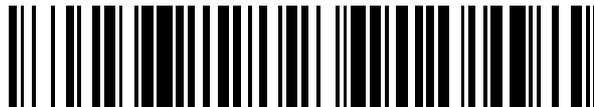


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 750 611**

51 Int. Cl.:

**H04L 1/00** (2006.01)

**H04W 28/02** (2009.01)

**H04L 1/18** (2006.01)

**H03M 13/35** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **20.01.2016 PCT/SE2016/050033**

87 Fecha y número de publicación internacional: **27.07.2017 WO17127000**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.01.2016 E 16705846 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.07.2019 EP 3406034**

54 Título: **Métodos, sistema y equipo de usuario de una red de comunicación inalámbrica para determinar las condiciones de transmisión para un flujo de medios en tiempo real**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**26.03.2020**

73 Titular/es:  
**TELEFONAKTIEBOLAGET LM ERICSSON (PUBL)**  
**(100.0%)**  
**Torshamnsgatan 23**  
**164 83 Stockholm, SE**

72 Inventor/es:

**WANG, YING;**  
**WANG, LIPING y**  
**FU, JING**

74 Agente/Representante:

**ELZABURU, S.L.P**

ES 2 750 611 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

Métodos, sistema y equipo de usuario de una red de comunicación inalámbrica para determinar las condiciones de transmisión para un flujo de medios en tiempo real

Campo técnico

La presente descripción se refiere en general a métodos, programas informáticos, Equipos de Usuario, UE, y sistemas de una red de comunicación inalámbrica para determinar las condiciones de transmisión para un flujo de medios en tiempo real a ser transmitido de manera inalámbrica a un primer UE.

Antecedentes

En servicios de transmisión de medios en tiempo real, tal como transmisión de vídeo, es importante que el flujo de medios llegue a los receptores que van a consumir los medios a tiempo y sin errores. Sin embargo, para las redes inalámbricas, la mayor tasa de error de transmisión a un receptor inalámbrico, es decir, un UE inalámbrico, genera una pérdida de paquetes mucho mayor en comparación con un receptor cableado. Esta pérdida de datos en la transmisión causa más degradación a un flujo de vídeo que a un flujo de audio debido a la dependencia temporal en los datos de vídeo.

Debido a la naturaleza en tiempo real de muchas aplicaciones multimedia, el uso de retransmisión para recuperarse de un error normalmente no cumple el requisito de tiempo. Como resultado, se utiliza de manera natural la Corrección de Errores Hacia Adelante, FEC, para proteger los datos multimedia en tiempo real. La idea de FEC es transmitir información redundante adicional junto con los datos que necesitan ser protegidos. En caso de que algunos paquetes se pierdan, estos paquetes FEC redundantes pueden ser utilizados por el receptor para recuperar los datos perdidos o corruptos.

En lo que sigue se describe brevemente cómo las pérdidas de paquetes de Protocolo de Internet/Protocolo de Datagramas de Usuario, IP/UDP se produce en redes de Evolución a Largo Plazo, LTE. Primero, los paquetes IP son segmentados en paquetes de Control de Enlace de Radio, RLC, más pequeños en la capa RLC, y luego los paquetes RLC son segmentados a su vez en bloques de transporte en la capa de Control de Acceso al Medio, MAC. En la capa MAC, se aplica un mecanismo de Solicitud de Repetición Automática Híbrida, HARQ, de parada y espera para realizar retransmisiones de los bloques de transporte erróneos y para corregir la mayoría de los errores de transmisión sucedidos en la interfaz de aire. En general, la tasa de error de bloque, BLER, objetivo para la transmisión inicial se establece alrededor del 10%, lo que sugiere que el 10% de transmisiones HARQ iniciales sobre la interfaz de aire serán erróneas. En HARQ, hay parámetros para controlar el máximo número de intentos de retransmisión. Cuando el número de intentos de retransmisión alcanza el número máximo, el bloque de transporte se considera perdido en la capa MAC. El valor por defecto para la retransmisión es 3, lo que significa que cada bloque de transporte tiene una probabilidad de pérdida del 0,1% si suponemos pérdida de bloques de transporte no correlacionados y la misma BLER para la transmisión inicial y las retransmisiones. Sin embargo, estas pérdidas podrían estar altamente correlacionadas.

En la capa RLC, se puede aplicar un mecanismo ARQ basado en ventana deslizante altamente fiable para reducir adicionalmente la pérdida de paquetes. Hay tres modos de RLC diferentes: modo transparente, TM, modo sin reconocimiento, UM, y modo reconocido, AM. TM significa que la capa RLC es completamente transparente. UM y AM contienen ambas funciones de segmentación/reconstrucción y funciones de entrega en secuencia. La diferencia es que hay retransmisiones en el modo AM mientras que no hay retransmisiones en el modo UM. La tasa de pérdida de paquetes RLC no solo depende de la tasa de pérdida de paquetes en la capa MAC, sino también de su modo y configuración tal como el tamaño de ventana RLC, temporizador de reordenación, y máximas retransmisiones permitidas. Normalmente, peor condición del canal de radio significa más intentos de retransmisión, resultando adicionalmente en mayor retardo, mayor probabilidad de pérdida de paquetes y menor caudal.

Para comunicación en tiempo real, normalmente se configura RLC a modo sin reconocimiento, lo que sugiere que no hay retransmisiones. Por lo tanto, la pérdida de paquetes de capa RLC y MAC debe estar en intervalos similares. Con retransmisión de RLC la pérdida de paquetes RLC debe ser mucho menor que la pérdida de paquetes de capa RLC y MAC. Finalmente, hay segmentaciones a tener en cuenta al considerar la pérdida de paquetes IP. Cuando una pérdida de paquetes IP se segmenta en por ejemplo 10 bloques de transporte en la capa MAC, una única pérdida de bloques de transporte conducirá a una pérdida total de paquetes. Esto aumentará la tasa de pérdida de paquetes IP en comparación con la tasa de pérdida de RLC y MAC, especialmente cuando RLC no utiliza retransmisiones. El número exacto de segmentos en los que se divide depende de un montón de parámetros, incluyendo tamaño de paquete IP, capacidad de la celda, número de usuarios en la celda, calidad de radio, y el planificador, etc. Esto hace que la tasa de pérdida de paquetes IP sea difícil de calcular.

Dado que los paquetes redundantes toman una cantidad extra de recursos de red, una FEC estática causará una gran cantidad de sobrecarga cuando la tasa de error es baja. Para abordar esto, se ha propuesto FEC adaptativa. Una FEC adaptativa aumentará o disminuirá la cantidad de paquetes redundantes cuando la tasa de pérdida de paquetes se esté haciendo mayor o menor, respectivamente. De esta manera, la FEC adaptativa puede obtener mejor equilibrio entre ancho de banda y calidad de experiencia, QoE. El uso de FEC adaptativa para aplicaciones de

vídeo en redes inalámbricas ha sido un área de investigación activa. Todos las FEC adaptativas requieren información para estimar el ancho de banda de red disponible y la pérdida de paquetes actuales/futuros; y decidir la tasa de redundancia en base a la información. Un enfoque es estimar la condición de red en el lado del receptor y enviar realimentación al emisor utilizando un mensaje RTCP, tal como se describe en el documento WO 2013098810.

Las condiciones de red para un UE en una red de comunicación móvil, por ejemplo, red LTE, cambian todo el tiempo, como resultado de varias razones. En primer lugar, el UE se puede mover y puede tener mejor o peor calidad del enlace dependiendo de la distancia a la celda de servicio. En segundo lugar, incluso si el UE es estacionario, la calidad de radio podría cambiar con el tiempo a medida que los objetos en el entorno se mueven. En tercer lugar, el número de UE activos en una celda puede cambiar y resultar en una condición de enlace cambiada. Finalmente, el UE puede ser traspasado a otra celda, con diferente número de usuarios activos, y diferentes calidades de radio, y diferentes configuraciones de celda, resultando así en condiciones de red cambiadas.

En algunas soluciones existentes, como en por ejemplo, el documento WO2013098810, el receptor del flujo de vídeo monitoriza las condiciones de red tal como la tasa de pérdida e informa continuamente de esto al emisor. Por tanto, el emisor puede adaptar la tasa de redundancia en base a la realimentación del receptor. Este enfoque funciona bien cuando las condiciones de red no cambian mucho con el tiempo. Sin embargo, en una red inalámbrica móvil, una calidad del enlace del UE de recepción puede cambiar más rápidamente y frecuentemente en comparación con una red cableada, lo que hace que los informes del receptor en base a la condición de red pasada no funcionen bien en tiempo real. La principal razón es que el tiempo de respuesta para este tipo de FEC es un poco lento, ya que la adaptación de tasa de bits de vídeo y FEC en el emisor necesita esperar la respuesta del receptor después de algunas transmisiones. Especialmente en el caso en el que el vídeo está empezando, el emisor no tiene idea acerca de qué tasa y FEC se deben utilizar. Además, este tipo de predicción de pérdida de paquetes en base al usuario final no es tan precisa como la basada en red, ya que sabe muy poco sobre la situación en la red.

Además, el documento US 2013/0163455 A1, describe para un terminal inalámbrico un caudal de datos y tasa de pérdida de paquetes TCP, para el propósito de configuración adecuada de los métodos de Corrección de Errores Hacia Adelante, FEC. La técnica anterior relevante también es proporcionada por el documento US 2009/00326 A1, que describe un sistema para estimar la distribución geográfica del caudal de usuario en un sistema de comunicación inalámbrica, estimación de la calidad de señal, para el propósito de análisis de red.

#### Compendio

Como se muestra anteriormente hay una necesidad de una buena predicción de cómo se puede comportar una red de comunicación inalámbrica en el futuro próximo para ser capaz de seleccionar la tasa de transmisión y corrección de errores, por ejemplo, tasa de redundancia FEC, para un flujo de medios que ha de ser enviado en la red.

La invención se captura en las reivindicaciones adjuntas.

Es un objetivo de al menos algunas realizaciones de la invención abordar al menos algunos de los problemas y cuestiones señalados anteriormente. Es otro objetivo hacer posible seleccionar una tasa de envío y corrección de errores adecuadas para medios en tiempo real a ser enviados a un UE conectado de manera inalámbrica a una red de comunicación inalámbrica. Es posible lograr estos objetivos y posiblemente otros utilizando un método y un aparato como se define en las reivindicaciones independientes adjuntas.

Según un aspecto, se proporciona un método realizado por un sistema de una red de comunicación inalámbrica para determinar las condiciones de transmisión para que un flujo de medios en tiempo real sea transmitido de manera inalámbrica a un primer UE que reside en una primera celda servida por una primera estación base de la red. El método comprende obtener estadísticas de la red de radio de la primera celda, comprendiendo las estadísticas de la red de radio datos de la red de radio para individuos de una pluralidad de UE en la primera celda, caudal de UE para individuos de la pluralidad de UE, y pérdida de paquetes de UE para individuos de la pluralidad de UE, y obtener, en un segundo punto de tiempo que se produce más tarde en el tiempo que la obtención de las estadísticas de la red de radio, datos de la red de radio para el primer UE. El método comprende además determinar un primer caudal de UE previsto y una primera pérdida de paquetes de UE prevista en base a las estadísticas de la red de radio obtenidas de la primera celda y a los datos de la red de radio obtenidos para el primer UE, y activar el envío de información del primer caudal de UE previsto y de la primera pérdida de paquetes de UE prevista a un emisor del flujo de medios en tiempo real al primer UE.

Según otro aspecto, se proporciona un método realizado por un UE conectado de manera inalámbrica a una red de comunicación inalámbrica para facilitar la transmisión de un flujo de medios en tiempo real desde un emisor hacia el UE. El método comprende enviar una solicitud a la red, solicitar una predicción de pérdida de paquetes y una predicción de caudal para la transmisión de un flujo de medios en tiempo real desde la red hacia el UE, y recibir, de la red, información de un caudal de UE previsto y una pérdida de paquetes de UE prevista por la red en respuesta a la solicitud enviada.

Según otro aspecto, se proporciona un sistema operable en una red de comunicación inalámbrica, configurada para determinar las condiciones de transmisión para un flujo de medios en tiempo real a ser transmitido de manera inalámbrica a un primer UE que reside en una primera celda servida por una primera estación base de la red. El sistema comprende un procesador y una memoria. La memoria contiene instrucciones ejecutables por dicho procesador, por lo que el sistema es operativo para obtener estadísticas de la red de radio de la primera celda, comprendiendo las estadísticas de la red de radio datos de la red de radio para individuos de una pluralidad de UE en la primera celda, caudal de UE para individuos de la pluralidad de UE, y pérdida de paquetes de UE para individuos de la pluralidad de UE, y obtener, en un segundo punto de tiempo que se produce más tarde en el tiempo que la obtención de las estadísticas de la red de radio, datos de la red de radio para el primer UE. El sistema es además operativo para determinar un primer caudal de UE previsto y una primera pérdida de paquetes de UE prevista en base a las estadísticas de la red de radio obtenidas de la primera celda y a los datos de la red de radio obtenidos para el primer UE, y activar el envío de información del primer caudal de UE previsto y de la primera pérdida de paquetes de UE prevista a un emisor del flujo de medios en tiempo real al primer UE.

Según otro aspecto, se proporciona un UE operable para ser conectado de manera inalámbrica a una red de comunicación inalámbrica para facilitar la transmisión de un flujo de medios en tiempo real desde un emisor hacia el UE. El UE comprende un procesador y una memoria. La memoria contiene instrucciones ejecutables por dicho procesador, por lo que el UE es operativo para enviar una solicitud a la red, solicitando una predicción de pérdida de paquetes y una predicción de caudal para la transmisión de un flujo de medios en tiempo real desde la red hacia el UE, y recibir, de la red, información de un caudal de UE previsto y una pérdida de paquetes de UE prevista por la red en respuesta a la solicitud enviada.

Mediante tales métodos, sistemas y UE, se logra una buena predicción de las condiciones de la red inalámbrica, cuyas condiciones de la red previstas se proporcionan a un emisor de un flujo de medios para seleccionar tasa de envío y corrección de errores adecuadas para los medios en tiempo real que se han de enviar a un UE conectado de manera inalámbrica a la red.

Según otros aspectos, se proporcionan también programas y soportes informáticos, los detalles de los cuales se describirán en las reivindicaciones y la descripción detallada.

Las posibles características y beneficios adicionales de esta solución resultarán evidentes a partir de la descripción detallada a continuación.

#### Breve descripción de los dibujos

Se describirá ahora la solución en más detalle por medio de realizaciones ejemplares y con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

La Figura 1 es un escenario de comunicación que ilustra una estación base y dos UE servidos por la estación base de una red de comunicación, según la técnica anterior.

La Figura 2 es un diagrama de bloques esquemático que ilustra una red de comunicación según la técnica anterior.

La Figura 3 es un diagrama de señalización que ilustra una realización.

La Figura 4 es un diagrama de flujo que ilustra métodos realizados por un sistema de una red de comunicación, según posibles realizaciones.

La Figura 5 es otro diagrama de flujo de un posible método realizado por un sistema de una red de comunicación.

La Figura 6 es un diagrama de flujo que ilustra métodos realizados por un UE, según posibles realizaciones.

La Figura 7 es un diagrama de bloques esquemático de un sistema según posibles realizaciones.

La Figura 8 es un diagrama de flujo de estructura de árbol de un modelo de bosque aleatorio ejemplar que se puede utilizar en posibles realizaciones.

Las Figuras 9 a 10 son diagramas de bloques que ilustran un sistema de la red de comunicación en más detalle, según posibles realizaciones adicionales.

Las Figuras 11 a 12 son diagramas de bloques que ilustran un UE en más detalle, según posibles realizaciones adicionales.

#### Descripción detallada

La Figura 1 muestra una red 100 de comunicación inalámbrica que comprende un nodo de red, por ejemplo, una estación base 110 que proporciona cobertura de radio en un área geográfica llamada una celda 115. Dentro de la celda 115 hay en esta red 110 ejemplar situado un primer UE 121 y un segundo UE 122 que se conectan de manera inalámbrica a la estación base 110. Los UE pueden ser cualquier tipo de dispositivo inalámbrico que se pueda comunicar de manera inalámbrica con una estación base de una red de comunicación inalámbrica.

La Figura 2 muestra cómo la estación base 110 en la Figura 1 se conecta más arriba en la red de comunicación 100. En este ejemplo, la red de comunicación 100 es una red de Evolución a Largo Plazo, LTE, en donde la estación base 110 así como una segunda estación base 112 se conectan a una Entidad de Gestión de la Movilidad, MME 130. En una alternativa, se pueden conectar a diferentes MME. Además, la MME 130 se conecta a una red central

140. También, se puede conectar a la red central un servidor 150 de aplicación de vídeo. Aparte de en las redes LTE, la invención también es aplicable en otras redes de comunicación inalámbricas, tal como por ejemplo en el Sistema Global para las comunicaciones Móviles, GSM, Tercera Generación, 3G, Acceso Múltiple por División de Código de Banda Ancha, W-CDMA, CDMA2000, evoluciones de LTE, etc.

La Figura 3 ilustra una realización de la invención. En esta realización, se proporciona una solución que hará posible seleccionar una tasa de envío y corrección de errores adecuadas para los medios en tiempo real, por ejemplo, vídeo, a ser enviados a un UE 121 conectado de manera inalámbrica a una red de comunicación inalámbrica. Esto se logra recopilando 1.1, en un sistema 600 de una red de comunicación inalámbrica, estadísticas de la red de radio desde una primera estación base 110 que proporciona cobertura de radio a una primera celda, comprendiendo las estadísticas de la red de radio datos de la red de radio, caudal y pérdida de paquetes para una pluralidad de UE que están en la primera celda. Las estadísticas se almacenan. Las estadísticas se pueden recopilar para los UE en la primera celda que están recibiendo, o han recibido, vídeo en la primera celda. Luego cuando un primer UE 121 que reside en la primera celda en un punto de tiempo posterior va a recibir vídeo, se recopilan 1.2 sus datos de la red de radio. Las estadísticas recopiladas para la pluralidad de UE se utilizan luego para calcular 1.3, en el sistema, una predicción de caudal y pérdida de paquetes para el primer UE. El cálculo puede ser realizado por un método de aprendizaje automático. Las predicciones calculadas de caudal y pérdida de paquetes para el primer UE se envían 1.4 luego al emisor de los medios en tiempo real que selecciona 1.5 una tasa de envío adecuada y una corrección de errores adecuada según el caudal y la pérdida de paquetes previstos y después de ello envía 1.6 medios en tiempo real, por ejemplo, vídeo al primer UE 121 según la tasa y corrección de errores seleccionadas.

La Figura 4, en conjunto con la Figura 1, describe un método realizado por un sistema de una red 100 de comunicación inalámbrica para determinar las condiciones de transmisión para que un flujo de medios en tiempo real sea transmitido de manera inalámbrica a un primer UE 121 que reside en una primera celda 115 servida por una primera estación base 110 de la red. El método comprende obtener 202 estadísticas de la red de radio de la primera celda, comprendiendo las estadísticas de la red de radio datos de la red de radio para individuos de una pluralidad de UE en la primera celda, caudal de UE para individuos de la pluralidad de UE, y pérdida de paquetes de UE para individuos de la pluralidad de UE, y obtener 204, en un segundo punto de tiempo que se produce más tarde en el tiempo que la obtención de las estadísticas de la red de radio, datos de la red de radio para el primer UE. El método comprende además determinar 206 un primer caudal de UE previsto y una primera pérdida de paquetes de UE prevista en base a las estadísticas de la red de radio obtenidas de la primera celda y a los datos de la red de radio obtenidos para el primer UE, y activar el envío 208 de información del primer caudal de UE previsto y de la primera pérdida de paquetes de UE prevista a un emisor del flujo de medios en tiempo real al primer UE.

Las estadísticas de la red de radio para uno de la pluralidad de UE en la primera celda se pueden recopilar en el mismo punto de tiempo de modo que una muestra de estadísticas comprende datos de la red de radio, caudal de UE y pérdida de paquetes de UE para el UE en aproximadamente el mismo punto de tiempo. Las estadísticas de la red de radio se pueden almacenar en una base de datos. Una "pérdida de paquetes" puede en este método incluir paquetes que llegan tarde con más de un periodo de tiempo definido, por ejemplo, 200ms. Al determinar el primer caudal de UE previsto y la primera pérdida de paquetes de UE prevista, los datos de la red de radio obtenidos para el primer UE se comparan con estadísticas de la red de radio obtenidas anteriormente para una pluralidad de UE que han estado en la celda anteriormente. La pérdida de paquetes y el caudal reales que tenían estos UE anteriores se utilizan luego como una predicción para el primer caudal y pérdida de paquetes de UE. Por ejemplo, en base a los datos de la red de radio obtenidos para el primer UE, el método busca en una base de datos de estadísticas con las estadísticas de la red de radio obtenidas y analiza cuál fue la pérdida de paquetes y caudal reales para los UE anteriores con datos de la red de radio similares a los del primer UE. El método luego predice que la pérdida de paquetes y caudal para el primer UE son similares a la pérdida de paquetes y caudal que experimentaron los UE anteriores que tenían datos de la red de radio similares a los que tiene el primer UE. La determinación de un primer caudal de UE previsto y una primera pérdida de paquetes de UE prevista en base a las estadísticas de la red de radio obtenidas y a los datos de la red de radio obtenidos para el primer UE puede ser realizada por un algoritmo/método informático tal como un método basado en una fórmula o un método de aprendizaje automático. Tales algoritmos/métodos aprenden de las estadísticas de la red de radio obtenidas y ganan cierta inteligencia de ello, por ejemplo, construye un modelo de árbol de decisión a partir de las estadísticas, y utiliza la inteligencia ganada, por ejemplo, el modelo de árbol de decisión, para decidir el primer caudal de UE y primera pérdida de paquetes de UE previstos. Se describen adicionalmente más detalles de métodos de aprendizaje automático más abajo en este documento. Los medios en tiempo real pueden ser vídeo en tiempo real. El emisor del vídeo puede ser por ejemplo un servidor 150 de aplicación de vídeo de la figura 2 u otro UE, tal como el segundo UE 122 de la figura 1.

Utilizando datos estadísticos para UE anteriores de tal manera como en la realización de la figura 4, se puede lograr una buena estimación del primer caudal de UE y la primera pérdida de paquetes de UE. A medida que se proporciona al emisor del flujo de medios al primer UE con información del primer caudal de UE previsto y de la primera pérdida de paquetes de UE prevista determinados de esta manera, el emisor puede seleccionar la tasa de envío y corrección de errores de los medios en tiempo real según el primer caudal de UE previsto y la primera pérdida de paquetes de UE prevista al enviar los medios en tiempo real al primer UE. Como resultado, los medios en tiempo real que se envían al primer UE se envían con una tasa de envío y corrección de errores que es adecuada

- para el primer UE con las condiciones de la red de radio que experimenta el primer UE por el momento. El emisor obtiene así una indicación de la red sobre el caudal y pérdida de paquetes previstos que es aplicable ahora y en un futuro próximo. Esta información se puede obtener incluso antes del inicio de una sesión de transmisión de medios en tiempo real. De este modo, ésta es una manera mucho más rápida de obtener información de caudal y pérdida de paquetes que los actuales métodos de realimentación de pérdida de paquetes y tasa en base al receptor. Además, esta información está más actualizada y es también más precisa ya que es una predicción para el futuro utilizando información de la red en lugar de estadísticas del pasado en un servidor de extremo solamente. Como resultado, tal método proporcionaría una buena QoE a los usuarios finales.
- El sistema que realiza el método puede ser una estación base de la red de comunicación inalámbrica, tal como la primera estación base 110. La primera estación base puede entonces medir los datos de la red de radio, así como el caudal de UE y la pérdida de paquetes de UE, en sí, o recibir mediciones de manera inalámbrica de la pluralidad de UE y del primer UE. Alternativamente, el sistema que realiza el método puede ser cualquier otro nodo de red del sistema de comunicación, tal como un nodo más alejado de los UE, por ejemplo, un nodo en la red central o un nodo en la red de acceso por radio, tal como otra estación base, un controlador de la red de radio, RNC, una MME, etc. En esta alternativa, la primera estación base comunica las mediciones de potencia al nodo de red que realiza el método. Alternativamente, el sistema que realiza el método puede ser un grupo de nodos de red, en donde la funcionalidad para realizar el método se reparte sobre diferentes nodos de la red físicos o virtuales. Éstos últimos se pueden llamar una "solución de nube.
- Según una realización, los datos de la red de radio para individuos de una pluralidad de UE en la primera celda comprenden uno o más de los siguientes: una serie de indicaciones de la calidad de radio para individuos de la pluralidad de UE en la primera celda, carga de la primera celda, una serie de parámetros de configuración de la celda que indican pérdida de paquetes para individuos de la pluralidad de UE. Cuando las estadísticas de la red de radio para un mismo de la pluralidad de UE se recopilan en el mismo punto de tiempo, una muestra de estadísticas para un UE comprende indicaciones de la calidad de radio y/o parámetros de configuración de la celda tomados en aproximadamente el mismo punto de tiempo que el caudal de UE y la pérdida de paquetes de UE para el mismo UE. Además, la carga de la primera celda se toma también en aproximadamente el mismo punto de tiempo para la misma muestra de estadísticas.
- Según una realización, los datos de la red de radio para el primer UE comprenden uno o más de los siguientes: una serie de indicaciones de la calidad de radio para el primer UE en el segundo punto de tiempo, carga de la primera celda en el segundo punto de tiempo, una serie de parámetros de configuración de la celda que indican pérdida de paquetes para el primer UE en el segundo punto de tiempo.
- Según otra realización, como se muestra en la Figura 4, el sistema obtiene 202 las estadísticas de la red de radio para individuos de la pluralidad de UE durante una pluralidad de diferentes periodos de tiempo, y en donde los datos de la red de radio para el primer UE se obtienen 204 durante un primer periodo de tiempo definido, y en donde la determinación 206 del primer caudal de UE previsto y la primera pérdida de paquetes de UE prevista se basa además en la pluralidad de diferentes periodos de tiempo y en el primer periodo de tiempo. En otras palabras, al determinar la primera pérdida de paquetes y caudal de UE previstos, las estadísticas de la red de radio se tienen más en cuenta cuando se ha utilizado un periodo de tiempo de la pluralidad de periodos de tiempo que está más cerca del primer periodo de tiempo que cuando se ha utilizado un periodo de tiempo que está más alejado del primer periodo de tiempo. Así, la predicción de la primera pérdida de paquetes y caudal de UE se puede hacer también tomando el periodo de tiempo para el que las predicciones han de ser válidas en consideración. Como resultado, se puede hacer una mejor predicción. La determinación del primer caudal de UE y la primera pérdida de paquetes de UE previstos teniendo también en cuenta el periodo de tiempo de obtención se puede hacer preferiblemente mediante un algoritmo de datos, tal como un método/algoritmo de aprendizaje automático.
- Según otra realización, como se muestra en la Figura 5, el método comprende además obtener 210 un segundo periodo de tiempo que define cuánto tiempo utilizar el primer caudal de UE previsto y la primera pérdida de paquetes de UE prevista y activar el envío 212 de información del segundo periodo de tiempo al emisor. Tal segundo periodo de tiempo se utiliza para informar al emisor durante cuánto tiempo son válidas las predicciones del primer caudal y pérdida de paquetes de UE de modo que el emisor pueda seleccionar la tasa de vídeo y la tasa de redundancia de corrección de errores que se mantiene durante un cierto tiempo indicado por el segundo periodo de tiempo. Como los cambios frecuentes en la tasa de vídeo pueden no ser buenos para una perspectiva de QoE, el UE puede querer tener una cierta tasa fija durante un cierto periodo de tiempo, por ejemplo 1 segundo, 5 segundos, 10 segundos, 1 minuto, etc., dependiendo de los requisitos del UE o el proveedor de contenidos. El segundo periodo de tiempo puede ser una constante para la red de comunicación. Alternativamente, el segundo periodo de tiempo puede ser datos de entrada obtenidos del primer UE. Alternativamente, el segundo periodo de tiempo se puede determinar en base al primer periodo de tiempo y la pluralidad de periodos de tiempo al predecir el primer caudal de UE y la primera pérdida de paquetes de UE. Los pasos 210 y 212 se pueden realizar en cualquier momento durante la realización del método.
- Según otra realización, como se muestra en la Figura 4, el método puede comprender además recibir 203 una solicitud de predicción para predecir la pérdida de paquetes y el caudal para el primer UE. Además, la obtención 204

de datos de la red de radio para el primer UE y la determinación 206 del primer caudal de UE previsto y la primera pérdida de paquetes de UE prevista se realiza en respuesta a la solicitud de predicción recibida. De este modo, es posible utilizar solamente el método reivindicado cuando sea necesario, ahorrando por tanto recursos de procesamiento y comunicación. La solicitud de predicción se puede enviar desde el primer UE o desde el emisor de los datos en tiempo real.

Según otra realización, como se muestra en la Figura 4, se determinan 206 dos o más pares diferentes del primer caudal de UE y primera pérdida de paquetes de UE previstos, y en donde la información de los dos o más pares se activa para ser enviada 208 al emisor. Recibiendo dos o más pares diferentes de primer caudal de UE y primera pérdida de paquetes de UE previstos, el emisor puede seleccionar en cuál de los pares de primer caudal de UE y primera pérdida de paquetes de UE previstos basar su selección de tasa de envío de medios y corrección de errores. Por ejemplo, si se ha de utilizar una tasa de medios que es menor que el caudal de UE previsto de un primer par, el emisor puede seleccionar el caudal de UE previsto de otro par, que es menor que el caudal del primer par, y su pérdida de paquetes prevista asociada al determinar qué corrección de errores utilizar. Junto con los pares del primer caudal de UE y la primera pérdida de paquetes de UE se pueden asociar también periodos de tiempo individuales que definen durante cuánto tiempo se debe utilizar cada par.

La Figura 6, en conjunto con la Figura 1, describe una realización de un método realizado por un UE 121 conectado de manera inalámbrica a una red de comunicación inalámbrica 100 para facilitar la transmisión de un flujo de medios en tiempo real desde un emisor hacia el UE. El método comprende enviar 302 una solicitud a la red, solicitando una predicción de pérdida de paquetes y una predicción de caudal para la transmisión de un flujo de medios en tiempo real desde la red hacia el UE, y recibir 304, de la red, información de un caudal de UE previsto y una pérdida de paquetes de UE prevista por la red en respuesta a la solicitud enviada 302. El UE puede luego enviar la información recibida de la red adicionalmente al emisor del flujo de medios para que el emisor haga una selección de una tasa de datos y corrección de errores adecuadas para el flujo de medios en tiempo real en base a la información del caudal de UE y la pérdida de paquetes previstos. Como alternativa, el UE puede hacer la selección y enviar la tasa de datos y corrección de errores seleccionadas al emisor del flujo de medios en tiempo real.

Según una realización, como se muestra también en la Figura 6, el método puede comprender además enviar 306 la información recibida al emisor del flujo de medios en tiempo real, el flujo de medios en tiempo real que se ha de enviar desde el emisor al UE. El emisor puede luego utilizar la información recibida del caudal de UE previsto y la pérdida de paquetes de UE prevista para seleccionar una tasa de datos y corrección de errores adecuadas.

Según otra realización mostrada en la Figura 6, el método puede comprender además recibir 308, de la red, información de un periodo de tiempo que define cuánto tiempo utilizar el caudal de UE previsto y la pérdida de paquetes de UE prevista. La información se puede enviar adicionalmente al emisor del flujo de medios que la utiliza para decidir la tasa de datos y la corrección de errores durante el periodo de tiempo definido para el flujo de medios. Alternativamente o además, se puede utilizar en el UE la información de periodo de tiempo.

En lo que sigue, se describe otra realización de la presente invención. La Figura 7 muestra una posible arquitectura lógica del sistema de esta realización. El sistema comprende un módulo 402 de estadísticas de radio que obtiene datos de las estadísticas de la red de radio de la red de comunicación, comprendiendo los datos de las estadísticas de la red de radio datos de la red de radio para UE individuales en diferentes celdas de la red, incluyendo el caudal de UE y la pérdida de paquetes de UE para los UE individuales. El módulo 402 de estadísticas de radio recopila y almacena las estadísticas de la red de radio, en donde los datos de la red de radio recopilados para un UE en un punto de tiempo se pueden almacenar como un mensaje de datos. El sistema comprende además un módulo 404 de predicción que predice la pérdida de paquetes y el caudal para UE individuales en un punto de tiempo posterior, en base a los datos de las estadísticas de la red de radio recopilados. El módulo 404 de predicción se conecta al módulo 402 de estadísticas de radio. El módulo 404 de predicción puede esperar una solicitud de predicción de un primer UE que ha de recibir o enviar de manera inalámbrica vídeo en tiempo real o de un proveedor de medios en tiempo real hasta que predice la pérdida de paquetes y el caudal para la transmisión de vídeo en tiempo real desde/a el primer UE. En la solicitud de predicción, el primer UE/proveedor de contenidos puede proporcionar opcionalmente al módulo 404 de predicción un periodo de tiempo el tiempo durante el cual se ha de utilizar la predicción. Una vez activado, el módulo 404 de predicción predice el futuro caudal y tasa de pérdida de paquetes para el primer UE en base a la salida del módulo 402 de estadísticas de radio. La salida del módulo 404 de predicción incluye el caudal de UE y la pérdida de paquetes de UE previstos y posiblemente también el periodo de tiempo, proporcionados por el UE/proveedor de contenidos, o por el propio módulo de predicción. El sistema comprende además un módulo 406 de optimización de FEC adaptativa conectado al módulo 404 de predicción. El módulo 406 de optimización de FEC toma la tasa de pérdida de paquetes de UE prevista, el caudal de UE previsto y el periodo de tiempo recibido del módulo 404 de predicción como entrada, y adapta la cantidad de paquetes de redundancia de FEC según el caudal y la tasa de pérdida de paquetes. Además, la cantidad adaptada de paquetes de redundancia FEC son utilizados luego por el emisor del vídeo al transmitir el vídeo.

En más detalle, el módulo 402 de estadísticas de radio recopila estadísticas de radio que incluyen datos de la red de radio tal como uno o más de medidas de calidad de radio de UE, carga de la celda en la que reside el UE y

parámetros de configuración de la celda, así como el caudal y pérdida de paquetes de UE para UE individuales. Esta información se envía al módulo 404 de predicción.

5 Las medidas de calidad de radio de UE pueden incluir uno o más de Indicador de Calidad del Canal, CQI, del UE, recibido de un periodo donde el UE informa de estimación de enlace descendente, rango de antena del UE, valores de Potencia Recibida de la Señal de Referencia, RSRP, y valores de Calidad Recibida de la Señal de Referencia, RSRQ, informados desde el UE. Las medidas de calidad de radio de UE anteriores indican la eficiencia del espectro cuando se asigna una cierta banda de frecuencia para el UE, por lo tanto, proporcionan una buena indicación para el caudal de UE. Además, las medidas de calidad de radio tienen un impacto en la Tasa de Error de Bloque, BLER, lo que resultará en diferente tasa de pérdida de paquetes.

15 La carga de la celda puede ser medida por uno o más de los siguientes: número de UE en la celda, número de UE activos en la celda, número de sub-bandas de frecuencia utilizadas. El número de sub-bandas de frecuencia utilizadas indica la capacidad total de la red y la carga indica la proporción de UE individuales en base al número de UE en la celda. Proporciona una buena indicación para el caudal de UE. También, la alta carga de la celda puede causar interferencia entre usuarios, resultando por tanto en más pérdida de paquetes.

20 Los parámetros de configuración de la Celda pueden ser uno o más de los siguientes: BLER de HARQ objetivo, máximo número de intentos de retransmisión ARQ o máximo número de intentos de retransmisión HARQ. Los parámetros de configuración de la celda mencionados proporcionan una buena indicación sobre la pérdida de paquetes. En particular, se puede proporcionar una fórmula simplificada. Por ejemplo, si suponemos que la BLER objetivo es del 10%, y el máximo número de intentos HARQ es 3, y el máximo número de intentos ARQ es 1, entonces la pérdida de paquetes debe ser del 0,1%. Esto significa que cada transmisión HARQ tiene una tasa de error promedio del 10%, y retransmitimos HARQ 3 veces. Así que en promedio, la tasa de pérdida es del  $10\%^3 = 0,1\%$ . Sin embargo, este cálculo puede ser demasiado simple, debido a las siguientes razones. En primer lugar, en diferentes condiciones de radio, la tasa de error HARQ en cada Intervalo de Tiempo de Transmisión, TTI, puede variar de la BLER objetivo. En segundo lugar, los errores HARQ pueden estar altamente correlacionados, de modo que si la primera transmisión es errónea, la segunda podría ser errónea con alta probabilidad, por ejemplo cuando un UE está en un túnel durante algunos segundos, toda la retransmisión HARQ fallará. Además, los bits sistemáticos en la transmisión inicial de un proceso HARQ son más importantes que los bits de paridad en las retransmisiones. Tal correlación y dependencia algunas veces dependen de las geografías y el comportamiento humano y son muy difíciles de conocer usando fórmulas, por lo tanto, es mejor utilizar un enfoque basado en aprendizaje automático impulsado por datos para hacer frente a esto.

35 Caudal y pérdida de paquetes de UE. El caudal y la pérdida de paquetes de UE son la realidad del terreno que se puede obtener del módulo de estadísticas de radio. Se utiliza para construir un modelo, pero no es necesario para hacer la predicción. El caudal de UE puede ser recopilado por contadores de celdas leídos. Las pérdidas de paquetes de nivel IP/UDP son ligeramente más difíciles de obtener, pero se pueden calcular a partir de estadísticas de ARQ y HARQ. Finalmente, para el vídeo en tiempo real, los paquetes que llegan demasiado tarde no son útiles ya que el vídeo ya se ha reproducido. Por lo tanto, se debe considerar como pérdida de paquetes. Por lo tanto, por ejemplo, podríamos considerar que todos los paquetes con retransmisión RLC llegan tarde y por lo tanto se pierden.

45 El módulo 404 de predicción. El objetivo del módulo de predicción es predecir la tasa de pérdida de paquetes potencial así como el caudal de UE en el siguiente periodo de tiempo requerido en base a las características recibidas del módulo 402 de estadísticas de radio. Para realizar una predicción más eficiente y precisa, se deben construir modelos pre-aprendidos para diferentes escalas de tiempo, y almacenarlos en una base de datos de modelos dentro del módulo de predicción.

50 Construcción del modelo. En nuestro caso, las características de entrada para la predicción son de los datos de la red de radio, por ejemplo, la calidad de radio del UE, la carga de la celda, y los parámetros de configuración de la celda, mientras que el caudal y pérdidas de paquetes de UE son la realidad del terreno utilizada para construir el modelo. Después de ejecutar el sistema durante un tiempo, el módulo de predicción podría obtener muestras de estadísticas de datos como se muestra en la Tabla 1 a continuación, en donde cada fila es una muestra de datos con valores para un UE en un punto de tiempo.

55

Tabla 1. Muestras de predicción

C Q I	R A N K	RS RP	RS RQ	Nr of activ e UEs	Nr of used freq sub- bands	Targ et BL ER	Max HAR Q	Time period	Pac- ket loss rate	Through- put
5	1	-100	-10	30	100	10%	4	5s	0.1%	1 Mbs
8	1	-90	-8	10	50	10%	4	5s	0,05%	1,35 Mbs
10	2	-80	-4	15	100	10%	6	10s	0,01%	1,75 Mbs
13	2	-75	-3	20	100	10%	8	10s	0,08%	1,2 Mbs
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

5 Básicamente, lo que el módulo de estadísticas de radio hace es en un tiempo aleatorio recopilar una muestra con las medidas de las calidades de radio de UE, carga y parámetros de configuración de la celda, por ejemplo, CQI, RANK, ... a máximo HARQ, y luego espera el tiempo especificado por los periodos de tiempo, y calcula el porcentaje de paquetes perdidos (incluyendo paquetes atrasados considerados como perdidos) desde el UE para esta muestra. Al hacer esto, obtenemos una muestra como se muestra en una fila de la tabla 1. Después de ejecutar el sistema durante un tiempo, el sistema puede obtener un montón de muestras. Después de ello, el módulo de estadísticas de radio envía las muestras, es decir, los datos de las líneas de la tabla 1 al módulo de predicción, y el módulo de predicción utiliza los datos para la predicción de futura pérdida de paquetes y caudal de UE, en base a un modelo construido sobre métodos de aprendizaje automático tal como árboles de decisión, bosque aleatorio, redes neuronales, máquinas de vectores de soporte, y aprendizaje profundo. El sistema podría construir diferentes modelos para diferentes periodos de tiempo, por ejemplo un modelo para utilizar el caudal y pérdida de paquetes de UE durante 5 segundos, otro modelo durante 30 segundos, etc.

15 Los modelos pueden ser actualizados, con aprendizaje en línea, o reconstruidos de vez en cuando. El mecanismo recopila los datos en línea actuales y espera hasta que hay disponibles suficientes datos para cada clase de escala de tiempo para construir el modelo, o utiliza datos históricos pasados combinados con más datos recientes para construir el modelo, o una combinación de los mismos. Cuando los modelos se crean fuera de línea, esto se tiene en cuenta en otros lugares.

25 Predicción de pérdida de paquetes y caudal utilizando el modelo. Después de que los modelos sean creados, el módulo 404 de predicción puede empezar a realizar predicciones. Al recibir una solicitud de predicción de pérdida de paquetes de una parte que ha de transmitir o recibir vídeo en tiempo real, es decir, de un emisor o un receptor de vídeo, en donde el receptor es un UE, el módulo de predicción de pérdida de paquetes debe seleccionar un modelo predefinido en base al periodo de tiempo para la predicción. Si no hay coincidencia exacta para el periodo de tiempo, se debe seleccionar el periodo de tiempo más cercano. Después de eso, el módulo 404 de predicción obtiene las características con respecto a este primer UE particular del módulo 402 de estadísticas de radio, y estima la tasa de pérdida de paquetes y caudal de UE. Finalmente, los resultados de la predicción se envían al módulo 406 de optimización de FEC, junto con los periodos de tiempo utilizados.

35 La salida del módulo 404 de predicción incluye un periodo de tiempo, un valor de caudal, y una tasa de pérdida de paquetes. El periodo de tiempo es la duración de esta predicción, es decir, cuánto tiempo es válida esta predicción. El caudal es el caudal máximo que se puede proporcionar al primer UE desde la red. La tasa de pérdida de paquetes es la tasa que experimentará el primer UE si el primer UE recibe en esta tasa máxima.

40 Además de esto, se pueden proporcionar al primer UE más predicciones sobre la tasa de pérdida de paquetes a diferentes caudales. Por ejemplo, el caudal máximo para el UE es 2Mb/s, y la tasa de pérdida de paquetes es del 1%. Pero si el primer UE solo recibe a 1Mb/s, la tasa de pérdida podría disminuir al 0,7%. Por lo tanto también se puede enviar al primer UE la predicción de 1Mb/s junto con la tasa de pérdida del 0,7%.

Finalmente, la predicción de pérdida de paquetes aquí es solo en el lado de la red de radio, es decir, desde la red de radio hacia el primer UE, mientras que la pérdida de paquetes de extremo a extremo podría ser ligeramente mayor. Aunque en general la mayor parte de la pérdida de paquetes se produce en radio. De modo que el módulo de optimización de FEC final debe utilizar predicción de pérdida de radio para obtener una predicción de pérdida de paquetes de extremo a extremo.

Modelos de predicción de aprendizaje automático. Un modelo de aprendizaje automático intenta tomar muestras con características y realidad del terreno, es decir, resultado previsto, y generar un modelo para predecir futuras muestras con características. Hay una diversidad de modelos diferentes, con diferentes tecnologías, tal como árboles de decisión, bosque aleatorio, redes neuronales, máquinas de vectores de soporte, y aprendizaje profundo. Un modelo simple para la predicción es árboles de decisión. Para bosque aleatorio, el modelo intenta generar una serie de árboles de decisión en base a los datos de entrenamiento y utilizar luego estos árboles para predicción futura. Al hacer la predicción, en cada nodo en un árbol, hay una verificación de condición de si el valor de una cierta característica (entre todas las características) es más pequeño que el valor especificado del nodo del árbol. Si la respuesta a la verificación de condición es SÍ, el modelo procede al nodo hijo izquierdo. De lo contrario, procede al nodo hijo derecho. El modelo pasa recursivamente a través de todos los niveles en un árbol, hasta que llega al nodo hoja del árbol, donde obtiene una estimación prevista. El proceso anterior se realiza para todos los árboles, lo que se puede hacer en paralelo para todos los árboles. Finalmente, hay una serie de estimaciones obtenidas de los árboles correspondientes. El promedio de estas estimaciones se utiliza como valor de predicción final. La Figura 8 ilustra un ejemplo de tal modelo de bosque aleatorio.

El módulo 406 de optimización de FEC Adaptativa. Para aplicaciones de vídeo de hoy en día, una trama de vídeo típicamente necesita ser fragmentada en una serie de paquetes, puesto que el tamaño de la trama de vídeo es generalmente mayor que la unidad de transmisión máxima, MTU, de la red. En una aplicación típica, una imagen de vídeo necesitará ser transmitida en alrededor de cinco a treinta paquetes. Dependiendo del códec de vídeo, un paquete que se pierde puede resultar en que una trama entera o una rodaja entera no sea decodificable. Por tanto, incluso una tasa de pérdida de paquetes relativamente baja puede causar degradación de la calidad visual significativa. Para resolver esto, en algunas aplicaciones de vídeo, se ha utilizado código FEC para añadir paquetes redundantes, que pueden ser utilizados por el receptor para detectar y recuperar paquetes perdidos.

En general, un algoritmo de FEC funciona de esta manera: el emisor de los paquetes de vídeo toma un grupo de N paquetes de datos que necesitan ser protegidos y aplica la operación OR, XOR exclusiva sobre las cabeceras y la carga útil de datos de los paquetes. Cualquier paquete que sea más pequeño que el paquete más grande en el grupo puede necesitar ser rellenado para lograr la misma longitud que el paquete más grande en el grupo. Esta operación genera un paquete de FEC que se envía al receptor junto con los paquetes de datos. Si cualquiera de los N paquetes de datos se pierde o no llega a tiempo, el receptor puede utilizar los N-1 paquetes de datos recibidos y el paquete redundante de FEC para recuperar el paquete perdido invirtiendo el proceso de generación de paquetes de FEC.

Hay un número considerable de documentos que detallan diferentes algoritmos de código de FEC adaptativa. Por ejemplo, la Protección de Nivel Desigual, ULP; FEC utiliza diferentes niveles de protección de FEC para datos de vídeo, dado que los datos en muchos formatos de codificación de vídeo se disponen en el orden de datos más importantes a datos menos importantes. Otro método de FEC es una FEC flexible que propone tres maneras diferentes de generar paquetes de FEC.

1. FEC no intercalada de 1-D: aplicar la operación XOR a cada N paquetes fuente consecutivos. Se comporta mejor cuando la pérdida de paquetes es aleatoria.
2. FEC no intercalada de 1-D: aplicar la operación XOR al grupo de los paquetes fuente cuyo número de secuencia están a N de distancia entre sí. Se comporta mejor cuando la pérdida de paquetes está en ráfaga.
3. FEC de paridad de 2-D: combina 1 y 2. Más protección pero también consume más ancho de banda de red.

Todas aquellas implementaciones diferentes de FEC se basan principalmente en un buen conocimiento de la tasa de pérdida de paquetes del canal de la red. Los algoritmos de FEC se adaptan por sí mismos cambiando la tasa de los paquetes redundantes codificados con FEC en base a la tasa de pérdida de paquetes actual del canal. Cuanto mejor conocimiento de la tasa de pérdida de paquetes se pueda obtener, mejor balance entre el uso de ancho de banda y los datos de vídeo en tiempo real reproducibles se puede lograr.

En una red actual ejemplar, aproximadamente el 90% de las pérdidas de paquetes se produce en un canal inalámbrico, de modo que la predicción de tasa de pérdida de paquetes desde la red puede representar de manera cercana la pérdida de paquetes de extremo a extremo. En la práctica, el UE podría añadir un poco más de porcentaje de pérdida de paquetes para compensar la pérdida de paquetes en las otras partes de la red.

Para cada algoritmo de FEC, se podrá establecer una tasa de redundancia de FEC específica en tiempo real en una predicción de tasa de pérdida de paquetes, caudal de red, formato de vídeo y/o tasa de fallo de decodificación de FEC, etc., específicos dados. Dado que un algoritmo de FEC no es parte de esta invención, no se discutirá en

- detalle aquí. Generalmente hablando, cuando la tasa de pérdida de paquetes aumenta o disminuye, este módulo de optimización de FEC incluirá por consiguiente más o menos paquetes de redundancia en el flujo de datos, para utilizar mejor el ancho de banda de la red. Por ejemplo, supongamos que la tasa de pérdida de paquetes prevista es del 10% y el caudal de UE es 1Mbps, el módulo de optimización de FEC puede decidir utilizar 800kbps para los paquetes de datos, y 200 kbps para los paquetes de redundancia de FEC. Cuando la tasa de pérdida de paquetes aumenta al 15% y el caudal de UE llega a 1,5 Mbps, el módulo de optimización de FEC puede decidir aumentar el porcentaje de paquetes de redundancia (por ejemplo, a 500 kbps) y utilizar menos porcentaje del ancho de banda (por ejemplo, 1 Mbps) para los paquetes de datos.
- La Figura 9, en conjunto con la Figura 1, muestra un sistema 600 operable en una red 100 de comunicación inalámbrica, configurada para determinar las condiciones de transmisión para un flujo de medios en tiempo real a ser transmitido de manera inalámbrica a un primer UE 121 que reside en una primera celda 115 servida por una primera estación base 110 de la red. El sistema 600 comprende un procesador 603 y una memoria 604. La memoria contiene instrucciones ejecutables por dicho procesador, por lo que el sistema 600 es operativo para obtener estadísticas de la red de radio de la primera celda, estadísticas de la red de radio que comprenden datos de la red de radio para individuos de una pluralidad de UE en la primera celda, caudal de UE para individuos de la pluralidad de UE, y pérdida de paquetes de UE para individuos de la pluralidad de UE. El sistema 600 es además operativo para obtener, en un segundo punto de tiempo que se produce más tarde en el tiempo que la obtención de las estadísticas de la red de radio, datos de la red de radio para el primer UE, determinar un primer caudal de UE previsto y una primera pérdida de paquetes de UE prevista en base a las estadísticas de la red de radio obtenidas de la primera celda y a los datos de la red de radio obtenidos para el primer UE, y activar el envío de información del primer caudal de UE previsto y de la primera pérdida de paquetes de UE prevista a un emisor del flujo de medios en tiempo real al primer UE.
- El sistema puede ser una estación base de la red de comunicación inalámbrica, tal como la primera estación base 110. La primera estación base puede luego ser operativa para medir datos de la red de radio, así como caudal de UE y pérdida de paquetes de UE, en sí, o para recibir mediciones de manera inalámbrica de la pluralidad de UE y del primer UE. Alternativamente, el sistema puede ser cualquier otro nodo de red del sistema de comunicación, tal como un nodo más alejado de los UE, por ejemplo, un nodo en la red central o un nodo en la red de acceso por radio, tal como otra estación base, un controlador de la red de radio, RNC, una MME, etc. En esta alternativa, la primera estación base es operativa para comunicar las mediciones de potencia al nodo de red que tiene el sistema. Alternativamente, el sistema puede ser un grupo de nodos de red, en donde la funcionalidad del sistema se reparte sobre diferentes nodos físicos, o virtuales, de la red. Estos últimos se pueden llamar una "solución de nube".
- Según una realización, el sistema es operable para obtener las estadísticas de la red de radio para individuos de la pluralidad de UE durante una pluralidad de diferentes periodos de tiempo, y el sistema es operable para obtener los datos de la red de radio para el primer UE durante un primer periodo de tiempo definido. El sistema es además operable para determinar el primer caudal de UE previsto y la primera pérdida de paquetes de UE prevista en base además a la pluralidad de diferentes periodos de tiempo y al primer periodo de tiempo.
- Según otra realización, el sistema es además operable para obtener un segundo periodo de tiempo que define cuánto tiempo utilizar el primer caudal de UE previsto y la primera pérdida de paquetes de UE prevista y para activar el envío de información del segundo periodo de tiempo al emisor.
- Según otra realización, el sistema es además operable para recibir una solicitud de predicción para la predecir pérdida de paquetes y el caudal para el primer UE, y el sistema es operable para realizar la obtención de datos de la red de radio para el primer UE y la determinación del primer caudal de UE previsto y la primera pérdida de paquetes de UE prevista en respuesta a la solicitud de predicción recibida.
- Según otra realización, el sistema es operable para determinar dos o más pares diferentes de primer caudal de UE y primera pérdida de paquetes de UE previstos. El sistema es además operable para activar el envío de información de los dos o más pares al emisor.
- Según otras realizaciones, el sistema 600 puede comprender además una unidad de comunicación 602, que puede considerarse que comprende medios convencionales para comunicarse desde y/o con otros nodos en la red 100, tal como la primera y segundas estaciones base 110, 112, los UE 121, 122, MME 130, etc. La unidad de comunicación 602 puede comprender uno o más puertos de comunicación para comunicarse con los otros nodos en la red, o, en caso de que el sistema sea una estación base, transceptores para transmitir y recibir señales inalámbricas desde/a los UE. Las instrucciones ejecutables por dicho procesador 603 se pueden disponer como un programa informático 605 almacenado por ejemplo, en dicha memoria 604. El procesador 603 y la memoria 604 se pueden disponer en una subdisposición 601. La subdisposición 601 puede ser un microprocesador y software y almacenamiento adecuados por lo tanto, un Dispositivo Lógico Programable, PLD, u otro(s) componente(s)/circuito(s) de procesamiento electrónico(s) configurado(s) para realizar las acciones y/o métodos mencionados anteriormente.
- La Figura 10, en conjunto con la Figura 1, describe otra realización de un sistema 600 operable en una red 100 de comunicación inalámbrica, configurado para determinar las condiciones de transmisión para un flujo de medios en

tiempo real a ser transmitido de manera inalámbrica a un primer UE 121 que reside en una primera celda 115 servida por una primera estación base 110 de la red. El sistema 600 comprende un primer módulo 702 de obtención para obtener estadísticas de la red de radio de la primera celda, comprendiendo las estadísticas de la red de radio datos de la red de radio para individuos de una pluralidad de UE en la primera celda, caudal de UE para individuos de la pluralidad de UE, y pérdida de paquetes de UE para individuos de la pluralidad de UE, y un segundo módulo 704 de obtención para obtener, en un segundo punto de tiempo que se produce más tarde en el tiempo que la obtención de las estadísticas de la red de radio, datos de la red de radio para el primer UE. El sistema 600 comprende además un módulo 706 de determinación para determinar un primer caudal de UE previsto y una primera pérdida de paquetes de UE prevista en base a las estadísticas de la red de radio obtenidas de la primera celda y a los datos de la red de radio obtenidos para el primer UE, y un módulo 708 de activación para activar el envío de información del primer caudal de UE previsto y de la primera pérdida de paquetes de UE prevista a un emisor del flujo de medios en tiempo real al primer UE. El sistema 600 puede comprender además una unidad 602 de comunicación similar a la unidad de comunicación de la Figura 9.

La Figura 11, en conjunto con la Figura 1, describe un UE 121 operable para ser conectado de manera inalámbrica a una red 100 de comunicación inalámbrica para facilitar la transmisión de un flujo de medios en tiempo real desde un emisor hacia el UE. El UE 121 comprende un procesador 803 y una memoria 804. La memoria contiene instrucciones ejecutables por dicho procesador, por lo que el UE 121 es operable para enviar una solicitud a la red, solicitar una predicción de pérdida de paquetes y una predicción de caudal para la transmisión de un flujo de medios en tiempo real desde la red hacia el UE, y recibir, de la red, información de un caudal de UE previsto y una pérdida de paquetes de UE prevista por la red en respuesta a la solicitud enviada.

Según una realización, el UE es además operativo para enviar la información recibida al emisor del flujo de medios en tiempo real al UE.

Según otra realización, el UE es además operativo para recibir, de la red, información de un periodo de tiempo que define cuánto tiempo utilizar el caudal de UE previsto y la pérdida de paquetes de UE prevista.

Según las otras realizaciones, el UE 121 puede comprender además una unidad 802 de comunicación, que puede considerarse que comprende medios convencionales para comunicarse desde y/o con otros nodos en la red 100, tal como la primera y segunda estaciones base. La unidad 802 de comunicación puede comprender uno o más transceptores para transmitir y recibir señales inalámbricas a/desde las estaciones base. Las instrucciones ejecutables por dicho procesador 803 se pueden disponer como un programa informático 805 almacenado en dicha memoria 804. El procesador 803 y la memoria 804 se pueden disponer en una subdisposición 801. La subdisposición 801 puede ser un microprocesador y software y almacenamiento adecuados por lo tanto, un Dispositivo Lógico Programable, PLD, u otro(s) componente(s)/circuito(s) de procesamiento electrónico(s) configurado(s) para realizar las acciones y/o métodos mencionados anteriormente. El UE puede comprender además una fuente de alimentación tal como una batería 807 para suministrar energía eléctrica al primer UE.

La Figura 12, en conjunto con la Figura 1, muestra otra realización de un UE 121 operable para ser conectado de manera inalámbrica a una red 100 de comunicación inalámbrica para facilitar la transmisión de un flujo de medios en tiempo real desde la red hacia el UE. El UE 121 comprende un módulo 902 de envío para enviar una solicitud a la red, solicitar una predicción de pérdida de paquetes y una predicción de caudal para la transmisión de un flujo de medios en tiempo real desde la red hacia el UE, y un módulo 904 de recepción para recibir, de la red, información de un caudal de UE previsto y una pérdida de paquetes de UE prevista por la red en respuesta a la solicitud enviada. El UE 121 puede comprender además una unidad 802 de comunicación y una batería 807 similar a la unidad de comunicación y batería de la Figura 11.

Los programas informáticos 605 y 805 pueden comprender respectivamente medios de código legibles por ordenador, que cuando se ejecutan en el sistema 600/el UE 121 causan que el sistema/el UE realice los pasos descritos en cualquiera de las realizaciones descritas del respectivo sistema/UE. El respectivo programa informático 605;805 puede ser llevado a cabo por un producto de programa informático conectable al respectivo procesador 603; 803. El producto de programa informático puede ser la memoria 604; 804. La memoria 604; 804 se puede realizar como por ejemplo una RAM (memoria de acceso aleatorio), ROM (Memoria de Solo Lectura) y una EEPROM (ROM Programable y Borrable Eléctricamente). Además, el programa informático puede ser llevado a cabo por un medio legible por ordenador separado, tal como un CD, DVD o memoria flash, desde el que el respectivo programa podría ser descargado en la respectiva memoria 604; 804. Alternativamente, el respectivo programa informático se puede almacenar en un servidor o cualquier otra entidad conectada a la red de comunicación a la que el sistema/UE tiene acceso a través de la unidad de comunicación 602; 802 del respectivo sistema y UE. El programa informático puede luego ser descargado desde el servidor a la memoria 604; 804.

Aunque la descripción anterior contiene una pluralidad de especificidades, éstas no se deben interpretar como limitativas del alcance del concepto descrito en la presente memoria sino como simplemente para proporcionar ilustraciones de algunas realizaciones ejemplares del concepto descrito. Se apreciará que el alcance del concepto descrito en el presente documento abarca completamente otras realizaciones que pueden resultar obvias para los expertos en la técnica, y que el alcance del concepto descrito en el presente documento no debe por consiguiente

5 limitarse. No se hace referencia a un elemento en singular y en los datos de la red de radio obtenidos para el primer UE, y un módulo de activación 8 para activar el envío de información del primer caudal de UE previsto y de d del fi previsto son conocidos para los expertos en la técnica se incorporan de manera expresa de manera expresa por referencia y se pretende que estén abarcados por el presente documento. Además, no es necesario que un apartado o método aborde todos y cada uno de los problemas que pretenden ser resueltos por el concepto descrito en el presente documento, para que sean abarcados por la presente memoria. En las figuras ejemplares, una línea discontinua generalmente significa que lo que está dentro de la línea discontinua es opcional.

## REIVINDICACIONES

- 5 1. Un método realizado por un sistema de una red (100) de comunicación inalámbrica para determinar las condiciones de transmisión para un flujo de medios en tiempo real a ser transmitido de manera inalámbrica a un primer Equipo de Usuario, UE, (121) que reside en una primera celda (115) servida por una primera estación base (110) de la red, comprendiendo el método:
- 10 obtener (202) estadísticas de la red de radio de la primera celda, comprendiendo las estadísticas de la red de radio datos de la red de radio para individuos de una pluralidad de UE en la primera celda, caudal de UE para individuos de la pluralidad de UE, y pérdida de paquetes de UE para individuos de la pluralidad de UE;
- 15 obtener (204), en un segundo punto de tiempo que se produce más tarde en el tiempo que la obtención de las estadísticas de la red de radio, datos de la red de radio para el primer UE, determinar (206) un primer caudal de UE previsto y una primera pérdida de paquetes de UE prevista en base a las estadísticas de la red de radio obtenidas de la primera celda y los datos de la red de radio obtenidos para el primer UE, y activar el envío (208) de información del primer caudal de UE previsto y de la primera pérdida de paquetes de UE prevista a un emisor del flujo de medios en tiempo real al primer UE.
- 20 2. Método según la reivindicación 1, en donde los datos de la red de radio para individuos de una pluralidad de UE en la primera celda comprenden uno o más de los siguientes: una serie de indicaciones de la calidad de radio para individuos de la pluralidad de UE en la primera celda, carga de la primera celda, una serie de parámetros de configuración de la celda que indican pérdida de paquetes para individuos de la pluralidad de UE.
- 25 3. Método según la reivindicación 1 o 2, en donde los datos de la red de radio para el primer UE comprenden uno o más de los siguientes: una serie de indicaciones de la calidad de radio para el primer UE en el segundo punto de tiempo, carga de la primera celda en el segundo punto de tiempo, una serie de parámetros de configuración de la celda que indican pérdida de paquetes para el primer UE en el segundo punto de tiempo.
- 30 4. Un método realizado por un UE (121) que se conecta de manera inalámbrica a una red (100) de comunicación inalámbrica para facilitar la transmisión de un flujo de medios en tiempo real desde un emisor hacia el UE, comprendiendo el método:
- 35 enviar (302) una solicitud a la red, solicitando una predicción de pérdida de paquetes y una predicción de caudal para la transmisión de un flujo de medios en tiempo real desde la red hacia el UE, y **caracterizado por** recibir (304), de la red, información de un caudal de UE previsto y una pérdida de paquetes de UE prevista por la red en respuesta a la solicitud enviada (302).
- 40 5. Un sistema (600) operable en una red (100) de comunicación inalámbrica configurada para determinar las condiciones de transmisión para un flujo de medios en tiempo real a ser transmitido de manera inalámbrica a un primer UE (121) que reside en una primera celda (115) servida por una primera estación base (110) de la red, comprendiendo el sistema (600) un procesador (603) y una memoria (604), conteniendo dicha memoria instrucciones ejecutables por dicho procesador, por lo que el sistema (600) es operativo para:
- 45 obtener estadísticas de la red de radio de la primera celda, comprendiendo las estadísticas de la red de radio datos de la red de radio para individuos de una pluralidad de UE en la primera celda, caudal de UE para individuos de la pluralidad de UE, y pérdida de paquetes de UE para individuos de la pluralidad de UE;
- 50 obtener, en un segundo punto de tiempo que se produce más tarde en el tiempo que la obtención de las estadísticas de la red de radio, datos de la red de radio para el primer UE, determinar un primer caudal de UE previsto y una primera pérdida de paquetes de UE prevista en base a las estadísticas de la red de radio obtenidas de la primera celda y a los datos de la red de radio obtenidos para el primer UE, y activar el envío de información del primer caudal de UE previsto y de la primera pérdida de paquetes de UE prevista a un emisor del flujo de medios en tiempo real al primer UE.
- 55 6. El sistema según la reivindicación 5, en donde el sistema es operable para obtener las estadísticas de la red de radio para individuos de la pluralidad de UE sobre una pluralidad de diferentes periodos de tiempo, y en donde el sistema es operable para obtener los datos de la red de radio para el primer UE durante un primer periodo de tiempo definido, y en donde el sistema es operable para determinar el primer caudal de UE previsto y la primera pérdida de paquetes de UE prevista en base además a la pluralidad de diferentes periodos de tiempo y al primer periodo de tiempo.
- 60 7. Sistema según la reivindicación 5 o 6, en donde el sistema es además operable para obtener un segundo periodo de tiempo que define cuánto tiempo utilizar el primer caudal de UE previsto y la primera pérdida de paquetes de UE prevista y para activar el envío de información del segundo periodo de tiempo al emisor.
- 65

- 5 8. Sistema según cualquiera de las reivindicaciones 5-7, en donde el sistema es además operable para recibir una solicitud de predicción para predecir la pérdida de paquetes y el caudal para el primer UE, y en donde el sistema es operable para realizar la obtención de datos de la red de radio para el primer UE y la determinación del primer caudal de UE previsto y la primera pérdida de paquetes de UE prevista en respuesta a la solicitud de predicción recibida.
- 10 9. Sistema según cualquiera de las reivindicaciones 5-8, en donde el sistema es operable para determinar dos o más pares diferentes del primer caudal de UE y primera pérdida de paquetes de UE previstos, y en donde el sistema es operable para activar el envío de información de los dos o más pares al emisor.
- 15 10. Un Equipo de Usuario, UE, (121) operable para ser conectado de manera inalámbrica a una red (100) de comunicación inalámbrica para facilitar la transmisión de un flujo de medios en tiempo real desde un emisor hacia el UE, comprendiendo el UE (121) un procesador (803) y una memoria (804), conteniendo dicha memoria instrucciones ejecutables por dicho procesador, por lo que el UE (121) es operativo para:
- 20       enviar una solicitud a la red, solicitando una predicción de pérdida de paquetes y una predicción de caudal para la transmisión de un flujo de medios en tiempo real desde la red hacia el UE, y **caracterizado por que** es además operativo para recibir, de la red, información de un caudal de UE previsto y una pérdida de paquetes de UE prevista por la red en respuesta a la solicitud enviada.
- 25 11. Un UE según la reivindicación 10, que es operativo además para enviar la información recibida al emisor del flujo de medios en tiempo real al UE.
- 30 12. UE según la reivindicación 10 u 11, siendo operativo además para recibir, de la red, información de un periodo de tiempo que define cuánto tiempo utilizar el caudal de UE previsto y la pérdida de paquetes de UE prevista.
- 35 13. Un programa informático (605) que comprende medios de código legibles por ordenador a ser ejecutados en un sistema (600) de una red de comunicación inalámbrica, configurado para determinar las condiciones de transmisión para un flujo de medios en tiempo real a ser transmitido de manera inalámbrica a un primer UE (121) que reside en una primera celda (115) servida por una primera estación base (110) de la red, cuyos medios de código legibles por ordenador cuando se ejecutan en el sistema causan que el sistema (600) realice los siguientes pasos:
- 40       obtener estadísticas de la red de radio de la primera celda, comprendiendo las estadísticas de la red de radio datos de la red de radio para individuos de una pluralidad de UE en la primera celda, caudal de UE para individuos de la pluralidad de UE, y pérdida de paquetes de UE para individuos de la pluralidad de UE; obtener, en un segundo punto de tiempo que se produce más tarde en el tiempo que la obtención de las estadísticas de la red de radio, datos de la red de radio para el primer UE, determinar un primer caudal de UE previsto y una primera pérdida de paquetes de UE prevista en base a las estadísticas de la red de radio obtenidas de la primera celda y a los datos de la red de radio obtenidos para el primer UE, y activar el envío de información del primer caudal de UE previsto y de la primera pérdida de paquetes de UE prevista a un emisor del flujo de medios en tiempo real al primer UE.
- 45 14. Un soporte que contiene el programa informático (605) según la reivindicación 13, en donde el soporte es uno de una señal electrónica, señal óptica, señal de radio o medio de almacenamiento legible por ordenador.
- 50 15. Un programa informático (805) que comprende medios de código legibles por ordenador a ser ejecutados en un UE (121) conectable de manera inalámbrica a una red (100) de comunicación inalámbrica para facilitar la transmisión de un flujo de medios en tiempo real desde un emisor hacia el UE, cuyos medios de código legibles por ordenador cuando se ejecutan en el UE causan que el UE (121) realice los siguientes pasos:
- 55       enviar una solicitud a la red, solicitando una predicción de pérdida de paquetes y una predicción de caudal para la transmisión de un flujo de medios en tiempo real desde la red hacia el UE, y **caracterizado por** recibir, de la red, información de un caudal de UE previsto y una pérdida de paquetes de UE prevista por la red en respuesta a la solicitud enviada.
- 60 16. Un soporte que contiene el programa informático (805) según la reivindicación 15, en donde el soporte es uno de una señal electrónica, señal óptica, señal de radio o medio de almacenamiento legible por ordenador.

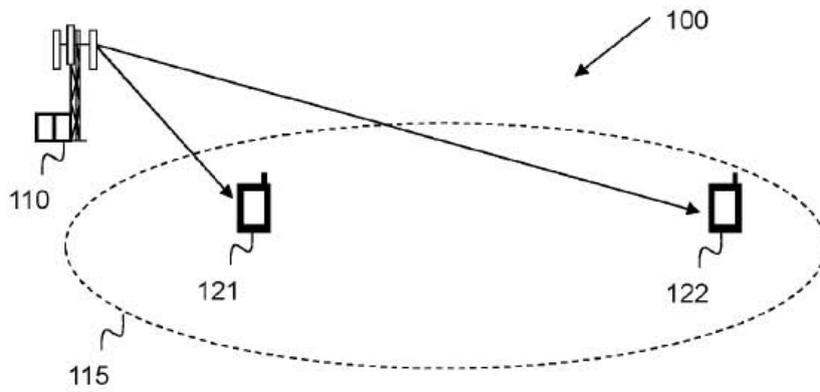


Fig. 1

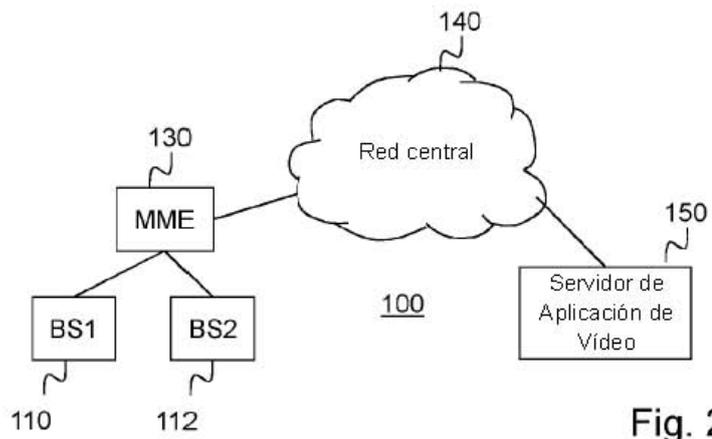


Fig. 2

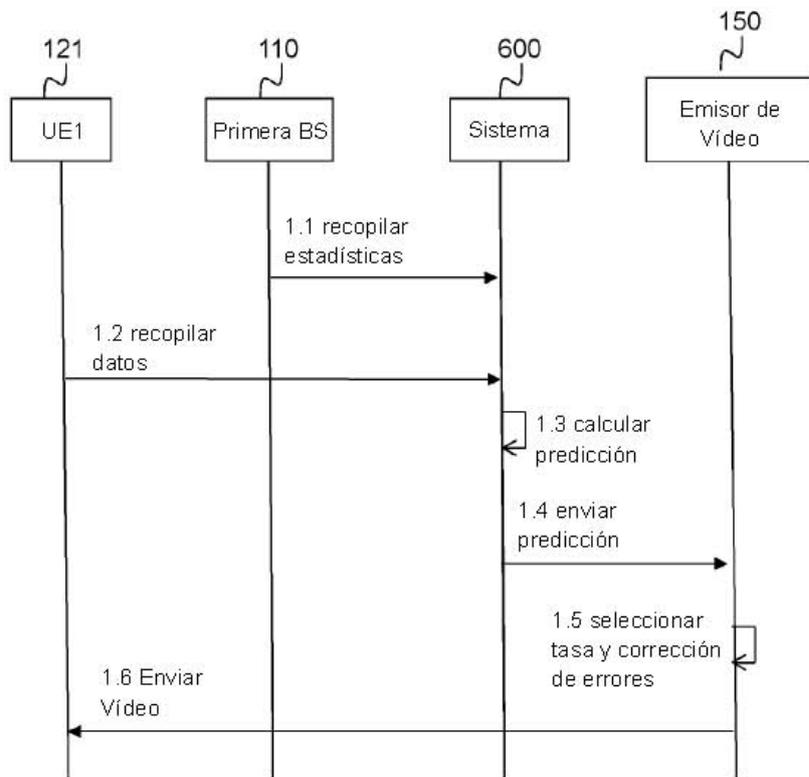


Fig. 3

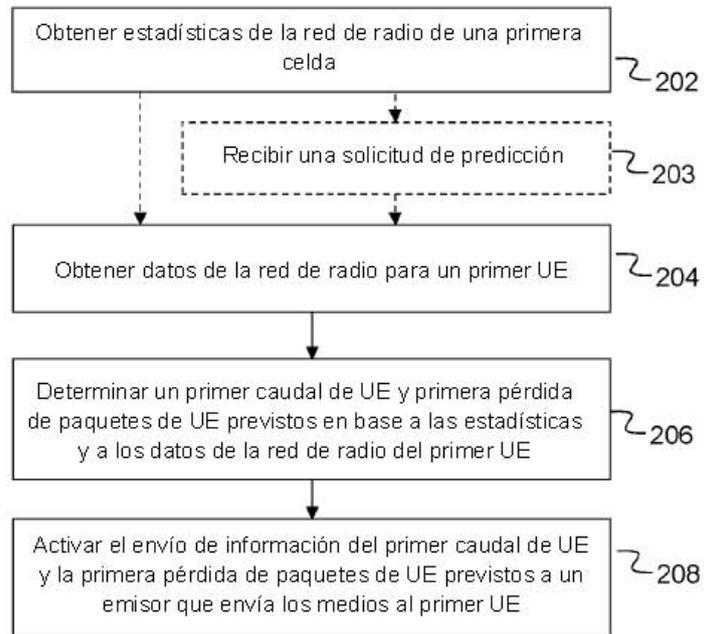


Fig. 4

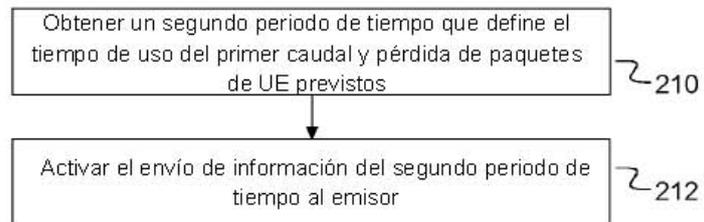


Fig. 5

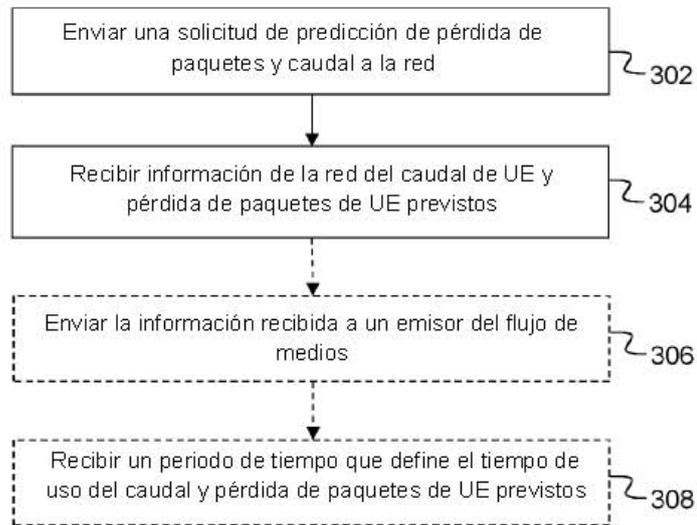


Fig. 6

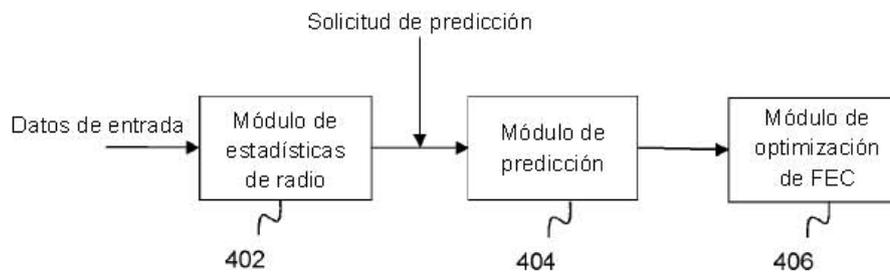


Fig. 7

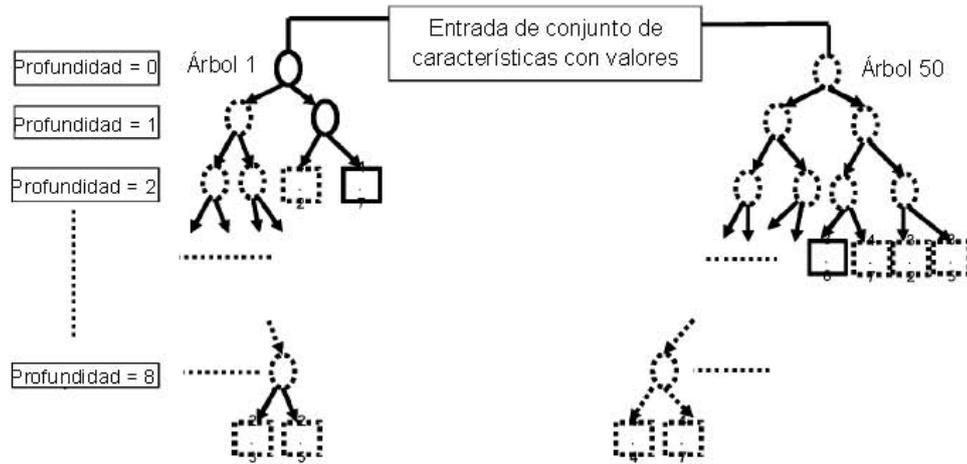


Fig. 8

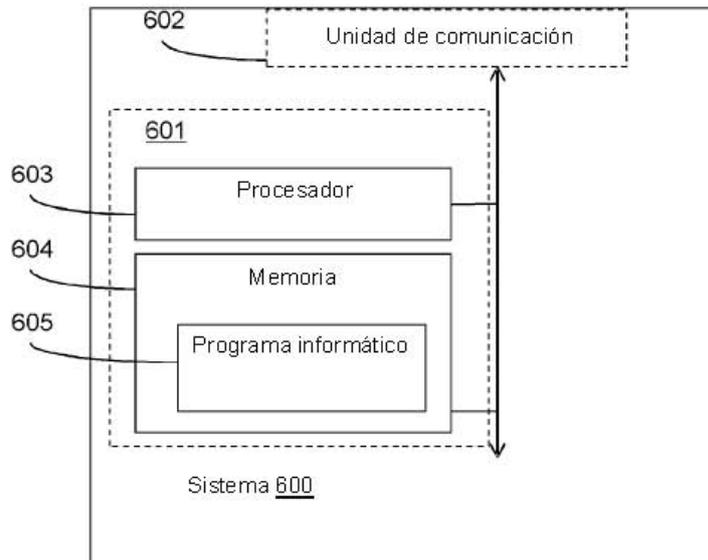


Fig. 9

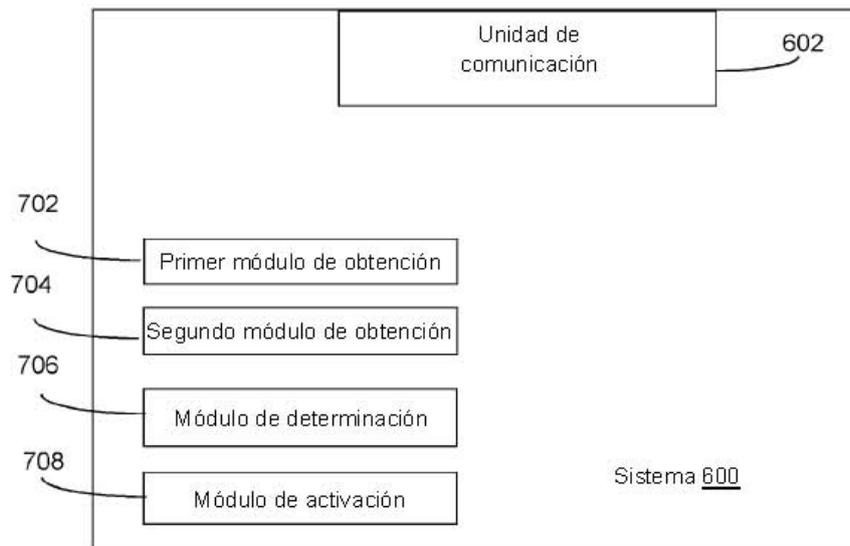


Fig. 10

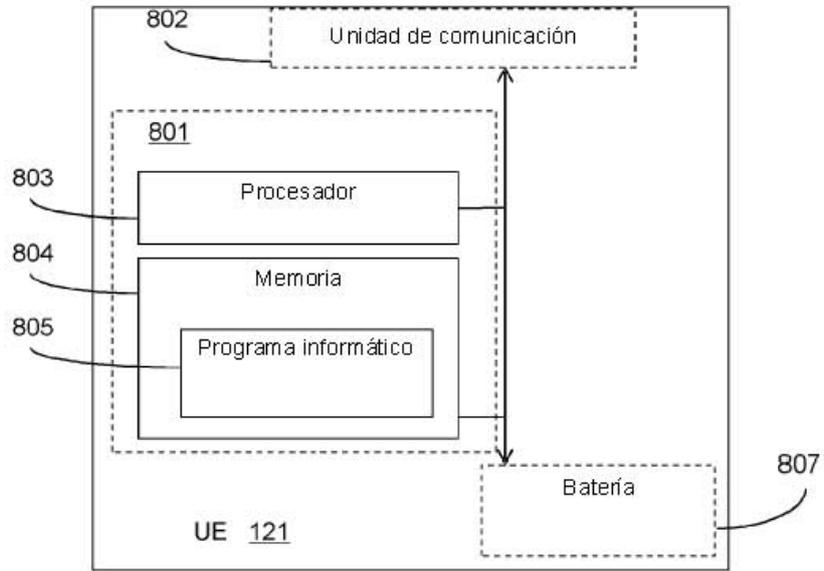


Fig. 11

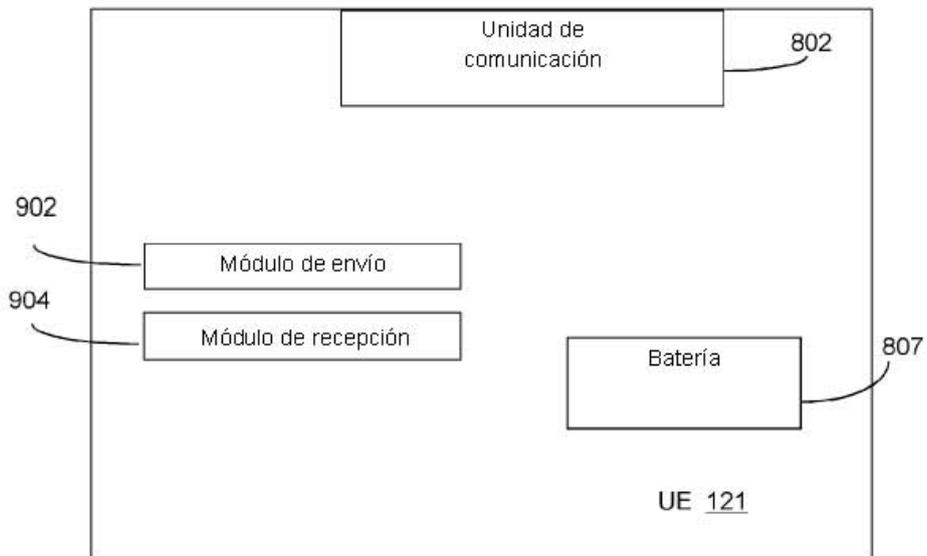


Fig. 12