimizada de contexto frente al peso de PF optimizado de CQI. Un factor de penalización de  $p=0$  significa que se usa la planificación de PF pura, mientras que  $p \rightarrow \infty$  no cambia la secuencia CARA. Finalmente, la transacción se planifica con el peso más grande  $v_j$ . Las realizaciones pueden con ello proporcionar otra ventaja de que se posibilita un ajuste fino entre CARA y PF, o en general entre CARA y cualquier otro concepto de planificación.

30 La Figura 9 muestra gráficas que ilustran la penalización de secuencia para diferentes realizaciones, es decir se presentan los resultados de simulación de la heurística CARA con diferentes penalizaciones. En la parte superior se muestran las utilidades medias, en la parte media los tiempos de finalización medios en segundos, y en la parte inferior la capacidad de suma en bits/segundo, influenciados por el parámetro de penalización  $p$ . A continuación se describirá el escenario de simulación. Todas las evaluaciones se realizan en una única celda de radio, que sirve a 20 usuarios. En este punto, únicamente se considera la dirección de enlace descendente. Para cada usuario, hay un generador de tráfico separado que crea transacciones y los pone en cola en el transceptor 200 de estación base. El planificador 26 del transceptor 200 de estación base tiene que decidir a continuación cómo se han de multiplexar los datos de todos los usuarios en el enlace de radio. Para cada usuario, hay un UE que recibe los datos de usuario. El

modelo del sistema de radio se elige de acuerdo con un sistema de Evolución a Largo Plazo (LTE) del 3GPP típico con dúplex por división de frecuencia.

5 Para tener condiciones de interferencia realistas, se coloca un nivel de estaciones base interferentes alrededor de la celda evaluada. Estas estaciones base se supone que transmiten de manera constante en todos los recursos. 20 UE se ponen en el área de servicio de la celda evaluada de manera uniforme. Las estaciones base y los dispositivos móviles están equipados con antenas isotrópicas. Todas las estaciones base transmiten con una potencia constante igualmente distribuida a través de todos los recursos. Para cada enlace, la pérdida de trayectoria se fija durante toda la simulación, que permite omitir traspasos. El sombreado y la fluctuación de desvanecimiento rápido de acuerdo con una velocidad fija para asemejarse a las variaciones del canal de radio en la escala de tiempo de segundos. Los detalles del modelo de propagación de radio se proporcionan en la siguiente tabla.

Propiedad	Valor
Distancia Inter BS:	1000 m
Altura de BS/UE:	32 m / 1,5 m
Frecuencia de portadora:	2 GHz
Ancho de banda de sistema:	10 MHz
Potencia de TX de BS:	46 dBm
Pérdida de trayectoria:	$128,1 + 37,6 \log_{10}(d)$ , d distancia en km
Sombreado	8 dB log-normal, distancia de correlación 50 m
Propagación multitrayectoria	Rayleigh (modelo de Jakes modificado), derivaciones de canal vehicular A
Velocidad de UE	10 km/h (para sombreado y propagación multitrayectoria; fijada para pérdidas de trayectoria)
Duración de trama	1 ms
Adaptación de enlace	Idealizado (fórmula Shannon) con recorte de SINR en 20 dB
UE por celda	20

15 El planificador opera a intervalos de lms. Por simplicidad, puede asignar únicamente todo el ancho de banda a un único usuario. Los efectos de la selectividad de frecuencia son bien entendidos en la bibliografía y por lo tanto no se consideran en este punto. La adaptación del enlace se idealiza mediante la fórmula de Shannon, y no es la atención en este punto. El valor de SINR se recorta en 20 dB para evitar buenas condiciones de canal no realistas. Los protocolos de transporte (por ejemplo, el Protocolo de Control de Transmisión, TCP) no se consideran. Se supone que todos los datos de una transacción están disponibles en la estación base inmediatamente después de que se han enviado mediante el servidor. Esto aproxima el comportamiento de un sistema que está equipado con un intermediario TCP en la estación base. El modelo de tráfico está configurado basándose en el modelo de tráfico de NGMN (que abrevia Redes Móviles de la Siguiete Generación), consúltese NGMN Alliance, "Radio access performance evaluation methodology", disponible en línea en <http://www.ngmn.org/>, junio de 2007.

25 Adicionalmente se seleccionan dos clases de tráfico, que se sirven normalmente en la portadora de mejor esfuerzo: navegación Web (HTTP como abreviatura para Protocolo de Transferencia Hipertexto) y descargas de fichero (FTP que abrevia Protocolo de Transferencia de Ficheros). El modelo HTTP describe la composición de una página web. Consiste en un objeto principal (texto HTML, HTML que abrevia Lenguaje de Marcado Hipertexto) y un número aleatorio de objetos embebidos (imágenes, java script etc.). Los tamaños de los objetos principales y de los objetos embebidos siguen distribuciones log-normales truncadas. El número de objetos embebidos por página sigue una distribución Pareto truncada con una media de 5,64 y un máximo de 53 (para más detalles véase el documento anteriormente referenciado). Todos los objetos de una página web constituyen una única transacción.

30 Por simplificación, se calcula el tamaño total de la página web (suma del tamaño de objeto principal y todos los tamaños de objetos embebidos) y se supone que toda la página web se transmite en un único objeto. A menos que se mencione de otra manera, se usa el tráfico agregado que consiste en el 90 % de HTTP y el 10 % del Protocolo de Transferencia de ficheros (FTP), que corresponde al 20 % y al 80 % del volumen de datos.

35 En la realización la información de contexto desde la capa de aplicación puede no aprovecharse directamente para planificar. Puede posibilitarse CARA proporcionando a cada transacción con una función de utilidad. La utilidad puede depender de los requisitos de una transacción y de cómo se cumplen estos requisitos. El flujo de proceso para funciones de utilidad puede ser como sigue:

40 Se usa la información de contexto como el estado de primer plano/segundo plano de una aplicación o el tipo de aplicación para deducir los requisitos para las transacciones asociadas. Estos requisitos pueden a continuación deducir funciones de utilidad que proporcionan un valor a la transacción en dependencia de su tiempo de finalización o terminación. Esta deducción, que proporciona la forma y parámetros de la función de utilidad respectiva, puede razonarse con estudios de experiencia de usuario.

Por ejemplo, cuando se navega por la web, los usuarios están contentos con cargas de página rápidas, pero

también toleran un cierto retardo, consúltese J. Nielsen, "Website response times," <http://www.useit.com/alertbox/response-times.html>, 2010, enlace verificado el 3 de febrero de 2011. Esto puede expresarse entonces en una función de utilidad como se describe a continuación. Las funciones de utilidad pueden expresar los requisitos de latencia de las transacciones. Esto puede permitir que el planificador decida cuál transacción debería planificarse cuándo. Las transacciones con requisitos de latencia relajados pueden desplazarse en tiempo para aumentar la diversidad multi-usuario y el conocimiento de canal. La utilidad se define típicamente como una función de la velocidad de datos, que puede ampliarse mediante las realizaciones. Las realizaciones pueden expresar el valor de una transacción para el usuario. Para la mayoría de las transacciones, por ejemplo, descargar una página web, esto depende del tiempo de finalización únicamente. El valor de todas las transacciones puede definirse para que esté en el intervalo de 0..1, donde 0 significa sin valor (retardado infinitamente) y 1 significa valor óptimo.

Si la transacción se finaliza antes de lo esperado, esto puede aumentar únicamente ligeramente su valor. Si se retardo mucho más tiempo entonces, cuando el usuario típico se resigna a esperar, el valor no puede hacerse peor, puesto que la mayoría de los usuarios no esperan más. Por lo tanto, la función del valor que depende del tiempo de finalización tiene una forma de S. La función lógica puede elegirse en una realización. La Figura 10 muestra una función de utilidad ejemplar con los siguientes parámetros. Los siguientes párrafos razonarán la elección de estos parámetros.

Se supone que la transacción llega en el planificador en el tiempo  $t_{inicio}$ . Todos los otros puntos en tiempo se definen como duraciones relativas a  $t_{inicio}$ . La utilidad de una transacción finalizada en el tiempo esperado por el usuario puede definirse para que sea  $u_{esp}$ . Para permitir un pequeño aumento de la utilidad si el rendimiento de la red supera la expectativa del usuario,  $u_{esp}$  es menor de 1. El tiempo de finalización esperado de una transacción depende de su tamaño, del tipo de aplicación y del contexto del usuario. Se supone que el usuario ha comprado una cierta velocidad de datos  $r_{máx}$  desde su operador. El usuario ignora su canal de radio actual y por lo tanto espera que su velocidad de datos esté disponible en todo momento. La velocidad de datos esperada  $r_{esp}$  se define en relación con la velocidad de datos comprada:

$$r_{esp} = f \cdot r_{máx}$$

El usuario solicita que las transacciones en primer plano se sirvan con la velocidad de datos completa ( $f = 1$ ). Para transacciones en segundo plano, este requisito se relaja y el usuario se satisface con una fracción de la velocidad ( $f < 1$ ). La duración desde el inicio de la transacción al tiempo de finalización esperado se determina a continuación mediante

$$d_{esp} = \frac{s}{r_{esp}},$$

donde  $s$  es el tamaño de la transacción en bits y  $r_{esp}$  es la velocidad de datos esperada en bits por segundo. La duración desde el inicio al punto de inflexión de la curva lógica ( $u_{inflexión} = 0,5$ ) puede modelarse para que sea un múltiplo de la duración de finalización esperada:

$$d_{inflexión} = x \cdot d_{esp}$$

La función de utilidad resultante puede proporcionarse con

$$u(t) = \frac{1}{1 + e^{-(t-m)k}}$$

con

$$m = t_{inicio} + x \cdot d_{esp}$$

$$k = \frac{r_{máx} f}{(1-x)s} \ln \frac{1}{u_{esp} - 1}$$

La Figura 9 demuestra el efecto de cambiar el parámetro de penalización en la utilidad de transacción media, en la duración media que una transacción necesita para finalizar, y en la capacidad de suma en bits/segundo por celda. Obsérvese que es fácil ampliar esta realización a planificación de frecuencia selectiva donde se planifican múltiples transmisiones simultáneamente. En lugar de evaluar la capacidad de PHY  $r_j(t)$  únicamente una vez por intervalo de tiempo,  $r_i(t, f)$ , puede usarse, donde  $f$  es el índice de sub-banda. Entonces, puede determinarse  $v_j$  en cada sub-

banda, permitiendo planificar múltiples transacciones en un TTI.

Las realizaciones adicionales pueden usar asignación de recursos basada en utilidad. Estas realizaciones tienen por objeto directamente maximizar la utilidad global  $U_1$  de la secuencia CARA determinada eliminando la restricción de una secuencia fija  $S_1$ . Para hacer esto, en una realización puede determinarse si es ventajoso planificar una transacción diferente  $j \neq 1$  que la primera transacción en la secuencia  $S_1$ .

Esto se ilustra en la Figura 11 para dos transacciones. La Figura 11 ilustra el cálculo del cambio en utilidad total cuando se cambia la asignación de recursos para el TTI actual. Supóngase que, de acuerdo con  $S_1$ , la transacción 1 se ha de planificar en primer lugar. Las velocidades esperadas en bits/segundo para la transacción 1 o 2 en los instantes de tiempo presentados (velocidad actual para  $r_1$  y  $r_3$  y las estimaciones de velocidades futuras para  $r_2$ ,  $r_4$  y  $r_5$ ) se indican mediante  $r_i$ . Ahora, se determina si la utilidad de suma es superior, si la transacción 1 no se planifica sino una transacción diferente; denominada la transacción 2 en su lugar. Para hacer esto, se calcula el cambio esperado para el tiempo de finalización de la transacción 1

$$\Delta t_1 = TTI \cdot \left[ \frac{r_1}{r_2} \right] \quad (5)$$

y el cambio esperado del tiempo de finalización de la transacción 2

$$\Delta t_2 = \left[ \frac{r_4 \cdot \left[ \frac{r_1}{r_2} \right] - r_3}{r_5} \right] \cdot TTI \quad (6)$$

Cuando la función de utilidad se hace lineal en el tiempo de finalización esperado, la diferencia de utilidad para esta operación de cambio puede calcularse

$$\Delta U = \frac{dU_1}{dt}(t_2) \cdot \Delta t_1 + \frac{dU_2}{dt}(t_3) \cdot \Delta t_3 \quad (7)$$

A continuación, puede decidirse si la operación de cambio es ventajosa en términos de utilidad total. Para esto, puede compararse la ganancia de utilidad  $\Delta U$  para todas las transacciones y puede planificarse la transacción con la ganancia más alta. Se ha de observar, que las realizaciones pueden usar estimación de canal o medios de predicción de canal para determinar la calidad de canal o velocidades de datos soportables para transacciones en el futuro. La estimación de canal y/o medios de predicción pueden adaptarse a la base de la estimación de canal y/o predicción sobre una estimación de canal actual, un historial de estimación de canal, es decir, estimaciones de canal anteriores, una condición de propagación conocida o pérdidas de propagación, el conocimiento estadístico sobre el canal de radio, etc.

Como para la primera realización, es fácil ampliar esta segunda realización a planificación de frecuencia selectiva evaluando las velocidades para cada índice de sub-banda por separado. Las Figuras 12 a 14 muestran resultados de simulación que demuestran el rendimiento de los procedimientos de planificación propuestos. El caso de "Heurística-CARA con PF" indica la primera realización, mientras la segunda realización se denomina "Secuencia CARA estricta". Ambas realizaciones se comparan con planificación PF convencional, para las que pueden encontrarse los detalles en F. Kelly, "Charging and rate control for elastic traffic", Euro. Trans. Telecomm., vol. 8, págs. 33-37, 1997, y en Primero el Más Urgente (EDF) - una política de planificación típica para minimizar transmisiones atrasadas. En la simulación, 20 usuarios se colocaron en una celda y llegaron nuevas transacciones de acuerdo con un procedimiento de Poisson. A menos que se indique de otra manera, se permitieron  $k=400$  iteraciones para el algoritmo anterior.

La Figura 12 ilustra resultados de rendimiento en utilidad de suma media frente a carga de tráfico. La Figura 12 demuestra la utilidad alcanzada con ambas realizaciones RRM de CARA. Ambas realizaciones tienen por objeto maximizar la utilidad como una función del retardo de transacción. Para alta carga de tráfico, ambas realizaciones consiguen la misma utilidad mientras soportan el 75 % de carga superior que PF. En comparación con EDF, se muestra una ganancia de carga del 65 %. Estas altas ganancias muestran que los recursos pueden gastarse más eficazmente (para soportar carga superior) o pueden reducirse los retardos de transacción.

La Figura 13 muestra rendimiento de simulación en caudal de celda medio frente a carga de tráfico. La Figura 13 ilustra desde donde provienen las ganancias de utilidad mostradas en la Figura 12. Aunque ambas realizaciones

gastan velocidad de datos de celda para mejorar la utilidad, la primera realización puede ajustar  $p$  para equilibrar la velocidad de celda frente al retardo de transacción. La Figura 14 representa rendimientos de simulación en utilidad de transacción media frente a carga de tráfico para diferentes números de iteraciones. La Figura 14 muestra cómo el retardo de transacción mejora con el tiempo de cálculo gastado para el algoritmo iterativo anterior para la determinación de secuencia. Obsérvese que  $k=400$  iteraciones son un valor bajo para procesadores MAC típicos.

Hasta aquí, se han analizado realizaciones en las que la información de contexto se proporciona mediante el aparato 10 transceptor móvil. Como ya se ha analizado la información de contexto puede obtenerse también mediante el aparato 20 transceptor de estación base, por ejemplo mediante inspección de paquetes, o mediante un aparato 30 de servidor de datos acorde.

La Figura 15 representa un diagrama de bloques de una realización de un aparato 30 para un servidor 300 de datos. El servidor 300 de datos comunica paquetes de datos asociados con una aplicación que se ejecuta en un transceptor 100 móvil a través de un sistema 500 de comunicación móvil al transceptor 100 móvil. El aparato 30 comprende medios 32 para deducir información de contexto para los paquetes de datos y medios 34 para transmitir la información de contexto junto con los paquetes de datos al sistema 500 de comunicación móvil. La información de contexto puede comprender información sobre un requisito de calidad de servicio de la aplicación, información de prioridad de los paquetes de datos asociados con la aplicación, información sobre una unidad de una pluralidad de los paquetes de datos de la aplicación, información sobre una demanda de carga de la aplicación, información sobre un retardo o restricción de tasa de error de la aplicación, información sobre el estado de la ventana, información sobre el consumo de memoria, información sobre el uso de procesador de la aplicación que se ejecuta en el transceptor 100 móvil, etc. Los medios para deducir 32 pueden adaptarse para extraer la información de contexto desde un sistema de operación del servidor 300 de datos o desde la aplicación que se ejecuta en el servidor 300 de datos. El aparato 30 puede comprender adicionalmente medios para componer un paquete de datos, comprendiendo el paquete de datos paquetes de datos desde la aplicación y la información de contexto. En realizaciones adicionales el aparato 30 puede comprender adicionalmente medios para componer un paquete de datos de transacción, comprendiendo el paquete de datos de transacción paquetes de datos desde la aplicación y la información de contexto.

La Figura 16 muestra un diagrama de flujo de una realización de un procedimiento para un transceptor 100 móvil, en un sistema 500 de comunicación móvil, comprendiendo adicionalmente el sistema de comunicación 500 móvil un transceptor 200 de estación base. El procedimiento comprende una etapa para extraer 712 información de contexto desde una aplicación que se ejecuta en el transceptor 100 móvil, desde un sistema de operación que se ejecuta en el transceptor 100 móvil, o controladores de hardware o hardware del transceptor 100 móvil, comprendiendo la información de contexto información sobre un estado de la aplicación y/o información sobre un estado del transceptor 100 móvil. El procedimiento comprende adicionalmente una etapa para comunicar 714 paquetes de datos asociados con la aplicación con un servidor 300 de datos a través del transceptor 200 de estación base y una etapa para proporcionar 716 la información de contexto al transceptor 200 de estación base.

La Figura 17 muestra un diagrama de flujo de una realización de un procedimiento para un transceptor 200 de estación base en un sistema 500 de comunicación móvil, comprendiendo adicionalmente el sistema de comunicación móvil 500 un transceptor 100 móvil. El procedimiento comprende una etapa para recibir 722 paquetes de datos asociados con una aplicación que se ejecuta en el transceptor 100 móvil y una etapa para obtener 724 información de contexto sobre los paquetes de datos asociados con la aplicación. El procedimiento comprende adicionalmente una etapa para planificar 726 el transceptor 100 móvil para transmisión de los paquetes de datos basándose en la información de contexto.

La Figura 18 muestra un diagrama de flujo de una realización de un procedimiento para que un servidor 300 de datos comunique paquetes de datos asociados con una aplicación que se ejecuta en un transceptor 100 móvil a través de un sistema 500 de comunicación móvil al transceptor 100 móvil. El procedimiento comprende las etapas de deducir 732 información de contexto para los paquetes de datos y transmitir 734 la información de contexto junto con los paquetes de datos al sistema 500 de comunicación móvil.

Además, las realizaciones pueden proporcionar un programa informático que tiene un código de programa para realizar uno de los procedimientos anteriores cuando el programa informático se ejecuta en un ordenador o procesador.

Un experto en la materia reconocería fácilmente que las etapas de diversos procedimientos anteriormente descritos pueden realizarse mediante ordenadores programados. En el presente documento, algunas realizaciones pretenden también cubrir dispositivos de almacenamiento de programa, por ejemplo, medios de almacenamiento de datos digitales, que son programas de instrucciones legibles por máquina u ordenador y ejecutables por máquina codificada o por ordenador, en el que dichas instrucciones realizan algunas o todas las etapas de los procedimientos anteriormente descritos. Los dispositivos de almacenamiento de programa pueden ser, por ejemplo, memorias digitales, medios de almacenamiento magnético tal como discos magnéticos y cintas magnéticas, discos duros, o medios de almacenamiento de datos digitales ópticamente legibles. Las realizaciones pretenden también cubrir ordenadores programados para realizar dichas etapas de los procedimientos anteriormente descritos.

La descripción y dibujos ilustran meramente los principios de la invención. Se apreciará por lo tanto que los expertos en la materia podrán elaborar diversas disposiciones que, aunque no se describan explícitamente o se muestren en el presente documento, realizan los principios de la invención como se define en las reivindicaciones.

- 5 Adicionalmente, todos los ejemplos indicados en el presente documento principalmente pretenden expresamente ser únicamente para fines pedagógicos para ayudar al lector a entender los principios de la invención y los conceptos contribuidos mediante el inventor o inventores para mejorar la técnica, y se han de interpretar como que son sin limitación a tales ejemplos y condiciones específicamente indicados. Además, todas las indicaciones en el presente documento que indican principios, aspectos y realizaciones de la invención, así como ejemplos específicos de las mismas, pretenden abarcar equivalentes de la misma.
- 10 Los bloques funcionales indicados como “medios para ...” (realizar una cierta función) deberán entenderse como bloques funcionales que comprenden circuitería que está adaptada para la realización o para realizar una cierta función, respectivamente. Por lo tanto, unos “medios para” puede entenderse también como un “medio que está adaptado o es adecuado para”. Un medio que está adaptado para realizar una cierta función no implica, por lo tanto, que tal medio necesariamente esté realizando dicha función (en un instante de tiempo dado).
- 15 Las funciones de los diversos elementos mostrados en las Figuras, que incluyen cualquier bloque funcional etiquetado como “medios”, “medios para extraer”, “medios para comunicar”, “medios para proporcionar”, “medios para componer”, “medios para recibir”, “medios para obtener”, “medios para planificar”, “medios para deducir”, “medios para transmitir”, “medios para controlar”, etc., pueden proporcionarse a través del uso de hardware especializado, tal como “un realizador”, “un extractor”, “un comunicador”, “un proveedor”, “un compositor”, “un receptor”, “un obtenedor”, “un planificador”, “un controlador”, “un transmisor”, “un controlador” etc., así como hardware que pueda ejecutar software en asociación con software apropiado. Cuando se proporcione mediante un procesador, las funciones pueden proporcionarse mediante un único procesador especializado, mediante un único procesador compartido o mediante una pluralidad de procesadores individuales, algunos de los cuales pueden compartirse. Además, el uso explícito del término “procesador” o “controlador” no debería interpretarse que se refiere exclusivamente a hardware que puede ejecutar software, y puede incluir implícitamente, sin limitación, hardware de procesador de señales digitales (DSP), procesador de red, circuito integrado específico de la aplicación (ASIC), campo de matriz de puertas programables (FPGA), memoria de solo lectura (ROM) para almacenar software, memoria de acceso aleatorio (RAM), y almacenamiento no volátil. Otro hardware, convencional y/o personalizado, puede incluirse también. De manera similar, cualquier conmutador mostrado en las Figuras es únicamente conceptual. Su función puede llevarse a cabo a través de la operación de lógica de programa, a través de lógica especializada, a través de la interacción de control de programa y lógica especializada, o incluso manualmente, siendo la técnica particular seleccionable por el implementador como se entienda más específicamente a partir del contexto.
- 20
- 25
- 30
- 35 Debería apreciarse por los expertos en la materia que cualquier diagrama de bloques representa en el presente documento vistas conceptuales o circuitería ilustrativa que realiza los principios de la invención. De manera similar, se apreciará que cualquier gráfico de flujo, diagramas de flujo, diagramas de transición de estado, pseudo código, y similares representan diversos procedimientos que pueden representarse sustancialmente en medio legible por ordenador y se ejecutan así mediante un ordenador o procesador, se muestre o no explícitamente tal ordenador o procesador.
- 40

**REIVINDICACIONES**

1. Un aparato (10) para un transceptor (100) móvil en un sistema (500) de comunicación móvil, comprendiendo adicionalmente el sistema (500) de comunicación móvil un transceptor (200) de estación base, comprendiendo el aparato (10)
- 5 medios para extraer (12) información de contexto desde una aplicación que es ejecutada en el transceptor (100) móvil, información de contexto desde un sistema de operación que es ejecutada en el transceptor (100) móvil, o información de contexto desde controladores de hardware o hardware del transceptor (100) móvil, comprendiendo la información de contexto información sobre un estado de la aplicación y/o información sobre un estado del transceptor (100) móvil, en el que la información de contexto comprende información sobre si la aplicación está
- 10 siendo presentada actualmente en el primer plano o en el segundo plano;  
medios para comunicar (14) paquetes de datos asociados con la aplicación con un servidor (300) de datos a través del transceptor (200) de estación base; y  
medios para proporcionar (16) la información de contexto al transceptor (200) de estación base para planificar paquetes de datos al transceptor (100) móvil.
- 15 2. El aparato (10) de la reivindicación 1, en el que la información de contexto comprende uno o más elementos del grupo de información sobre un requisito de calidad de servicio de la aplicación, información de prioridad de los paquetes de datos asociados con la aplicación, información sobre una unidad de una pluralidad de los paquetes de datos de la aplicación, información sobre una demanda de carga de la aplicación, información sobre una restricción de retardo o de tasa de errores de la aplicación, información sobre un estado de ventana, información sobre un
- 20 consumo de memoria, información sobre un uso del procesador de la aplicación que es ejecutada en el transceptor (100) móvil, información sobre una localización, velocidad, orientación actuales del transceptor (100) móvil, o una distancia del transceptor (100) móvil a otro transceptor móvil.
3. El aparato (10) de la reivindicación 1, que comprende adicionalmente medios para componer un paquete de datos de transacción, comprendiendo el paquete de datos de transacción paquetes de datos de la aplicación y de la
- 25 información de contexto.
4. Un aparato (20) para un transceptor (200) de estación base en un sistema (500) de comunicación móvil, comprendiendo adicionalmente el sistema (500) de comunicación móvil un transceptor (100) móvil, comprendiendo el aparato (20)
- 30 medios para recibir (22) paquetes de datos asociados con una aplicación que es ejecutada en el transceptor (100) móvil;  
medios para obtener (24) información de contexto sobre los paquetes de datos asociados con la aplicación, en el que la información de contexto comprende información sobre si la aplicación está siendo presentada actualmente en el primer plano o en el segundo plano; y  
medios para planificar (26) el transceptor (100) móvil para transmisión de los paquetes de datos basándose en la
- 35 información de contexto.
5. El aparato (20) de la reivindicación 4, en el que los medios para obtener (24) están adaptados para obtener la información de contexto inspeccionando los paquetes de datos, recibiendo información de contexto desde el transceptor (100) móvil, o recibiendo la información de contexto desde un servidor (300) de datos, y en el que la información de contexto comprende uno o más elementos del grupo de información sobre un requisito de calidad de
- 40 servicio de la aplicación, información de prioridad de los paquetes de datos asociados con la aplicación, información sobre una unidad de una pluralidad de los paquetes de datos de la aplicación, información sobre una demanda de carga de la aplicación, información sobre una restricción de retardo o de tasa de errores de la aplicación, información sobre un estado de ventana, información sobre un consumo de memoria, información sobre un uso del procesador de la aplicación que es ejecutada en el transceptor (100) móvil, información sobre una localización, velocidad, orientación actuales del transceptor (100) móvil, o una distancia del transceptor (100) móvil a otro transceptor móvil, y en el que los medios para planificar (26) están adaptados para planificar el transceptor (100) móvil para
- 45 transmisión de manera que se cumpla el requisito de la calidad de servicio para la pluralidad de paquetes de datos a la que se refiere la información sobre la unidad.
6. El aparato (20) de la reivindicación 4, en el que los medios para planificar (26) están adaptados para determinar una secuencia de transmisión de una pluralidad de transacciones, comprendiendo un paquete de datos de transacción paquetes de datos de la aplicación y de la información de contexto, siendo una transacción una pluralidad de paquetes de datos para los que la información de contexto indica unidad y haciendo referencia la pluralidad de transacciones a una pluralidad de aplicaciones que son ejecutadas mediante uno o más transceptores (100) móviles, estando basado el orden de la secuencia de transacciones en una función de utilidad, dependiendo la
- 50 función de utilidad de un tiempo de terminación de una transacción, que es determinada basándose en la información de contexto.
7. El aparato (20) de la reivindicación 6, en el que la secuencia de transmisión es determinada a partir de una iteración de múltiples diferentes secuencias de transacciones, donde las múltiples diferentes secuencias corresponden a diferentes permutaciones de la pluralidad de transacciones, en el que los medios para planificar (26)
- 60 están adaptados para determinar la función de utilidad para cada una de las múltiples diferentes secuencias y están

adaptados adicionalmente para seleccionar la secuencia de transmisión de las múltiples diferentes secuencias que corresponden a la función de utilidad máxima, y/o en el que los medios para planificar (26) están adaptados para modificar adicionalmente la secuencia de transmisión basándose en la velocidad de datos soportable para cada transacción.

5 8. Un aparato (30) para un servidor (300) de datos, comunicando el servidor (300) de datos paquetes de datos asociados con una aplicación que es ejecutada en un transceptor (100) móvil a través de un sistema (500) de comunicación móvil al transceptor (100) móvil, comprendiendo el aparato (30) medios (32) para deducir información de contexto para los paquetes de datos en el que la información de contexto comprende información sobre si la aplicación está siendo presentada actualmente en el primer plano o en el  
10 segundo plano; y medios (34) para transmitir la información de contexto junto con los paquetes de datos al sistema (500) de comunicación móvil para planificar el transceptor móvil basándose en la información de contexto.

15 9. El aparato (30) de la reivindicación 8, en el que la información de contexto comprende uno o más elementos del grupo de información sobre un requisito de calidad de servicio de la aplicación, información de prioridad de los paquetes de datos asociados con la aplicación, información sobre una unidad de una pluralidad de los paquetes de datos de la aplicación, información sobre una demanda de carga de la aplicación, información sobre una restricción de retardo o de tasa de errores de la aplicación, información sobre un estado de ventana, información sobre un consumo de memoria, información sobre un uso del procesador de la aplicación que es ejecutada en el transceptor (100) móvil, información sobre una localización, velocidad, orientación actuales del transceptor (100) móvil, o una  
20 distancia del transceptor (100) móvil a otro transceptor móvil y en el que los medios para deducir (32) están adaptados para extraer la información de contexto desde un sistema de operación del servidor (300) de datos o desde la aplicación que es ejecutada en el servidor (300) de datos.

25 10. El aparato (30) de la reivindicación 8, que comprende adicionalmente medios para componer un paquete de datos de transacción, comprendiendo el paquete de datos de transacción paquetes de datos de la aplicación y de la información de contexto.

11. Un procedimiento para un transceptor (100) móvil en un sistema (500) de comunicación móvil, comprendiendo adicionalmente el sistema de comunicación (500) móvil un transceptor (200) de estación base, comprendiendo el procedimiento  
30 extraer (712) información de contexto desde una aplicación que es ejecutada en el transceptor (100) móvil, información de contexto desde un sistema de operación que es ejecutado en el transceptor (100) móvil, o información de contexto desde controladores de hardware o hardware del transceptor (100) móvil, comprendiendo la información de contexto información sobre un estado de la aplicación y/o información sobre un estado del transceptor (100) móvil, en el que la información de contexto comprende información sobre si la aplicación está siendo presentada actualmente en el primer plano o en el segundo plano;  
35 comunicar (714) paquetes de datos asociados con la aplicación con un servidor (300) de datos a través del transceptor (200) de estación base; y proporcionar (716) la información de contexto al transceptor (200) de estación base para planificar paquetes de datos al transceptor (100) móvil.

40 12. Un procedimiento para un transceptor (200) de estación base en un sistema (500) de comunicación móvil, comprendiendo adicionalmente el sistema (500) de comunicación móvil un transceptor (100) móvil, comprendiendo el procedimiento recibir (722) paquetes de datos asociados con una aplicación que es ejecutada en el transceptor (100) móvil;  
45 obtener (724) información de contexto sobre los paquetes de datos asociados con la aplicación, en el que la información de contexto comprende información sobre si la aplicación está siendo presentada actualmente en el primer plano o en el segundo plano; y planificar (726) el transceptor (100) móvil para transmisión de los paquetes de datos basándose en la información de contexto.

13. Un procedimiento para un servidor (300) de datos, comunicando el servidor (300) de datos paquetes de datos asociados con una aplicación que es ejecutada en un transceptor (100) móvil a través de un sistema (500) de  
50 comunicación móvil al transceptor (100) móvil, comprendiendo el procedimiento deducir (732) información de contexto para los paquetes de datos, en el que la información de contexto comprende información sobre si la aplicación está siendo presentada actualmente en el primer plano o en el segundo plano; y transmitir (734) la información de contexto junto con los paquetes de datos al sistema (500) de comunicación móvil para planificar el transceptor móvil basándose en la información de contexto.

55 14. Un sistema (500) de comunicación móvil que comprende un transceptor (100) móvil que comprende el aparato (10) de la reivindicación 1, un transceptor (200) de estación base que comprende el aparato (20) de la reivindicación 4, y/o un servidor (300) de datos que comprende el aparato (30) de la reivindicación 8.

15. Un producto de programa informático que tiene un código de programa para realizar uno de los procedimientos de las reivindicaciones 12, 13 o 14, cuando el código de programa es ejecutado en un ordenador o procesador.

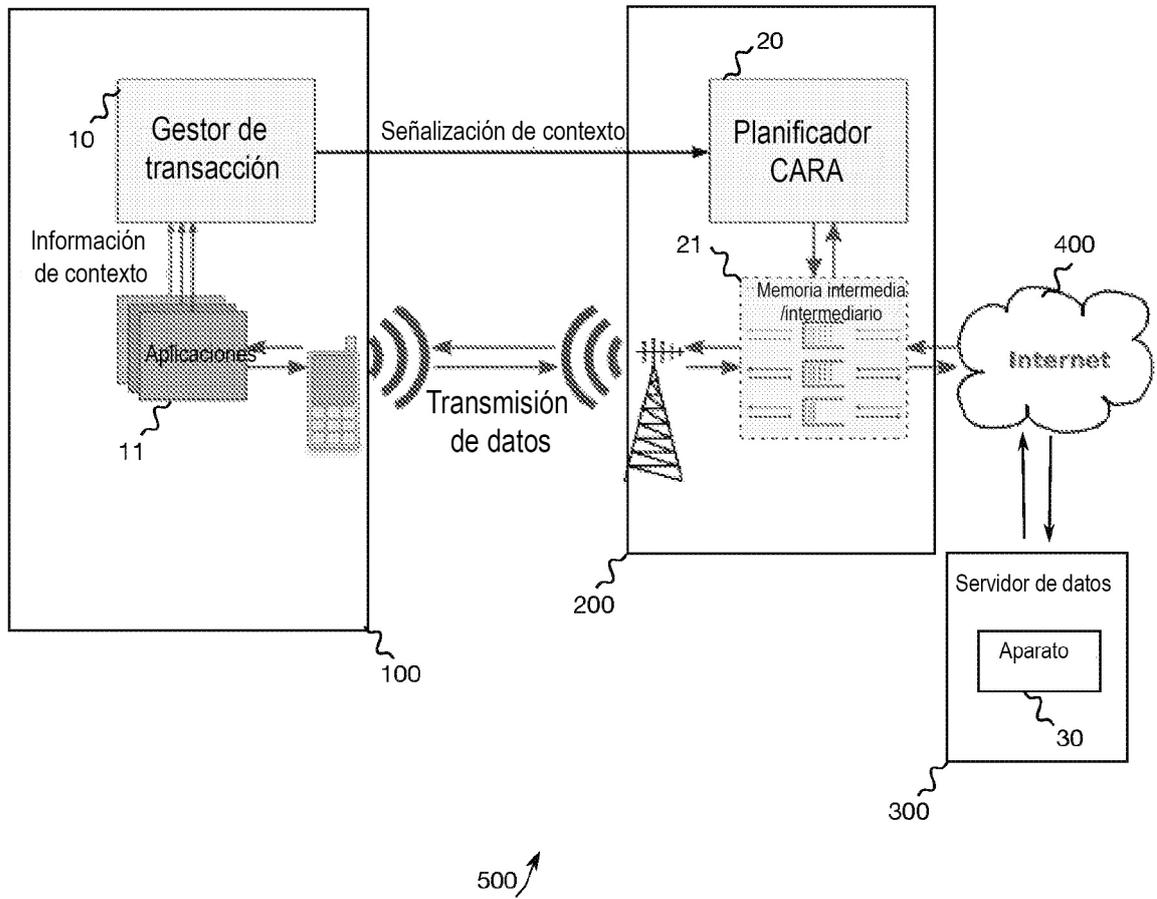


Fig. 1

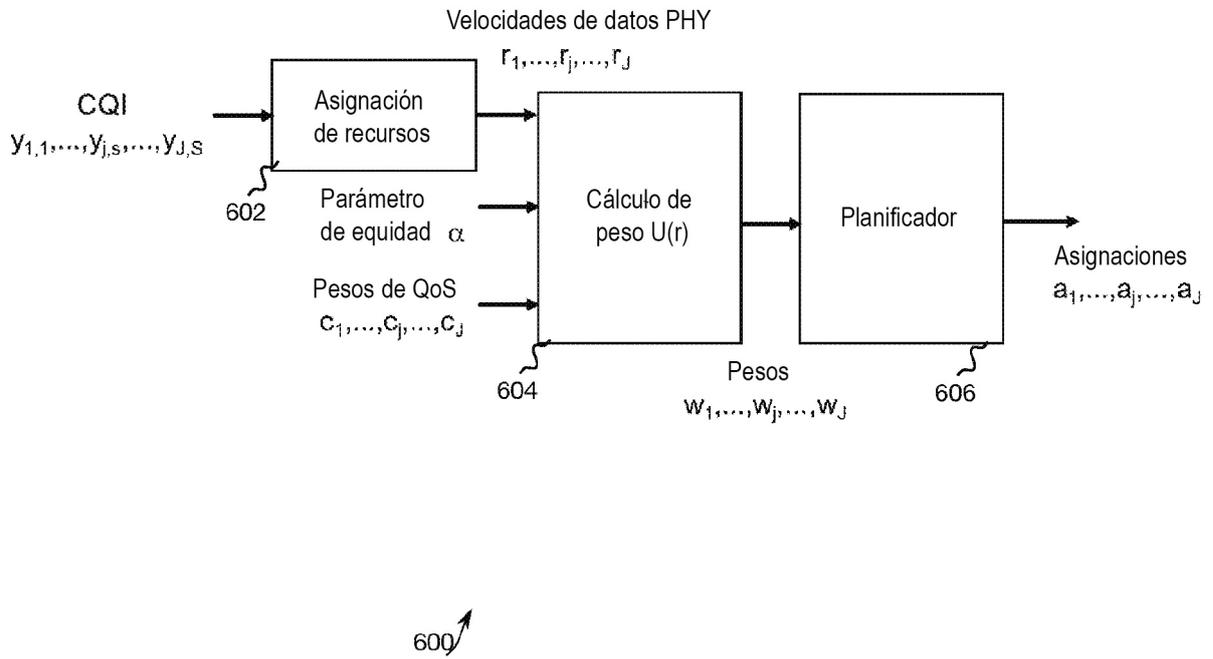


Fig. 2

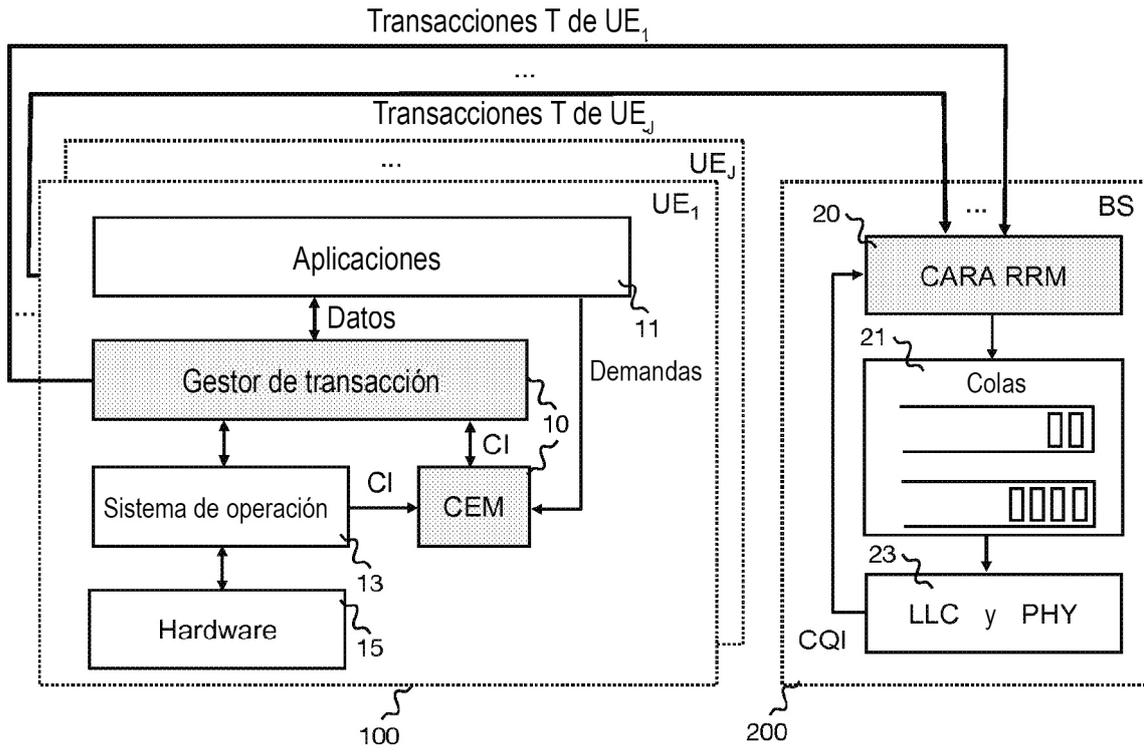


Fig. 3

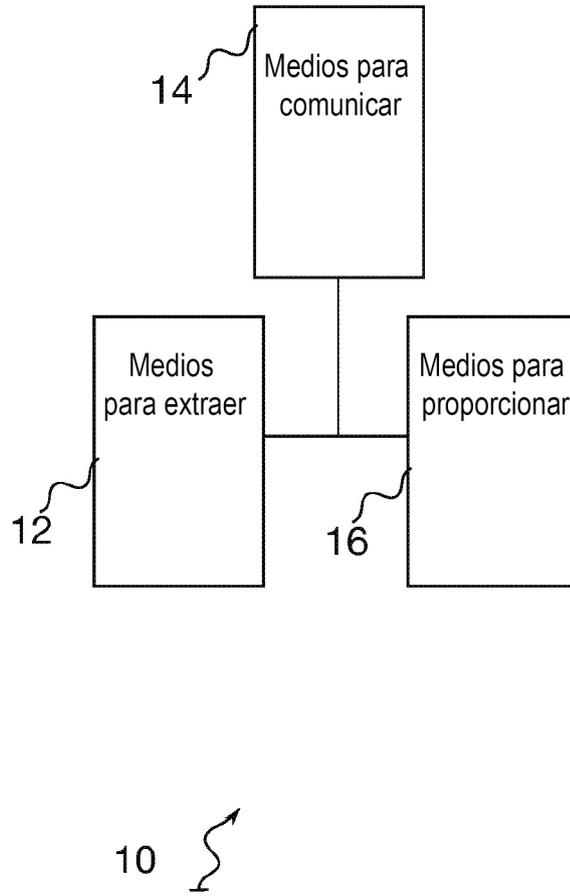


Fig. 4

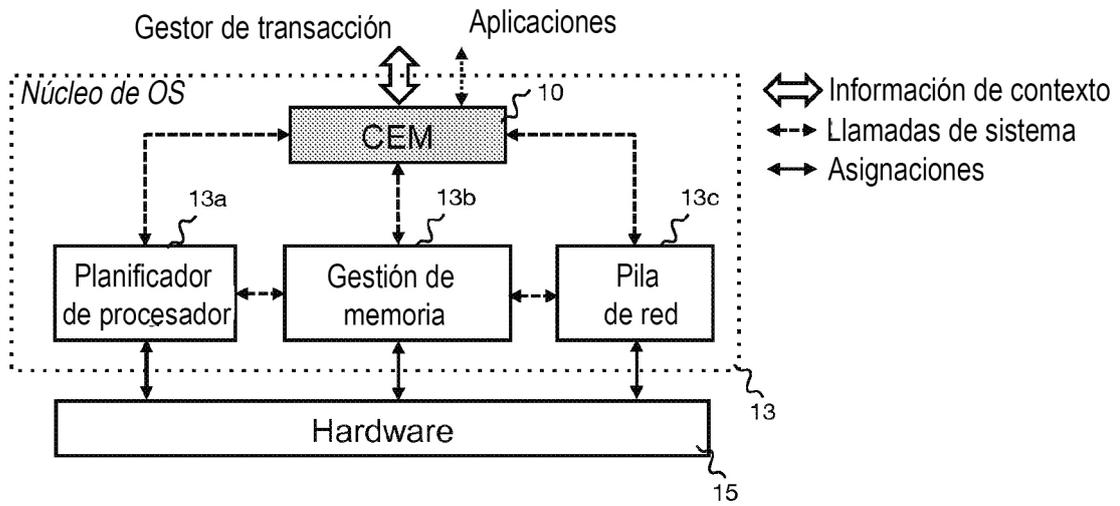


Fig. 5

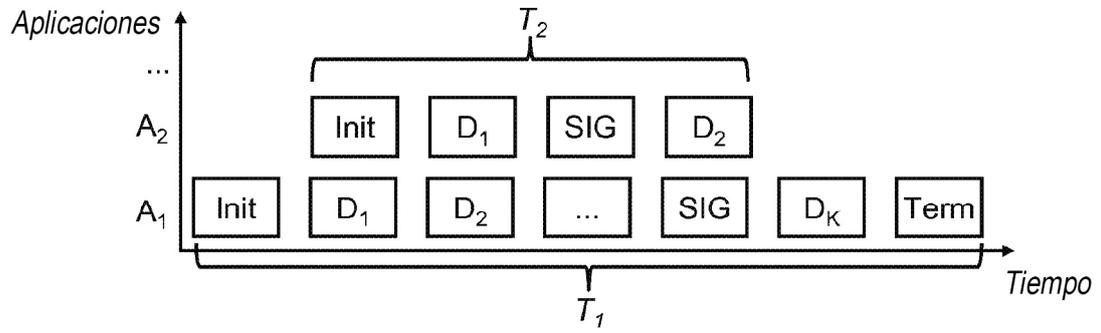


Fig. 6

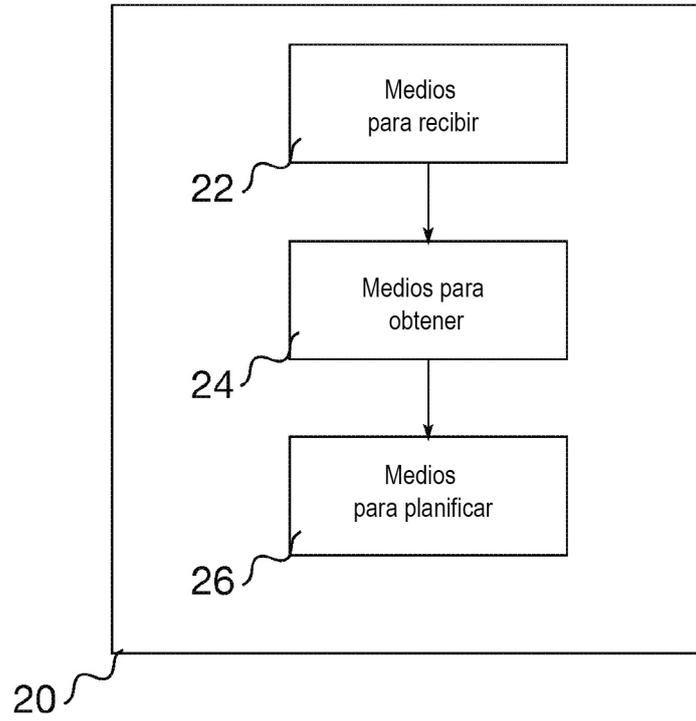


Fig. 7

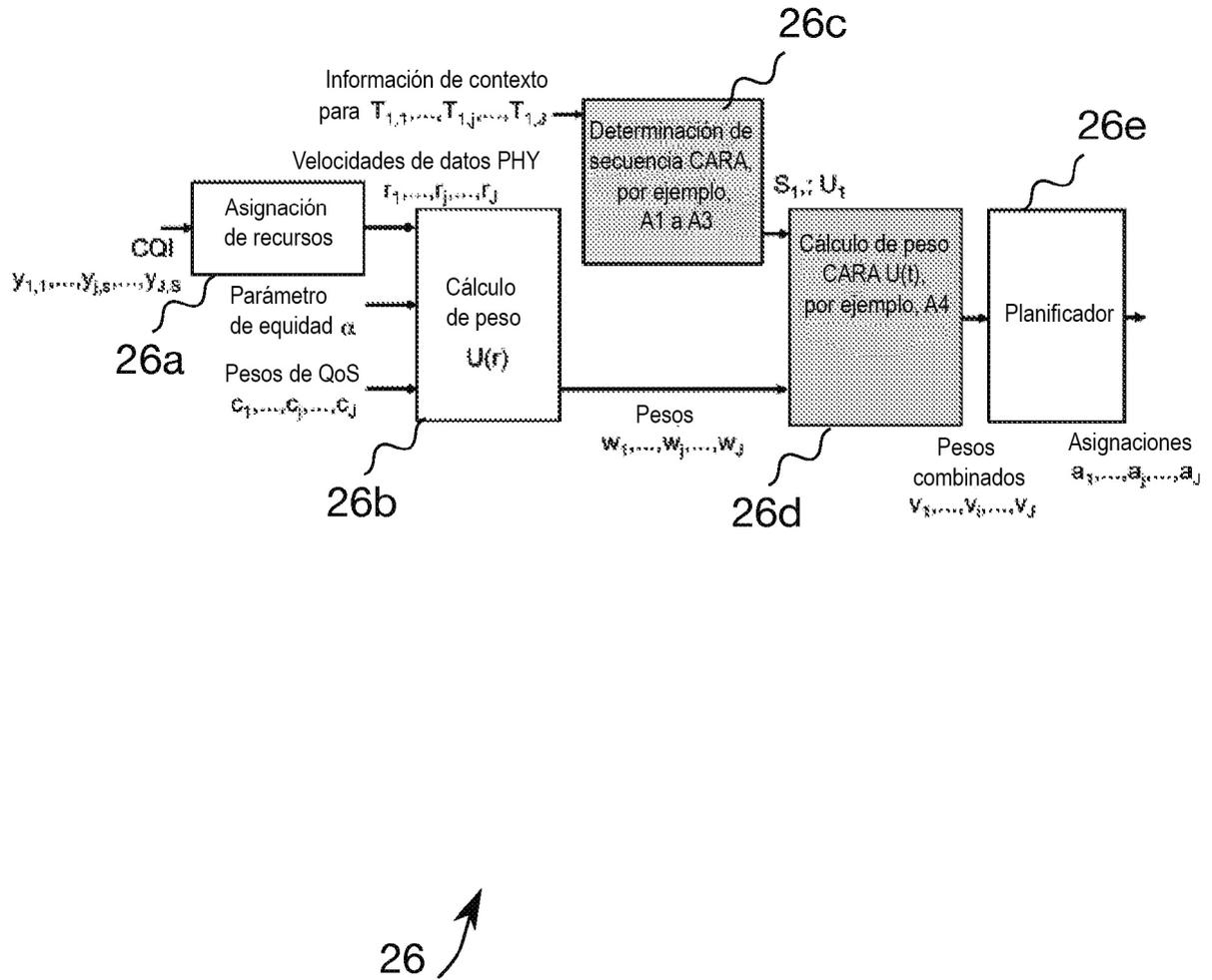


Fig. 8

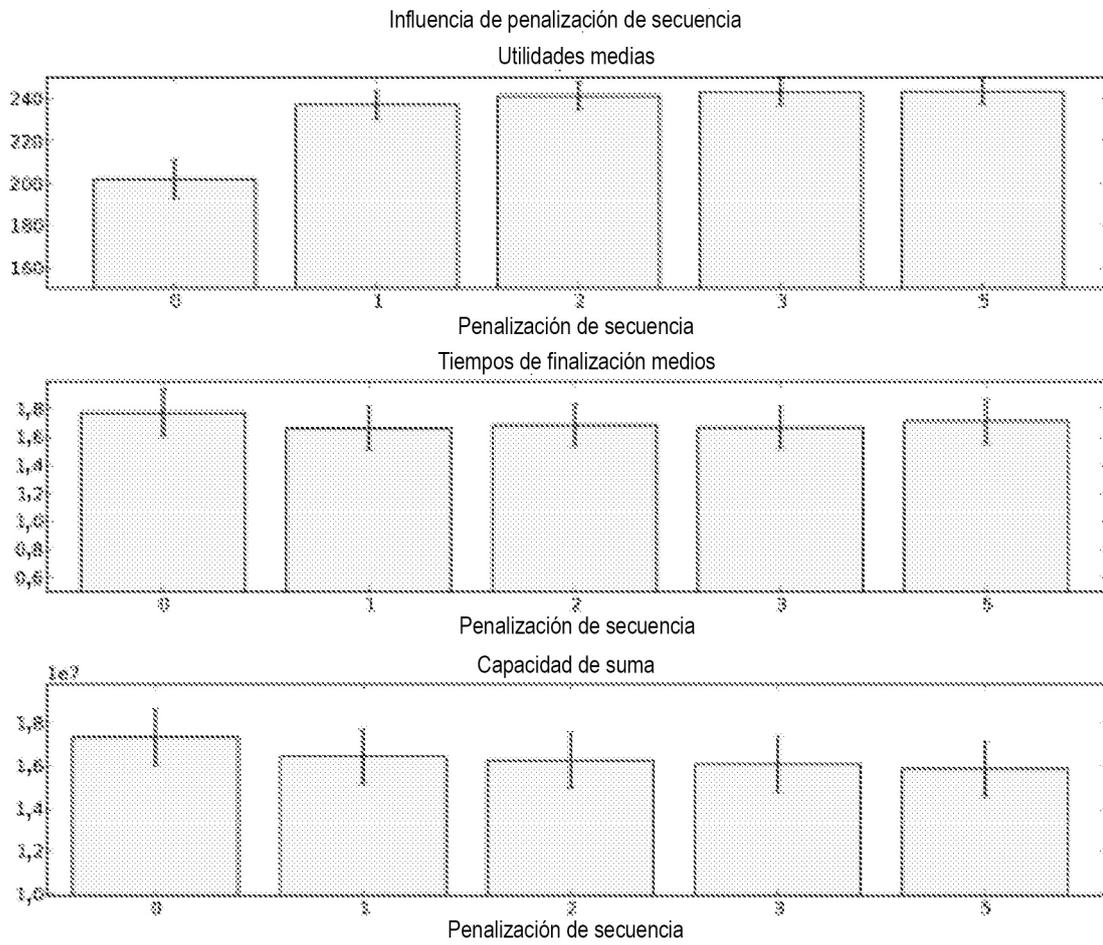


Fig. 9

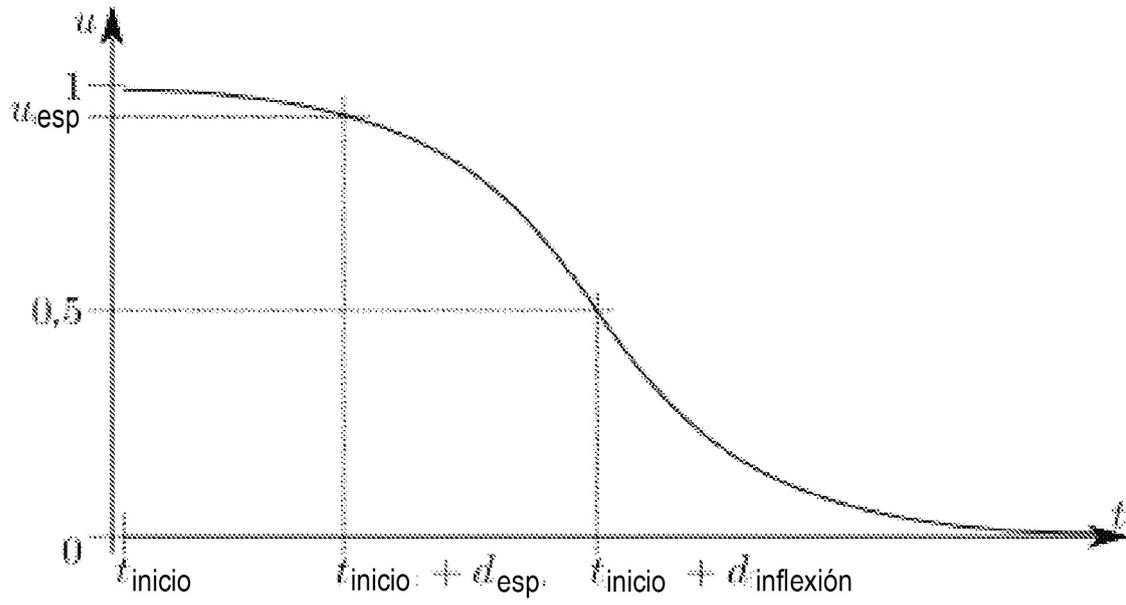


Fig. 10

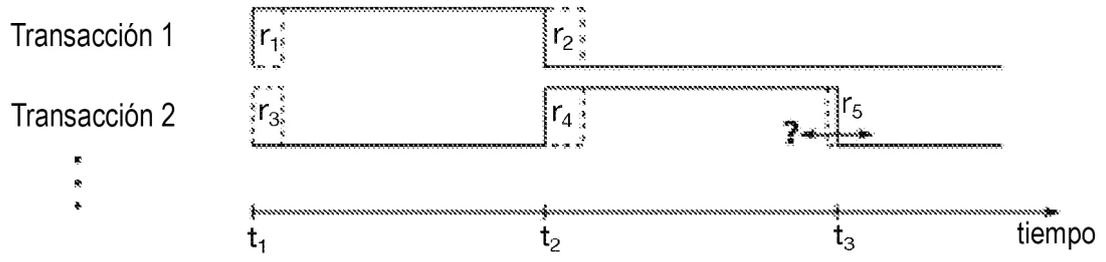


Fig. 11

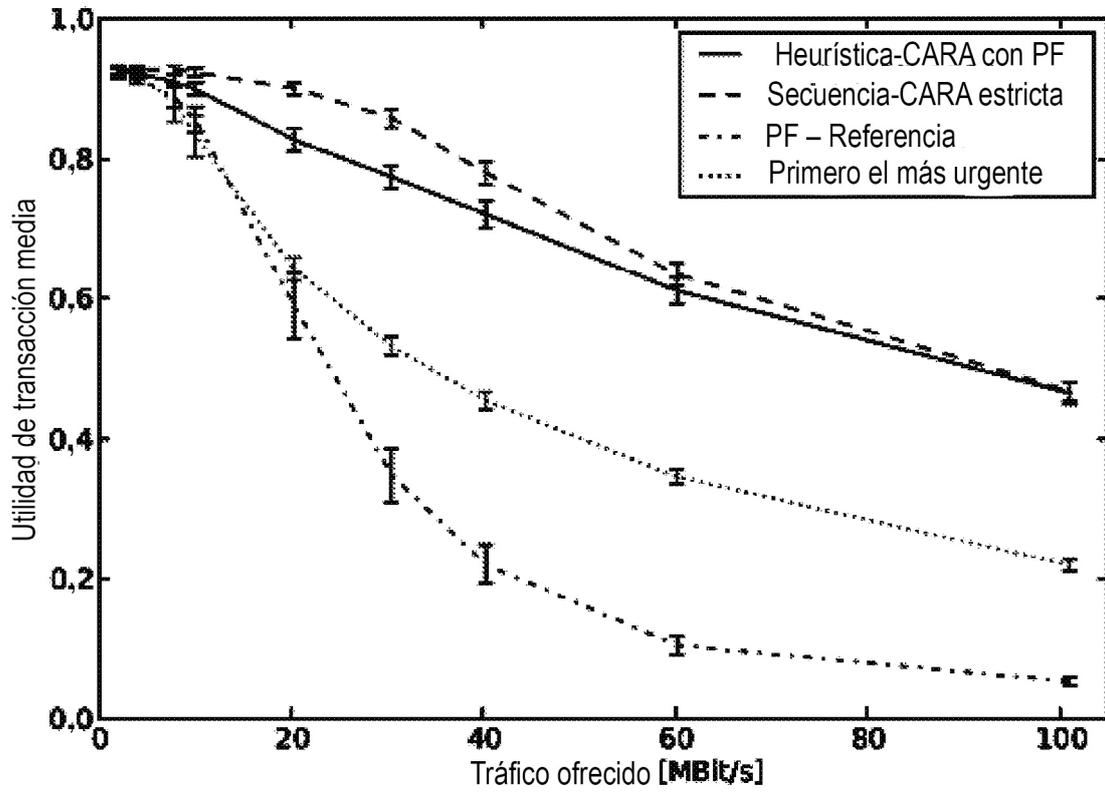


Fig. 12

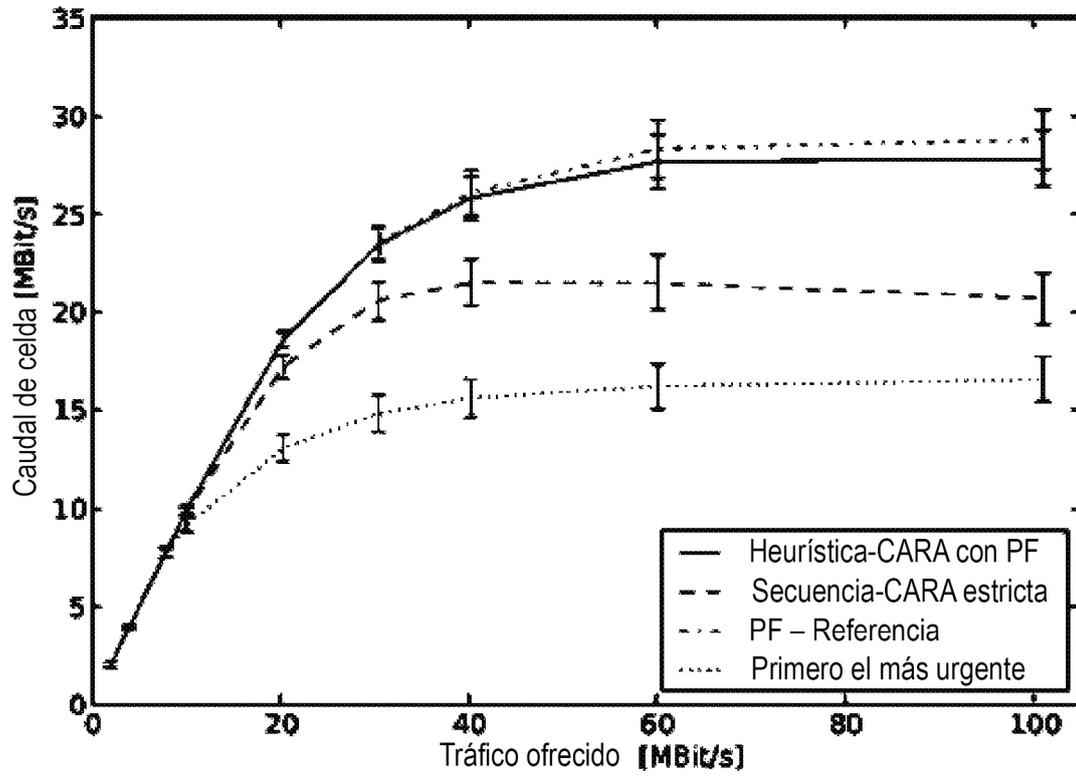


Fig. 13

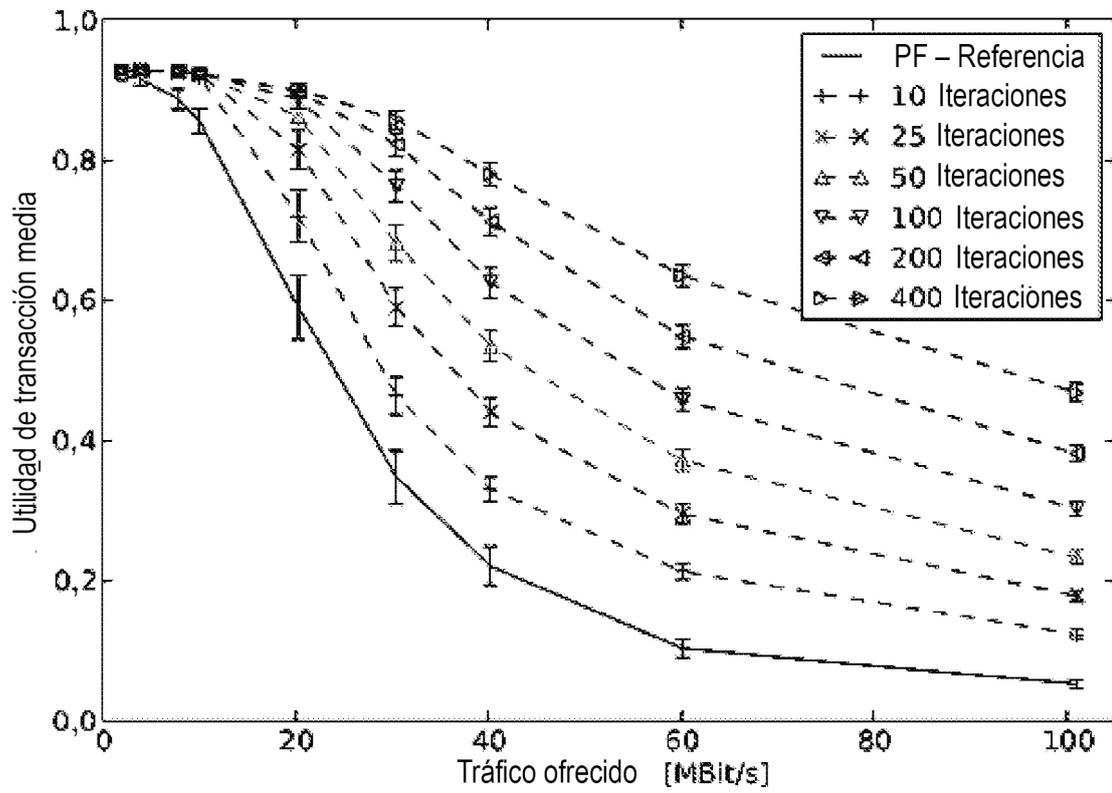


Fig. 14

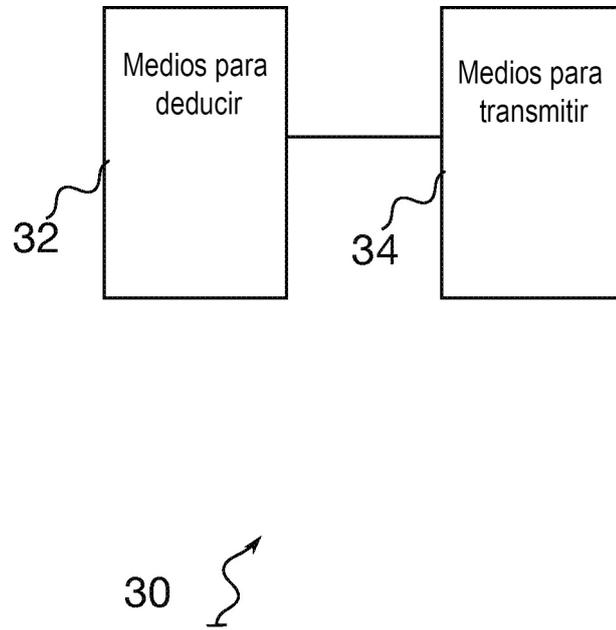


Fig. 15

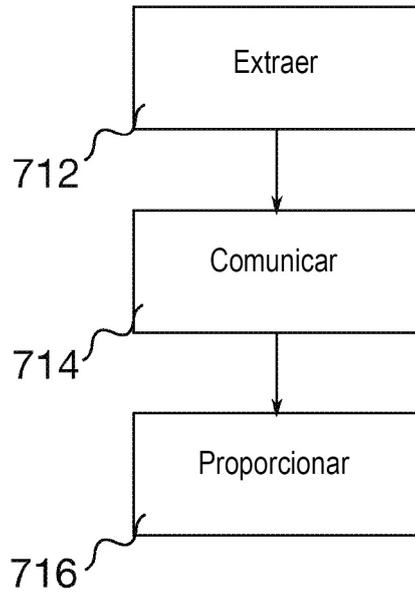


Fig. 16

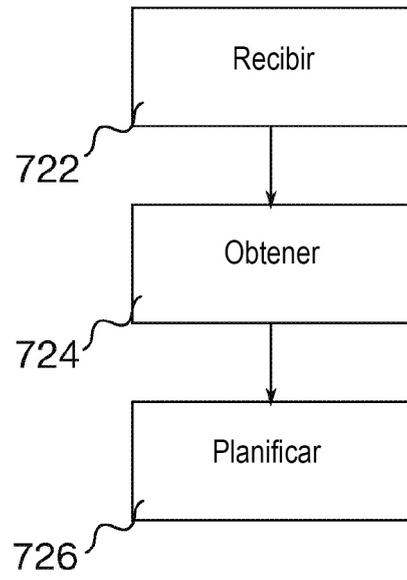


Fig. 17

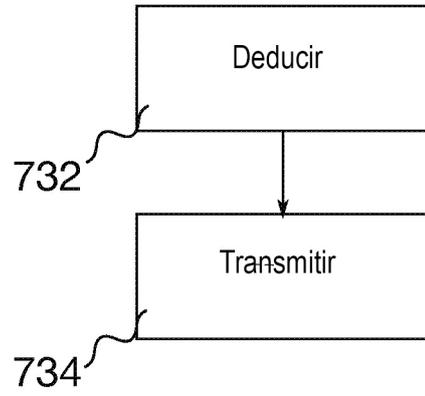


Fig. 18