

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 817 907**

51 Int. Cl.:

H04L 29/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **08.05.2015 PCT/SE2015/050519**

87 Fecha y número de publicación internacional: **17.11.2016 WO16182482**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **08.05.2015 E 15724394 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **22.07.2020 EP 3295638**

54 Título: **Gestión de memoria intermedia recomendada de red de una aplicación de servicio en un dispositivo de radio**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
08.04.2021

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

72 Inventor/es:
**SINTORN, MATHIAS;
ERIKSSON, ANN-CHRISTINE;
ANDERSSON, ERIC y
VOIGT, LOTTA**

74 Agente/Representante:
ELZABURU, S.L.P

ES 2 817 907 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

Gestión de memoria intermedia recomendada de red de una aplicación de servicio en un dispositivo de radio

Campo técnico

5 La presente descripción se refiere a métodos y dispositivos para gestión de memoria intermedia de una aplicación de servicio en un dispositivo de radio.

Antecedentes

10 La adaptación de contenido es un método para transformar el contenido de un servicio multimedia conforme a las capacidades del dispositivo y de la red. Es especialmente útil en redes móviles y con dispositivos móviles, ya que las capacidades de la red varían en diferentes tecnologías, pero también en diferentes lugares y tiempos. Por ejemplo, un usuario que se mueve en una red móvil experimentará un rendimiento diferente debido al cambio en la cobertura y al cambio en la carga de tráfico, y la carga de tráfico en la red variará con el tiempo.

Ejemplos de medios son video, audio e imágenes, y las acciones de adaptación son transformar la tasa de los medios de video y audio, y la resolución de las imágenes.

15 La transmisión de Tasa de Bits Adaptativa (ABR) es una técnica utilizada para la transmisión de medios. Las técnicas actuales de transmisión adaptativa se basan principalmente en el Protocolo de Transferencia de Hipertexto (HTTP). El principio es codificar los medios en múltiples tasas de bits, y luego segmentar cada uno de los archivos multimedia codificados en fragmentos más pequeños. Se informa al cliente de las tasas de medios disponibles y de la longitud de los segmentos. Al transmitir los medios, el cliente selecciona una tasa de medios para cada segmento que sea adecuada según el rendimiento experimentado en la red, y se adapta a los cambios de rendimiento. Por lo general, el cliente comienza a descargar el primero o unos pocos segmentos a la tasa de medios más baja. Si la tasa de bits de descarga es mayor que la tasa de bits multimedia, el cliente descargará el siguiente segmento seleccionando una tasa de medios más alta, y así sucesivamente. Más tarde, si la tasa de bits de descarga ha disminuido por debajo de la tasa de bits multimedia, el cliente descargará segmentos seleccionando una tasa de medios más baja.

20 Las Transmisión Dinámica Adaptativa sobre HTTP (DASH), también conocida como Grupo de Expertos en Imágenes en Movimiento (MPEG)-DASH es la única solución de transmisión de tasa de bits adaptativa basada en HTTP que es un estándar internacional. También existen otras soluciones de transmisión de tasa de bits adaptativa basadas en HTTP, tal como Transmisión en Directo HTTP (HLS).

30 Se conoce el hecho de proporcionar métodos para estimar el rendimiento como se describe, por ejemplo, en los documentos WO 2012/118414 y WO 2010/066855.

35 Hoy en día, la adaptación de contenido se basa en mediciones a partir de la descarga de segmentos previos según se ve desde el lado del cliente en el dispositivo, por ejemplo, un Equipo de Usuario (UE), que puede diferir del estado actual y del estado en el futuro cercano en la red. Por lo tanto, las decisiones que se toman en el cliente sobre la adaptación de contenidos tienden a ser más reactivas que proactivas. En un entorno móvil, las condiciones cambian muy rápidamente, por ejemplo, el UE puede cambiar de ubicación dando como resultado un cambio en la calidad y el rendimiento del enlace de radio. El número de usuarios que comparten los mismos recursos de radio puede disminuir o aumentar dando también como resultado un cambio del rendimiento disponible para el UE.

Además, un UE llena la memoria intermedia de aplicación de una aplicación de servicio para el servicio en función del estado de la memoria intermedia, independientemente del ancho de banda disponible.

40 El documento US 2012/0324123 A1 divulga un dispositivo intermedio que recibe un mensaje de datos de contenido dirigido a un dispositivo receptor para una sesión de comunicación entre un dispositivo fuente y el dispositivo receptor. El dispositivo intermedio sustituye los datos de contenido adaptados por los datos de contenido del mensaje de datos de contenido, y a continuación envía los datos de contenido adaptados al dispositivo receptor de modo que parezca al dispositivo receptor que los datos de contenido adaptados se originaron desde el dispositivo fuente. El dispositivo intermedio intercepta de forma transparente la comunicación desde el dispositivo fuente al dispositivo receptor.

45 El documento US 2006/0209856 A1 describe un esquema de almacenamiento en memoria intermedia adaptativo que permite un transporte y un almacenamiento en memoria intermedia de medios más eficaces. En un aspecto del esquema de almacenamiento en memoria intermedia adaptativo, los parámetros de almacenamiento en memoria intermedia se adaptan a diferentes características de los medios, tales como los comandos de reproducción multimedia o la cantidad de codificación/transcodificación requerida para el flujo de medios en particular. En otro aspecto del esquema de almacenamiento en memoria intermedia adaptativo, el almacenamiento en memoria intermedia está adaptado a diferentes condiciones de transmisión o de memoria, como la tasa de transmisión, la fluctuación de los paquetes o la cantidad de memoria intermedia disponible.

El documento EP2403290 A1 divulga una red de telecomunicaciones móviles que incluye una red central y una de acceso por radio que incluye medios de control operables para controlar la asignación de recursos de red a los terminales móviles, y siendo los medios de control operables para calibrar las condiciones de radio disponibles para los terminales móviles y para controlar la transmisión de datos entre la red de acceso por radio y los terminales móviles dependientes de la misma. El documento US 2012/009890 A1 describe un método para proporcionar servicios de transmisión geo-predictiva. Un terminal móvil recibe una indicación de los parámetros de rendimiento de la red asociados con un tiempo y una ubicación correspondientes de una ruta proyectada del terminal móvil, determina si una porción de la ruta proyectada corresponde a un evento de interrupción con respecto a los datos que se transmiten al terminal móvil, y, en respuesta a una determinación de que el evento de interrupción corresponde a la parte de la ruta proyectada, provoca la comunicación de información a un servidor de transmisión que proporciona los datos que se transmiten para provocar una modificación en la tasa de transmisión de datos a la que se han de transmitir los datos al terminal móvil.

Compendio

La invención se define en las reivindicaciones anexas. Un objetivo de la presente descripción consiste en mejorar la gestión de memoria intermedia de una memoria intermedia de aplicación de una aplicación de servicio, especialmente para proporcionar un servicio de medios. De acuerdo con la presente divulgación, la red obtiene información sobre un ancho de banda futuro previsto que estará disponible para la aplicación de servicio, así como sobre el estado de la memoria intermedia de aplicación, y prepara una recomendación para la aplicación de servicio sobre cómo gestionar la memoria intermedia de aplicación, específicamente cuándo (en el tiempo) ha de descargar segmentos de medios en la memoria intermedia. El dispositivo de radio, típicamente la aplicación de servicio presente en el mismo, puede entonces considerar la recomendación en el momento de gestionar la memoria intermedia de aplicación.

Según un aspecto de la presente descripción, se proporciona un método que se lleva a cabo en una red de comunicaciones. El método comprende obtener una predicción del ancho de banda futuro disponible de una portadora de radio para una aplicación de servicio en un dispositivo de radio conectado a dicha red. El método también comprende recibir información sobre el estado de una memoria intermedia de aplicación de la aplicación de servicio. El método también comprende, en base a la predicción obtenida y a la información de la memoria intermedia recibida, preparar una recomendación para la aplicación de servicio sobre cuándo llenar una memoria intermedia de aplicación de la aplicación de servicio. El método también comprende iniciar el envío de un mensaje de recomendación, que comprende la recomendación preparada, al dispositivo de radio.

Según otro aspecto de la presente descripción, se proporciona un producto de programa informático que comprende componentes ejecutables con ordenador para hacer que un nodo de la red de comunicación ejecute una realización del método llevado a cabo en la red de comunicación de la presente descripción cuando los componentes ejecutables con ordenador se ejecutan en circuitería de procesador incluida en el nodo.

Según otro aspecto de la presente descripción, se proporciona un nodo para una red de comunicación. El nodo comprende circuitería de procesador y una unidad de almacenamiento que almacena instrucciones ejecutables por dicha circuitería de procesador, con lo que dicho nodo está operativo para obtener una predicción del ancho de banda disponible futuro de una portadora de radio para una aplicación de servicio en un dispositivo de radio conectado a dicha red. El nodo también está operativo para recibir información sobre el estado de una memoria intermedia de aplicación de la aplicación de servicio. El nodo también está operativo, en base a la predicción obtenida y a la información de memoria intermedia recibida, para preparar una recomendación para la aplicación de servicio sobre cuándo llenar una memoria intermedia de aplicación de la aplicación de servicio. El nodo también está operativo para iniciar el envío de un mensaje de recomendación, que comprende la recomendación preparada, al dispositivo de radio.

Según otro aspecto de la presente descripción, se proporciona un método llevado a cabo en un dispositivo de radio conectado a una red de comunicación. El método comprende ejecutar una aplicación de servicio que tiene una memoria intermedia de aplicación. El método también comprende enviar información sobre el estado de la memoria intermedia de aplicación a la red de comunicación. El método también comprende recibir, desde la red de comunicación, un mensaje de recomendación que comprende una recomendación sobre cuándo llenar la memoria intermedia de aplicación. El método también comprende determinar, en base a la recomendación recibida, un período de tiempo durante el cual se ha de llenar la memoria intermedia de aplicación. El método también comprende enviar una solicitud a un proveedor de servicio de la aplicación de servicio para descargar datos a la memoria intermedia de aplicación durante el período de tiempo determinado.

Según otro aspecto de la presente descripción, se proporciona un producto de programa informático que comprende componentes ejecutables por ordenador para hacer que un dispositivo de radio de una red de comunicación ejecute una realización del método llevado a cabo en un dispositivo de radio de la presente divulgación cuando los componentes ejecutables por ordenador se ejecutan en circuitería de procesador incluida en el dispositivo de radio.

Según otro aspecto de la presente descripción, se proporciona un dispositivo de radio para la comunicación a través de una red de comunicación. El dispositivo de radio comprende circuitería de procesador y una unidad de

- almacenamiento que almacena instrucciones ejecutables por medio de dicha circuitería de procesador, con lo que dicho dispositivo de radio está operativo para ejecutar una aplicación de servicio que tiene una memoria intermedia de aplicación. El dispositivo de radio también es operativo para enviar información sobre el estado de la memoria intermedia de aplicación a la red de comunicación. El dispositivo de radio también es operativo para recibir, desde la red de comunicación, un mensaje de recomendación que comprende una recomendación sobre cuándo llenar la memoria intermedia de aplicación. El dispositivo de radio también es operativo para determinar, en base a la recomendación recibida, un período de tiempo durante el cual ha de llenar la memoria intermedia de aplicación. El dispositivo de radio también es operativo para enviar una solicitud a un proveedor de servicio de la aplicación de servicio para descargar datos a la memoria intermedia de aplicación durante el período de tiempo determinado.
- Según otro aspecto de la presente descripción, se proporciona un programa informático que comprende un código de programa informático que está capacitado para, cuando se ejecuta en circuitería de procesador de un nodo de una red de comunicación, hacer que el nodo obtenga una predicción del ancho de banda disponible futuro de una portadora de radio para una aplicación de servicio en un dispositivo de radio conectado a dicha red. El código también está capacitado para hacer que el nodo reciba información sobre el estado de una memoria intermedia de aplicación de la aplicación de servicio. El código también está capacitado para hacer que el nodo, en base a la predicción obtenida y a la información de memoria intermedia recibida, prepare una recomendación para la aplicación de servicio sobre cuándo ha de llenar su memoria intermedia de aplicación. El código también está capacitado para hacer que el nodo inicie el envío de un mensaje de recomendación, que comprende la recomendación preparada, al dispositivo de radio.
- Según otro aspecto de la presente descripción, se proporciona un programa informático que comprende un código de programa informático que está capacitado para, cuando se ejecuta en circuitería de procesador de un dispositivo de radio, hacer que el dispositivo de radio ejecute una aplicación de servicio que tiene una memoria intermedia de aplicación. El código también está capacitado para hacer que el dispositivo de radio envíe información sobre el estado de la memoria intermedia de aplicación a la red de comunicación. El código también está capacitado para hacer que el dispositivo de radio reciba, desde la red de comunicación, un mensaje de recomendación que comprende una recomendación sobre cuándo ha de llenar la memoria intermedia de aplicación. El código también está capacitado para hacer que el dispositivo de radio determine, en base a la recomendación recibida, un período de tiempo durante el cual ha de llenar la memoria intermedia de aplicación. El código también está capacitado para hacer que el dispositivo de radio envíe una solicitud a un proveedor de servicio de la aplicación de servicio para descargar datos en la memoria intermedia de aplicación durante el período de tiempo determinado.
- Según otro aspecto de la presente descripción, se proporciona un producto de programa informático que comprende una realización de un programa informático de la presente divulgación y un medio legible por ordenador en el que está almacenado el programa informático.
- Una ventaja de la presente divulgación es que la red puede recomendar al dispositivo de radio, o en su caso a la aplicación de servicio en el dispositivo de radio, cuándo debe descargar datos en la memoria intermedia de aplicación. Por lo tanto, los recursos de la red pueden ser utilizados de manera más eficiente ya que la aplicación de servicio puede optar por descargar datos en su memoria intermedia cuando haya muchos recursos (ancho de banda) disponibles, cuando la descarga sea más fácil y más rápida, y optar por no hacer la descarga cuando los recursos disponibles sean limitados.
- Cabe señalar que cualquier característica de cualquiera de los aspectos puede ser aplicada a cualquier otro aspecto, siempre que sea apropiado. Asimismo, cualquier ventaja de cualquiera de los aspectos puede aplicarse a cualquiera de los demás aspectos. Otros objetivos, características y ventajas de las realizaciones que se incluyen resultarán evidentes a partir de la descripción detallada que sigue, de las reivindicaciones dependientes adjuntas, así como de los dibujos.
- Generalmente, todos los términos usados en las reivindicaciones deben ser interpretados según sea su significado ordinario en el campo técnico, a menos que se defina explícitamente lo contrario en la presente memoria. Todas las referencias a "un/uno/el elemento, aparato, componente, medio, etapa, etc." deben ser interpretadas de manera abierta como una referencia a al menos un ejemplo del elemento, aparato, componente, medio, etapa, etc., a menos que se indique explícitamente lo contrario. Las etapas de cualquier método divulgado en la presente memoria no tienen que ser realizadas en el orden exacto en el que se han descrito, a menos que se indique así explícitamente. El uso de "primero", "segundo", etc., para diferentes características/componentes de la presente divulgación, está destinado solamente a distinguir las características/componentes de otras características/componentes similares, y no a impartir ningún orden o jerarquía a las características/componentes.

Breve descripción de los dibujos

- Las realizaciones van a ser descritas, a modo de ejemplo, con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

La Figura 1 es un diagrama esquemático de una realización de un dispositivo de radio conectado a una red de comunicación según la presente descripción.

La Figura 2 es un diagrama de bloques esquemático de una realización de un dispositivo de radio de la presente descripción.

La Figura 3 es un diagrama de bloques esquemático de una realización de un nodo de red de la presente descripción.

5 La Figura 4 es una ilustración esquemática de una realización de un producto de programa informático de la presente descripción.

La Figura 5 es un diagrama de flujo esquemático de una realización de un método llevado a cabo en una red de comunicación, de la presente descripción.

10 La Figura 6 es un diagrama de flujo esquemático de una realización de un método llevado a cabo en un dispositivo de radio, de la presente descripción.

La Figura 7 es un gráfico esquemático sobre el ancho de banda disponible y el estado de la memoria intermedia de aplicación de una aplicación de servicio en un dispositivo de radio según un ejemplo de realización de la presente descripción.

15 La Figura 8 es un gráfico esquemático sobre el ancho de banda disponible y el estado de la memoria intermedia de aplicación de una aplicación de servicio en un dispositivo de radio según otro ejemplo de realización de la presente descripción.

La Figura 9 es un diagrama esquemático de bloques que ilustra ejemplos de realización de la presente descripción.

Descripción detallada

20 Las realizaciones se van a describir ahora con más detalle en lo que sigue con referencia a los dibujos adjuntos, en los que se han mostrado determinadas formas de realización. Sin embargo, son posibles otras realizaciones de muchas formas diferentes dentro del alcance de la presente descripción. Más bien, las siguientes realizaciones se proporcionan a modo de ejemplo para que esta descripción sea minuciosa y completa, y transmita completamente el alcance de la descripción a los expertos en la materia. Los números iguales se refieren a elementos iguales a través de toda la descripción.

25 La Figura 1 ilustra un dispositivo de radio 2 conectado a un proveedor de servicio 7 a través de una red de comunicación 1. La red de comunicación puede comprender cualquier tipo de red de comunicación por radio tal como una Red de Área Local Inalámbrica (WLAN) o una red celular, por ejemplo, una red celular conforme a un estándar de comunicación del Proyecto Partnership de Tercera Generación (3GPP). En la figura, la red de comunicación 1 es una red 3GPP que comprende una Red de Acceso de Radio (RAN) 4 celular que comprende al menos una estación base 3, por ejemplo un nodo B de un estándar de comunicación de Acceso Múltiple por División de Código de Banda Ancha (WCDMA), o un Nodo B evolucionado (eNB) de un estándar de comunicación de Evolución de Largo Plazo (LTE). La red de comunicación 1 también comprende una red central (CN) 6 a través de la cual se ofrece acceso a una Red de Datos por Paquetes (PDN) 5, por ejemplo Internet. El dispositivo de radio 2 está conectado a la red de comunicación 1 y por lo tanto tiene acceso a la PDN 5 a través de la red 2. El dispositivo de radio 2 puede ser cualquier dispositivo o UE, móvil o estacionario, habilitado para comunicar a través de un canal de radio en una red de comunicación, por ejemplo aunque sin limitación, por ejemplo con un teléfono móvil, teléfono inteligente, módem, sensores, medidores, vehículos (por ejemplo un automóvil), electrodomésticos, aparatos médicos, reproductores multimedia, cámaras o cualquier tipo de dispositivo electrónico de consumo, por ejemplo aunque sin limitación una televisión, una radio, dispositivos de iluminación, ordenador de tableta, ordenador de sobremesa o un ordenador personal (PC). Según la presente divulgación, el dispositivo de radio 2 ejecuta una aplicación de servicio, es decir, ejecuta software de aplicación para formar la aplicación de servicio. El servicio (por ejemplo, transmisión de medios) que es presentado por la aplicación de servicio, se proporciona a través de la PDN 5 por parte de un servidor de un proveedor de servicio (SP) 7.

45 La Figura 2a ilustra esquemáticamente una realización de un dispositivo de radio 2 de la presente descripción. El dispositivo de radio 2 comprende circuitería de procesador 21, por ejemplo una unidad central de procesamiento (CPU). La circuitería de procesador 21 puede comprender una o una pluralidad de unidades de procesamiento en forma de microprocesador(es). Sin embargo, otros dispositivos adecuados con capacidades informáticas podrán estar incluidos en la circuitería de procesador 21, por ejemplo un circuito integrado de aplicación específica (ASIC), una matriz de puerta programable en campo (FPGA) o un dispositivo lógico programable complejo (CPLD). La circuitería de procesador 21 está configurada para ejecutar uno o varios programas informáticos o software (SW) 41 (véase también la Figura 4) almacenados en un almacenamiento 22 de una o varias unidad(es) de almacenamiento, por ejemplo una memoria. El SW 41 comprende el SW 44 de aplicación (App) que, cuando se ejecuta por medio de la circuitería de procesador, forma la aplicación de servicio 24. Otro(s) programa(s) informático(s) comprendido(s) en el SW 41 puede(n) formar, por ejemplo, el programador 25 que programa la descarga de datos en la memoria intermedia de aplicación de la aplicación de servicio 24. El programador 25 puede ser parte de la aplicación de servicio 24, o estar separado de la misma. La unidad de almacenamiento 22 se considera como un medio 42 legible por ordenador (véase la Figura 4) tal y como se describe en la presente memoria y puede tener, por ejemplo la

forma de una Memoria de Acceso Aleatorio (RAM), una memoria flash u otra memoria de estado sólido, o de un disco duro, o una combinación de los mismos. El circuito de procesador 21 puede estar también configurado para almacenar datos en el almacenamiento 22, según sea necesario. El dispositivo de radio 2 también comprende una interfaz 23 de comunicación por radio, que típicamente comprende un transceptor y una antena, para permitir la comunicación por radio con/a través de la red de comunicación 1, por ejemplo para descargar datos desde el SP 7.

Por lo tanto, según un aspecto de la presente descripción, se proporciona un dispositivo de radio 2 para comunicación a través de una red de comunicación 1. El dispositivo de radio comprende circuitería de procesador 21 y una unidad de almacenamiento 22 que almacena instrucciones 41 ejecutables por medio de dicha circuitería de procesador, por lo que dicho dispositivo de radio es operativo para ejecutar una aplicación de servicio 24 que tiene una memoria intermedia de aplicación. El dispositivo de radio también es operativo para enviar información acerca de un estado de la memoria intermedia de aplicación a la red de comunicación. El dispositivo de radio también es operativo para recibir, desde la red de comunicación, un mensaje de recomendación que comprende una recomendación sobre cuándo llenar la memoria intermedia de aplicación. El dispositivo de radio también es operativo para determinar, en base a la recomendación recibida, un período de tiempo durante el cual llenará la memoria intermedia de aplicación. El dispositivo de radio también es operativo para enviar una solicitud a un proveedor de servicio 7 de la aplicación de servicio para descargar datos en la memoria intermedia de aplicación durante el período de tiempo determinado.

La Figura 2b es un diagrama de bloques esquemático que ilustra funcionalmente una realización del dispositivo de radio 2 en la Figura 2a. Según se ha mencionado anteriormente, la circuitería de procesador 21 puede ejecutar un software 41 para permitir que el dispositivo de radio ejecute una realización de un método de la presente descripción, por lo que los módulos funcionales pueden estar formados en el dispositivo de radio 2, por ejemplo en la circuitería de procesador 21 para llevar a cabo las diferentes etapas del método. Estos módulos se han ilustrado esquemáticamente a modo de bloques dentro del dispositivo de radio 2. Así, el dispositivo de radio 2 comprende un módulo 26 de ejecución de aplicación para ejecutar la aplicación de servicio 24, un módulo 27 de envío para enviar información sobre el estado de la memoria intermedia de aplicación, así como para enviar la solicitud al proveedor de servicio 7, un módulo 28 de recepción para recibir el mensaje de recomendación, y un módulo 29 de determinación (por ejemplo, que comprende el programador 25) para determinar el período de tiempo durante el cual el dispositivo de radio 2 (específicamente la aplicación de servicio 24) llenará la memoria intermedia de aplicación.

La Figura 3a ilustra esquemáticamente una realización de un nodo de red 3 de la presente descripción. El nodo NW 3 puede ser cualquier nodo presente en la red de comunicación 1, pero en algunas realizaciones puede ser preferiblemente un nodo RAN tal como una estación base 3. El nodo de red 3 comprende circuitería de procesador 31, por ejemplo una unidad central de procesamiento (CPU). La circuitería de procesador 31 puede comprender una o una pluralidad de unidades de procesamiento en forma de microprocesador(es). Sin embargo, otros dispositivos adecuados con capacidades informáticas podrían estar incluidos en la circuitería de procesador 31, por ejemplo un circuito integrado de aplicación específica (ASIC), una matriz de puerta programable en campo (FPGA), o un dispositivo lógico programable complejo (CPLD). La circuitería de procesador 31 está configurada para ejecutar uno o varios programas informáticos o software (SW) 43 (véase también la Figura 4) almacenados en un almacenamiento 32 de una o varias unidades de almacenamiento, por ejemplo una memoria. El SW 43 puede comprender, por ejemplo, software que, cuando es ejecutado por medio de la circuitería de procesador, forma un predictor 34 para predecir el ancho de banda disponible en el futuro para la aplicación de servicio 24 según se describe en la presente memoria. La unidad de almacenamiento 32 se considera como un medio 42 legible por ordenador (véase la Figura 4) tal y como se describe en la presente memoria, y puede estar, por ejemplo, en forma de una Memoria de Acceso Aleatorio (RAM), una memoria flash u otra memoria de estado sólido, o un disco duro, o una combinación de los mismos. La circuitería de procesador 31 también puede estar configurada para almacenar datos en el almacenamiento 32, según sea necesario. El nodo NW 3 también comprende una interfaz 33 de comunicación, por ejemplo que incluye una interfaz de comunicación por radio, que típicamente comprende un transceptor y una antena, para permitir la comunicación por radio con el dispositivo de radio 2, por ejemplo para reenviar datos desde el SP 7.

Por tanto, según un aspecto de la presente descripción, se proporciona un nodo 3 para una red de comunicación 1. El nodo comprende circuitería de procesador 31, y una unidad de almacenamiento 32 que almacena instrucciones ejecutables por dicha circuitería de procesador, con lo que dicho nodo está operativo para obtener una predicción del ancho de banda disponible futuro de una portadora de radio 8 para una aplicación de servicio 24 en un dispositivo de radio 2 conectado a dicha red. El nodo también está operativo para recibir información sobre el estado de una memoria intermedia de aplicación de la aplicación de servicio. El nodo también está operativo para preparar, en base a la predicción obtenida y a la información de memoria intermedia recibida, una recomendación para la aplicación de servicio sobre cuándo llenar una memoria intermedia de aplicación de la aplicación de servicio. El nodo también está operativo para iniciar el envío de un mensaje de recomendación, que comprende la recomendación preparada, al dispositivo de radio.

La Figura 3b es un diagrama de bloques esquemático que ilustra funcionalmente una realización del nodo NW 3 en la Figura 3a. Según se ha mencionado anteriormente, la circuitería de procesador 31 puede ejecutar un software 43 para permitir que el nodo ejecute una realización de un método de la presente descripción, con lo que se pueden

formar módulos funcionales en el nodo 3, por ejemplo en la circuitería de procesador 31 para llevar a cabo las diferentes etapas del método. Estos módulos han sido ilustrados esquemáticamente como bloques dentro del nodo 3. Por lo tanto, el nodo NW 3 comprende un módulo 36 de predicción (por ejemplo, que comprende el predictor 34) para obtener la predicción del ancho de banda disponible futuro; un módulo 37 de recepción para recibir la información de estado de la memoria intermedia de aplicación; un módulo 38 de preparación para preparar la recomendación, y un módulo 39 de envío para iniciar el envío del mensaje de recomendación.

La Figura 4 ilustra un producto 40 de programa informático. El producto 40 de programa informático comprende un medio/medios 42 legibles por ordenador (por ejemplo, no volátiles o no transitorios) que comprenden un programa informático 41/43 en forma de componentes 41/43 ejecutables por ordenador. El programa informático/los componentes ejecutables por ordenador pueden estar configurados de modo que provoquen que un dispositivo, por ejemplo un dispositivo de radio 2 o un nodo de red 3 según se describe en la presente memoria, lleve a cabo una realización de un método de la presente descripción. El programa informático/los componentes ejecutables por ordenador pueden ser ejecutados en la circuitería de procesador 21/31 del dispositivo 2/3 para hacer que se ejecute el método. El producto 40 de programa informático puede estar comprendido, por ejemplo, en una unidad de almacenamiento o memoria 22/32 comprendida en el dispositivo 2/3 y asociada a la circuitería de procesador 21/31. Alternativamente, el producto 40 de programa informático puede ser parte, o formar parte, de medios de almacenamiento separados, por ejemplo móviles, tales como un disco legible por ordenador, por ejemplo un CD o un DVD o un disco duro/unidad, o de un medio de almacenamiento de estado sólido, por ejemplo una memoria RAM o Flash.

Según un aspecto de la presente descripción, se proporciona un programa informático 43 que comprende un código de programa informático que está capacitado para, cuando se ejecuta en una circuitería de procesador 31 de un nodo 3 de una red de comunicación 1, hacer que el nodo obtenga una predicción del ancho de banda disponible futuro de una portadora de radio para una aplicación de servicio 24 en un dispositivo de radio 2 conectado a dicha red. El código también está capacitado para hacer que el nodo reciba información sobre el estado de una memoria intermedia de aplicación de la aplicación de servicio. El código también está capacitado para hacer que el nodo, en base a la predicción obtenida y a la información de memoria intermedia recibida, prepare una recomendación para la aplicación de servicio sobre cuándo llenar su memoria intermedia de aplicación. El código también está capacitado para hacer que el nodo inicie el envío de un mensaje de recomendación, que comprende la recomendación preparada, al dispositivo de radio.

Según otro aspecto de la presente descripción, se proporciona un programa informático 41 que comprende un código de programa informático que está capacitado para, cuando se ejecuta en la circuitería de procesador 21 de un dispositivo de radio 2, hacer que el dispositivo de radio ejecute una aplicación de servicio 24 que tiene una memoria intermedia de aplicación. El código también está capacitado para hacer que el dispositivo de radio envíe información sobre un estado de la memoria intermedia de aplicación a una red de comunicación 1. El código también está capacitado para hacer que el dispositivo de radio reciba, desde la red de comunicación, un mensaje de recomendación que comprende una recomendación sobre cuándo llenar la memoria intermedia de aplicación. El código también está capacitado para hacer que el dispositivo de radio determine, en base a la recomendación recibida, un período de tiempo durante el cual llenará la memoria intermedia de aplicación. El código también está capacitado para hacer que el dispositivo de radio envíe una solicitud a un proveedor de servicio de la aplicación de servicio para descargar datos en la memoria intermedia de aplicación durante el período de tiempo determinado.

Según otro aspecto de la presente descripción, se proporciona un producto 40 de programa informático que comprende una realización de un programa informático 41 y/o 43 de la presente descripción y un medio 42 legible por ordenador en el que está almacenado el programa informático.

La Figura 5 es un diagrama de flujo esquemático de una realización de un método llevado a cabo en la red de comunicación 1, por ejemplo en un nodo de red 3 tal como un eNB, un Nodo B o un Controlador de Red de Radio (RNC).

Se obtiene S1 una predicción del ancho de banda disponible futuro de una portadora de radio 8 para una aplicación de servicio 24 en un dispositivo de radio 2 conectado a la red de comunicación. Que se obtenga la predicción puede implicar que el nodo de red 3 que ejecuta el método de la Figura 5 haga la predicción, o que el nodo de red 3 reciba información sobre la predicción que se origine en otro lugar (por ejemplo, a partir de una función de aprendizaje automático), por ejemplo desde otro nodo en la red de comunicación o desde el dispositivo de radio 2. Por tanto, una función para hacer la predicción puede estar ubicada en la red de comunicación 1, por ejemplo ubicada con un eNB o un RNC en la RAN 4, o fuera de la red de comunicación 1, por ejemplo como una función de nube. El ancho de banda disponible (rendimiento de enlace descendente) puede ser pronosticado en base a, por ejemplo, la carga de célula pronosticada en la célula de la red de comunicación a la que está conectado el dispositivo de radio. La carga de la célula puede ser pronosticada en base a la cantidad de datos para transmisión al (a los) dispositivo(s) de radio conectado(s) a la célula que se mantienen en las memorias intermedias de la red (por ejemplo, la estación de base que proporciona la célula) y en base a la programación para la transmisión de dichos datos. Adicional o alternativamente, la predicción puede estar basada en la calidad de la conexión de radio entre el dispositivo de radio 2 y la estación de base 3. Si, por ejemplo, el dispositivo de radio se está alejando de la estación de base, se puede

predecir que el ancho de banda disponible disminuirá, mientras que si el dispositivo de radio se mueve hacia la estación de base, se puede predecir que el ancho de banda aumentará.

Antes, después o en paralelo con la obtención S1 de la predicción, se recibe S2 información sobre un estado de una memoria intermedia de aplicación de la aplicación de servicio. El dispositivo de radio 2, por ejemplo la aplicación de servicio 24 en el dispositivo de radio, puede enviar información sobre su memoria intermedia de aplicación a la red 1 (por ejemplo, al nodo 3). Más específicamente, la información de estado puede comprender información acerca de cuántos datos hay almacenados temporalmente para el servicio en la memoria intermedia de aplicación. Si el servicio es para transmisión de medios, la información de estado puede incluir información sobre cuánto tiempo de transmisión durarán los datos almacenados en la memoria intermedia (por ejemplo, lo que tardará la cantidad de datos de medios almacenados actualmente en memoria intermedia temporal en la memoria intermedia de aplicación para proporcionar el servicio de transmisión de medios durante una cantidad específica de segundos antes de que se interrumpa la transmisión, a menos que se haya rellenado la memoria intermedia). La información de estado puede informar de ese modo a la red 1 sobre si el dispositivo de radio necesita descargar datos a la memoria intermedia de aplicación ahora, o si podría esperar un tiempo sin interrumpir el servicio.

En base a la predicción obtenida S1 y a la información de memoria intermedia recibida S2, se prepara S3 una recomendación para la aplicación de servicio 24 sobre cuándo llenar la memoria intermedia de aplicación de la aplicación de servicio. La red 1, por ejemplo un nodo 3 de la red, puede usar un algoritmo predeterminado, calcular o deducir de otro modo cuándo será ventajoso (para la aplicación de servicio 24 así como para la red) que el dispositivo de radio 2 descargue datos (por ejemplo, segmentos de medios de un servicio de transmisión de medios) en la memoria intermedia de aplicación. Dado que esto generalmente consume menos recursos para descargar datos cuando el ancho de banda es abundante que cuando es limitado, es ventajoso sugerir al dispositivo de radio que descargue principalmente los datos cuando hay mucho ancho de banda disponible en lugar de cuando el ancho de banda es más limitado, siempre que el estado de la memoria intermedia permita que el dispositivo de radio evite la descarga sin interrumpir el servicio debido a una memoria intermedia de aplicación vacía. En algunas formas de realización, la recomendación puede haber sido solicitada por la aplicación de servicio 24. Una alternativa es que la aplicación de servicio envíe información de estado de memoria intermedia de manera regular, y que el nodo 3 de red inicie una recomendación cuando sea necesario, por ejemplo que espere para descargar hasta un nuevo aviso, que descargue ahora, etc. Otra alternativa es que la aplicación de servicio 24 solicite información de descarga y el nodo de red responda.

A continuación, se inicia el envío de un mensaje de recomendación que comprende la recomendación preparada S3 al dispositivo de radio 2. Si el método es realizado por el nodo 3 de la RAN de servicio, el nodo puede enviar el mensaje de recomendación al dispositivo de radio 2 a través de una interfaz de radio. De lo contrario, el nodo que lleva a cabo el método puede proporcionar información que permita que el nodo de la RAN de servicio envíe el mensaje de recomendación. Al proporcionar el mensaje de recomendación al dispositivo de radio 2, el dispositivo de radio, por ejemplo la aplicación de servicio 24, puede considerar la recomendación al decidir cuándo (en qué instantes de tiempo) va a programar la solicitud de segmentos de datos desde el SP 7.

La Figura 6 es un diagrama de flujo esquemático de una realización de un método realizado en el dispositivo de radio 2. El método puede corresponder al método de la Figura 5 relacionado con el lado de la red. La discusión en relación con la Figura 5 es así, en las partes en las que sea aplicable, también relevante para el método de la figura 6.

El dispositivo de radio 2 ejecuta S11 la aplicación de servicio 24, cuya aplicación de servicio tiene una memoria intermedia de aplicación. Esto implica que la aplicación SW 44 se ejecuta por medio de la circuitería de procesador 21 para formar la aplicación de servicio 24.

Mientras se ejecuta S11 la aplicación de servicio, el dispositivo de radio 2 envía S12 información sobre un estado de la memoria intermedia de aplicación a la red de comunicación. El dispositivo de radio puede obtener la información de estado por medio de la aplicación de servicio 24 y a continuación enviarla a través de la interfaz 23 de comunicación de radio. La información de estado puede ser enviada a cualquier nodo en la red de comunicación, por ejemplo a un nodo 3 de RAN. La información puede enviarse a continuación en un mensaje dirigido a la RAN 4 con una dirección IP de RAN sobre una portadora de radio. Incluso aunque se pueda establecer una portadora (por ejemplo, una portadora del Sistema Evolucionado por Paquetes (EPS)) entre el dispositivo de radio 2 y la CN 6 (la portadora puede terminar, por ejemplo, en una Puerta Programable PDN, PGW) y solo pase a través de la RAN 4, un nodo 3 de RAN puede escuchar (realizar "rastreo") la dirección IP de RAN que permitiría al nodo de RAN interceptar el mensaje dirigido a la RAN que comprende la información de estado, y eliminarlo de la portadora.

En respuesta a la información de estado enviada S12, el dispositivo de radio recibe S13, desde la red de comunicación 1, el mensaje de recomendación que comprende una recomendación sobre cuándo llenar la memoria intermedia de aplicación. La aplicación de servicio 24 puede considerar esta recomendación cuando programe solicitudes de datos de servicio del SP 7, por medio del programador 25.

De ese modo, el dispositivo de radio 2, típicamente por medio de la aplicación de servicio 24, determina S14, en base a la recomendación recibida S13, un período de tiempo durante el cual llenará la memoria intermedia de

aplicación. La aplicación de servicio 24 puede elegir programar la descarga de datos de servicio durante un período de tiempo, y elegir no programar la descarga de datos de servicio durante otro período de tiempo, dependiendo de la recomendación recibida S13.

5 A continuación, el dispositivo de radio 2 envía S15 una solicitud al proveedor de servicio 7 de la aplicación de servicio 24 para que descargue datos en la memoria intermedia de aplicación durante el período de tiempo determinado S14.

10 Generalmente, la RAN 4 puede decidir qué aplicación de servicio 24 del dispositivo de radio 2 debe llenar a su vez su memoria intermedia (por ejemplo, sobre qué portadora dedicada), en base al estado de la memoria intermedia de aplicación y a las condiciones de radio. Cabe señalar que la RAN 4 puede servir a cualquier número de dispositivos de radio 2, típicamente más de un dispositivo de radio 2. El dispositivo de radio 2 informa a la RAN 4 sobre su estado de memoria intermedia y la RAN le dice al dispositivo de radio cuándo es más óptimo solicitar nuevo contenido. Esto hace que sea posible que la red 1 dirija el dispositivo de radio para que descargue más durante buenas condiciones de radio y evite la descarga en caso de congestión. Un beneficio de este enfoque, esto es
15 teniendo esta funcionalidad en el lado de la red en lugar de en el lado del dispositivo de radio, es que la red programa el enlace descendente y puede dirigir el comportamiento del programador y que la red tenga conocimiento sobre cualquier otro usuario del servicio.

20 Las predicciones de movilidad del dispositivo de radio y las predicciones de carga de la célula pueden hacer que sea posible anticipar agujeros de cobertura y situaciones de traspaso, y posiblemente también situaciones de congestión y menores posibilidades de carga, y por lo tanto, las caídas relacionadas venideras en el rendimiento de enlace descendente del dispositivo de radio, así como los próximos picos de rendimiento. Esta información, junto con la información procedente del dispositivo de radio acerca del estado de, por ejemplo, la memoria intermedia de reproducción de medios, puede ser usada por la RAN para activar el dispositivo de radio para que descargue contenidos cuando el rendimiento sea bueno, antes de quedarse sin cobertura, o que retenga la descarga hasta que se acerquen mejores condiciones, mejorando tanto la calidad del usuario final como la eficiencia de la RAN.

25 Por medio de realizaciones de la presente descripción, la descarga de contenido multimedia en dispositivos de radio 2 puede estar adaptada a las condiciones y carga de radio actuales y futuras, y no a las condiciones y carga de radio pasadas. También la carga de contenido multimedia en el servidor SP 7 puede ser adaptada de la misma manera. Esto puede proporcionar tanto una mayor calidad para el usuario final como una eficiencia de RAN incrementada, ya que la descarga/carga se dirige hacia buenas condiciones de radio y de carga. Además, se pueden tomar acciones para el (los) dispositivo(s) de radio específico(s) en base al tamaño de su memoria intermedia de aplicación para evitar, por ejemplo que el video se detenga en malas condiciones de radio o en picos de carga en la célula de servicio, lo que conduce a una mayor experiencia del usuario final.

30 En algunas realizaciones de la presente descripción, la información de estado de memoria intermedia indica que la memoria intermedia de aplicación está llena por encima de un umbral predefinido. Entonces, la recomendación puede comprender una recomendación de esperar a llenar la memoria intermedia de aplicación.

35 En algunas realizaciones de la presente descripción, se predice que va a mejorar el ancho de banda disponible en el futuro. En ese caso, la recomendación puede comprender una recomendación de esperar para llenar la memoria intermedia de aplicación, especialmente si el estado de la memoria intermedia no es tal que la memoria intermedia necesite ser reaprovisionada con urgencia.

40 Específicamente, si tanto la información de estado de memoria intermedia indica que la memoria intermedia de aplicación está llena por encima de un umbral predefinido como si se predice que el ancho de banda disponible en el futuro va a mejorar, la recomendación puede comprender una recomendación de esperar para llenar la memoria intermedia de aplicación.

45 En algunas realizaciones, la recomendación de esperar para llenar la memoria intermedia de aplicación puede comprender una recomendación de esperar un período de tiempo especificado. La información de la memoria intermedia puede haber indicado, por ejemplo, que el estado de la memoria intermedia es tal que la memoria intermedia contiene datos suficientes para proporcionar el servicio durante el período de tiempo especificado sin tener que reaprovisionar la memoria intermedia.

50 En algunas realizaciones de la presente descripción, la recomendación comprende una recomendación para llenar la memoria intermedia de aplicación por encima de un umbral especificado. El umbral puede ser tal que la memoria intermedia contenga datos suficientes para poder proporcionar el servicio durante una cierta cantidad de tiempo si, por ejemplo se predice que un período de tiempo próximo (que tiene una duración a la que se adapta dicha cierta cantidad de tiempo) va a ser desfavorable para descargar datos en la memoria intermedia.

Ejemplos

55 Los métodos de aprendizaje automático y las técnicas de reconocimiento de patrones hacen que sea posible prever caídas futuras en el rendimiento del dispositivo de radio 2 en relación con el movimiento del dispositivo de radio

hacia otra célula en la RAN 4, por ejemplo traspaso (HO), o en torno a una esquina. También es posible predecir variaciones en la carga de la célula de servicio e impedir situaciones de congestión.

5 La información sobre las variaciones de rendimiento esperadas junto con el conocimiento del estado de la memoria intermedia de aplicación del dispositivo de radio, permiten deducir cuándo es más favorable la descarga para un dispositivo de radio 2 específico, y especialmente cuándo es de suma importancia la descarga con el fin de no experimentar niveles críticos de la memoria intermedia. También es posible señalar los períodos en los que no se recomienda la descarga debido a bajo rendimiento.

10 Se puede decidir si descargar o no en un momento específico en el tiempo usando información sobre el estado de la memoria intermedia y el rendimiento pronosticado. Si el servicio puede sobrevivir a una caída temporal del rendimiento, por ejemplo debido a falta de cobertura, es posible que se solicite al dispositivo de radio que no descargue hasta que esté disponible un mejor rendimiento. En otra situación, se puede pedir por anticipado al dispositivo de radio que llene su memoria intermedia antes de que el rendimiento disminuya debido a una mala cobertura o a un próximo traspaso.

Ejemplo de regla de descarga básica:

15 Alto rendimiento pronosticado → descargar tanto como permita la memoria intermedia de aplicación

Bajo rendimiento pronosticado y estado de la memoria intermedia por encima de un umbral predefinido → retener la descarga hasta que estén disponibles mejores condiciones

Bajo rendimiento pronosticado y estado de memoria intermedia bajo → descargar rápidamente suficiente contenido para sobrevivir al bajo rendimiento/interrupción venideros, posiblemente también con una tasa de medios disminuida

20 En base a un número de predicciones, se puede deducir la oportunidad de descarga más favorable. La decisión de descargar se basa en las predicciones y, por ejemplo, en el estado de la memoria intermedia de aplicación. Las predicciones se repiten continuamente, por ejemplo con una propuesta de ventana deslizante.

25 El algoritmo puede parecer como se muestra en las Figuras 7 y 8, donde P_x es el rendimiento promedio pronosticado para, por ejemplo tres períodos próximos 0,1, 2 y 4, correspondientes a 100 ms, 2 s, 4 s. La Figura 7 se refiere a una situación con almacenamiento previo en memoria intermedia. P es el rendimiento promedio pronosticado para diferentes intervalos de tiempo. En base a los valores predichos para los diferentes intervalos de tiempo, se toma la decisión de pre-almacenar más contenido en la memoria intermedia (la línea de puntos muestra cómo funciona según el estado de la técnica anterior y la línea completa muestra cómo funcionará conforme a la presente descripción). La reproducción del servicio sobrevivirá a las malas condiciones de radio. La Figura 8 se refiere a una situación con aplazamiento. P es el rendimiento promedio pronosticado para diferentes intervalos de tiempo. En base a los valores predichos para los diferentes intervalos de tiempo, la decisión de posponer la descarga de contenido hasta que haya disponible más ancho de banda para la aplicación de servicio (la línea punteada muestra cómo funciona según el estado de la técnica anterior y la línea completa muestra cómo funcionará conforme a la presente descripción). Se gastarán menos recursos si la transmisión se pospone hasta que haya más rendimiento disponible.

35 El algoritmo puede ser el que se establece de forma general a continuación.

Posponer la descarga del siguiente segmento si:

$$P_{0,1} \ll P_2$$

y si

40 Estado de la memoria intermedia > umbral de posponer

45 Si la memoria intermedia de aplicación se llena por encima de un umbral que asegura que hay suficiente contenido en la memoria intermedia como para hacer que la reproducción del servicio sobreviva, por ejemplo más de 2 s y se prevé que el rendimiento aumente drásticamente, la descarga del segmento de vídeo actual se pospone hasta que se haya incrementado el rendimiento disponible, que en este caso se prevé que ocurra en un marco de tiempo de dos segundos.

Si se prevé que el rendimiento sea estable o que se incremente lentamente, la descarga de segmentos de medios sigue el ritmo normal indicado por el nivel de estado de la memoria intermedia.

Precargar en memoria intermedia el siguiente segmento si:

$$P_{0,1} > P_2$$

50 y si

Estado de la memoria intermedia < umbral de pre-búfer

5 En otras palabras, descargar el siguiente segmento de video si el rendimiento disponible es mayor ahora de lo que será, por ejemplo en 2 segundos, es decir, si se predice que el rendimiento va a disminuir, y si el estado de memoria intermedia de la aplicación de servicio 24 es menor que un umbral de precarga en memoria intermedia. El umbral de precarga en memoria intermedia puede estar definido por el tiempo que se tarda en vaciar la memoria intermedia en relación con el momento en que se puede descargar el siguiente segmento para evitar tramas de vídeo congeladas. Si la memoria intermedia excede este umbral, entonces se garantiza que la reproducción del servicio durará más de dos segundos. El umbral de precargar en memoria intermedia es típicamente más alto que el umbral de posponer.

10 Este procedimiento puede repetirse para los próximos N segmentos. Si, por ejemplo, se predice un próximo traspaso con una interrupción del rendimiento más prolongada, se pueden almacenar en memoria intermedia previamente varios segmentos para que sobrevivan a una interrupción más prolongada. Ejemplo de procedimiento para el segundo segmento siguiente:

Prealmacenar en memoria intermedia el segundo segmento siguiente si:

$P2 > P4$ y $P4 < \text{Tasa de medios requerida}$

15 Prealmacenar también en memoria intermedia el tercer segmento siguiente, etc., para los próximos N segmentos hasta el final de la interrupción del rendimiento, si:

$P0.1 > P2 > P4 \geq P5$ y $P4 \& P5 < \text{Tasa de medios requerida}$

20 Cuando se predice que el rendimiento va a ser más alto en los próximos dos segundos que en un futuro más lejano, y se predice que el rendimiento futuro va a ser más bajo que la tasa real de medios, la tasa de reproducción del servicio, los medios deben ser descargados por adelantado también para los próximos segmentos con el fin de que sobrevivan a la caída anticipada del rendimiento sin arriesgarse a que el video se estanque.

Iniciar la reducción de la tasa de medios si:

$$P1 \times t2 < \text{tasa de medios} \times t2 - \text{memoria intermedia}$$

25 Cuando el rendimiento disponible es bajo y no se puede evitar el estancamiento del contenido de video con el prealmacenamiento en memoria intermedia, la tasa de medios debe ser reducida para que la sesión de video sobreviva a la interrupción temporal del rendimiento. Eso significa iniciar la disminución de la tasa de medios si la memoria intermedia de aplicación se va a vaciar de forma más rápida que la tasa de descarga máxima alcanzable, más rápido de lo que se puede llenar la memoria intermedia lo que significa que el video corre el riesgo de estancarse.

30 La funcionalidad puede ser mejorada considerando también la duración de una interrupción de rendimiento predicha y también la duración de un pico de rendimiento predicho. La capacidad de la red se desperdicia en la actualidad mediante la descarga de la aplicación de servicio y el llenado de la memoria intermedia con medios de baja tasa de reproducción en malas condiciones y después, cuando las condiciones mejoran, los medios de baja tasa descargados anteriormente se desechan y la memoria intermedia se rellena con medios de alta calidad (alta tasa de reproducción). Sería mucho más eficiente si la descarga se pusiera en espera mientras el rendimiento (es decir, el ancho de banda) fuera bajo y luego continuara con los medios de calidad más alta lo antes posible, es decir, si se pudieran predecir las mejores condiciones con suficiente certeza. Esto significa que en lugar de, como se ha indicado anteriormente, predecir el rendimiento promedio desde el momento 0 al momento 4, se pudiera predecir el rendimiento desde el momento 0 al momento 2 y desde el momento 2 al momento 4 y desde el momento 4 hasta el momento 6, etc. Por supuesto, los intervalos de tiempo pueden ser de cualquier tamaño. Las predicciones de rendimiento podrían, como se ha indicado anteriormente, ser actualizadas continuamente por medio de un procedimiento de ventana deslizante, donde los intervalos de actualización de predicciones pueden ser mucho más pequeños que la longitud del intervalo de tiempo durante el cual se realizan las predicciones, por ejemplo 100 ms en lugar de segundos.

45 Las reglas de descarga también pueden combinarse con acciones sobre la adaptación de contenidos; por ejemplo, si se predice una caída severa en el rendimiento, el contenido puede estar ya adaptado de antemano a una tasa de reproducción más baja con el fin de hacer que sea posible descargar la mayor cantidad posible de los medios antes de que caiga el rendimiento y, por lo tanto, suavizar el impacto de un rendimiento más bajo sobre la experiencia del usuario final.

50 Con referencia a la Figura 9, el predictor 34 de rendimiento puede predecir, mediante análisis estadístico de datos históricos, el rendimiento de cada dispositivo de radio 2 (por ejemplo, cada dispositivo de radio conectado a un nodo 3 de RAN) en un futuro próximo, por ejemplo, un par de segundos, y en intervalos de tiempo más largos, por ejemplo 10 s. El rendimiento pronosticado junto con el conocimiento de la memoria intermedia de reproducción de medios de aplicación en el dispositivo de radio, pueden entonces ser usados por el módulo 38 de preparación para averiguar

cuándo es más favorable que el dispositivo de radio descargue datos de contenido o una cantidad de los datos de contenido.

5 El predictor 34 de rendimiento también puede prever importantes caídas de rendimiento debidas a traspasos y similares. El módulo 38 de preparación tiene en cuenta la memoria intermedia de reproducción de medios de la aplicación y, en base a la posibilidad de que la reproducción de medios sobreviva a una retención temporal en los medios entrantes (decidida por el tamaño de la memoria intermedia de la aplicación), alternativamente la posibilidad de que el dispositivo de radio 2 llene rápidamente la memoria intermedia con anterioridad a la caída del rendimiento, se toma una decisión sobre si forzar la descarga (precarga en memoria intermedia de uno o varios segmentos) o si detener temporalmente la descarga (posponer la descarga hasta que aumente el rendimiento).

10 El patrón de tráfico de entrada comprende típicamente el historial del enlace ascendente y del enlace descendente de los tiempos entre llegadas, los tamaños de los segmentos de medios y el tiempo para la descarga de cada fragmento para un dispositivo de radio 2 específico.

15 El patrón de movilidad puede consistir en el historial de las intensidades de la señal y de las relaciones de señal respecto a interferencia para un dispositivo de radio específico, enlace ascendente y enlace descendente. También puede considerar la historia de HO.

Para mejoras adicionales, también es posible incluir información sobre paquetes descartados recientemente y tasas de retransmisión, etc.

20 El historial de carga de la célula puede contener variaciones de carga a lo largo del tiempo y la utilización de recursos, así como del número de abonados conectados y del rendimiento total y del rendimiento promedio por abonado de servicio en la célula de servicio.

25 La predicción del rendimiento en el tiempo es, en su forma más simple, solo una indicación del rendimiento promedio durante un período de tiempo específico, por ejemplo a partir de ahora y hasta unos segundos más adelante en el tiempo. También puede incluir variaciones en el rendimiento, como la derivada del rendimiento que indica una disminución o un aumento continuos en el rendimiento, lo que indica la importancia de descargar rápido o esperar y adaptar el contenido o no. Otra alternativa para el rendimiento a lo largo del tiempo es la duración de una interrupción temporal del rendimiento, por ejemplo, cuando se impide un traspaso.

A continuación, siguen un par de otros aspectos de la presente descripción.

30 Según un aspecto de la presente descripción, se proporciona un nodo 3 para una red de comunicación 1. El nodo comprende medios (por ejemplo, el módulo 36 de predicción y/o el predictor 34) para obtener S1 una predicción del ancho de banda disponible futuro de una portadora de radio 8 para una aplicación de servicio 24 en un dispositivo de radio 2 conectado a dicha red. El nodo 3 también comprende medios (por ejemplo, el módulo 37 de recepción y/o la interfaz 33 de comunicación) para recibir S2 información sobre un estado de una memoria intermedia de aplicación de la aplicación de servicio. El nodo 3 también comprende medios (por ejemplo, el módulo 38 de preparación) para, en base a la predicción obtenida S1 y a la información de memoria intermedia recibida S2, preparar S3 una recomendación para la aplicación de servicio sobre cuándo llenar una memoria intermedia de aplicación de la aplicación de servicio. El nodo 3 también comprende medios (por ejemplo, el módulo 39 de envío y/o la interfaz 33 de comunicación) para iniciar S4 el envío de un mensaje de recomendación, que comprende la recomendación preparada S3, al dispositivo de radio 2.

40 Según otro aspecto de la presente descripción, se proporciona un dispositivo de radio 2 para la comunicación a través de una red de comunicación 1. El dispositivo de radio comprende medios (por ejemplo, el módulo 26 de ejecución de aplicación) para ejecutar S11 una aplicación de servicio 24 que tiene una memoria intermedia de aplicación. El dispositivo de radio también comprende medios (por ejemplo, el módulo 27 de envío y/o la interfaz 23 de comunicación de radio) para enviar S12 información sobre un estado de la memoria intermedia de aplicación a la red de comunicación 1. El dispositivo de radio también comprende medios (por ejemplo, el módulo 28 de recepción y/o la interfaz 23 de comunicación por radio) para recibir S13, desde la red de comunicación 1, un mensaje de recomendación que comprende una recomendación sobre cuándo llenar la memoria intermedia de aplicación. El dispositivo de radio 2 también comprende medios (por ejemplo, el módulo 29 de determinación y/o el programador 25) para determinar S14, en base a la recomendación recibida S13, un período de tiempo durante el cual llenará la memoria intermedia de aplicación. El dispositivo de radio también comprende medios (por ejemplo, el módulo 27 de envío y/o la interfaz 23 de comunicación de radio) para enviar S15 una solicitud a un proveedor de servicio 7 de la aplicación de servicio 24 para descargar datos en la memoria intermedia de aplicación durante el período de tiempo determinado S14.

55 La presente descripción ha sido descrita principalmente en lo que antecede con referencia a algunas realizaciones. Sin embargo, como apreciará fácilmente una persona experta en la técnica, otras realizaciones distintas a las descritas anteriormente son igualmente posibles dentro del alcance de la presente descripción, como se define en las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Un método llevado a cabo por un nodo de red en una red de comunicación por radio (1), comprendiendo el método:
- 5 obtener (S1) una predicción del ancho de banda disponible futuro de una portadora de radio (8) para una aplicación de servicio (24) en un dispositivo de radio (2) conectado a dicha red (1);
- recibir (S2) información sobre el estado de una memoria intermedia de aplicación de la aplicación de servicio (24);
- en base a la predicción obtenida (S1) y a la información de memoria intermedia recibida (S2), preparar (S3) una recomendación para la aplicación de servicio (24) sobre cuándo llenar una memoria intermedia de aplicación de la aplicación de servicio (24); y caracterizado por:
- 10 iniciar (S4) el envío de un mensaje de recomendación, que comprende la recomendación preparada (S3), al dispositivo de radio (2).
2. El método de la reivindicación 1, en donde, si la información de la memoria intermedia indica que la memoria intermedia de aplicación está llena por encima de un umbral predefinido, la recomendación comprende una recomendación de esperar para llenar la memoria intermedia de aplicación.
- 15 3. El método de la reivindicación 1 o 2, en donde, si se predice que el ancho de banda disponible en el futuro va a mejorar, la recomendación comprende una recomendación de esperar para llenar la memoria intermedia de aplicación.
4. El método de la reivindicación 2 o 3, en donde la recomendación comprende una recomendación de esperar un período de tiempo especificado.
- 20 5. El método de la reivindicación 1, en donde la recomendación comprende una recomendación para llenar la memoria intermedia de aplicación por encima de un umbral especificado.
6. El método de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde la aplicación de servicio (24) está destinada a la transmisión de medios.
7. El método de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el método se lleva a cabo en un nodo, por ejemplo un nodo (3) de Red de Acceso por Radio, RAN, de la red de comunicaciones por radio.
- 25 8. Un producto (40) de programa informático que comprende componentes ejecutables por ordenador (43) para hacer que un nodo (3) de una red de comunicación por radio (1) lleve a cabo el método de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7 cuando los componentes ejecutables por ordenador se ejecutan en una circuitería de procesador (31) comprendida en el nodo.
- 30 9. Un nodo (3) para una red de comunicación por radio (1), comprendiendo el nodo:
- circuitería de procesador (31); y
- una unidad de almacenamiento (32) que almacena instrucciones (43) ejecutables por medio de dicha circuitería de procesador, con lo que dicho nodo (3) es operativo para:
- 35 obtener una predicción del ancho de banda disponible futuro de una portadora de radio (8) para una aplicación de servicio (24) en un dispositivo de radio (2) conectado a dicha red (1);
- recibir información sobre el estado de una memoria intermedia de aplicación de la aplicación de servicio (24);
- en base a la predicción obtenida y a la información de memoria intermedia recibida, preparar una recomendación para la aplicación de servicio (24) sobre cuándo llenar una memoria intermedia de aplicación de la aplicación de servicio (24); y caracterizado por:
- 40 iniciar el envío de un mensaje de recomendación, que comprende la recomendación preparada, al dispositivo de radio (2).
10. Un método realizado en un dispositivo de radio (2) conectado a una red de comunicación por radio (1), comprendiendo el método:
- ejecutar (S11) una aplicación de servicio (24) que tiene una memoria intermedia de aplicación;
- 45 enviar (S12) información sobre un estado de la memoria intermedia de aplicación a la red de comunicación por radio (1);
- estando el método caracterizado por:

recibir (S13), desde la red de comunicación por radio (1), un mensaje de recomendación que comprende una recomendación sobre cuándo llenar la memoria intermedia de aplicación;

determinar (S14), en base a la recomendación recibida (S13), un período de tiempo durante el cual llenará la memoria intermedia de aplicación; y

5 enviar (S15) una solicitud a un proveedor de servicio (7) de la aplicación de servicio (24) para descargar datos en la memoria intermedia de aplicación durante el período de tiempo determinado (S14).

10 11. Un producto (40) de programa informático que comprende componentes (41) ejecutables por ordenador para hacer que un dispositivo de radio (2) de una red de comunicación por radio (1) lleve a cabo el método de la reivindicación 10 cuando los componentes ejecutables por ordenador son ejecutados en circuitería de procesador (21) comprendida en el dispositivo de radio (2).

12. Un dispositivo de radio (2) para la comunicación a través de una red de radiocomunicación (1), comprendiendo el dispositivo de radio (2)

circuitería de procesador (21); y

15 una unidad de almacenamiento (22) que almacena instrucciones (41) ejecutables por dicha circuitería de procesador con lo que dicho dispositivo de radio (2) es operativo para:

ejecutar una aplicación de servicio (24) que tiene una memoria intermedia de aplicación;

enviar información sobre el estado de la memoria intermedia de aplicación a la red de comunicación por radio (1);

caracterizado por que el dispositivo de radio (2) está además operativo para:

20 recibir, desde la red de comunicación por radio (1), un mensaje de recomendación que comprende una recomendación sobre cuándo llenar la memoria intermedia de aplicación;

determinar, en base a la recomendación recibida, un período de tiempo durante el cual llenará la memoria intermedia de aplicación; y

enviar una solicitud a un proveedor de servicio (7) de la aplicación de servicio (24) para descargar datos en la memoria intermedia de aplicación durante el período de tiempo determinado.

25 13. Un programa informático (43) que comprende un código de programa informático que puede, cuando se ejecuta en circuitería de procesador (31) de un nodo (3) de una red de comunicación por radio (1), hacer que el nodo:

obtenga (S1) una predicción del ancho de banda disponible futuro de una portadora de radio (8) para una aplicación de servicio (24) en un dispositivo de radio (2) conectado a dicha red (1);

reciba (S2) información sobre el estado de una memoria intermedia de aplicación de la aplicación de servicio (24);

30 en base a la predicción obtenida (S1) y a la información de memoria intermedia recibida (S2), prepare (S3) una recomendación para la aplicación de servicio (24) sobre cuándo llenar su memoria intermedia de aplicación; y caracterizado por provocar además que el nodo (3): inicie (S4) el envío de un mensaje de recomendación que comprende la recomendación preparada (S3), al dispositivo de radio (2).

35 14. Un programa informático (41) que comprende un código de programa informático que está capacitado para, cuando se ejecuta en circuitería de procesador (21) de un dispositivo de radio (2), hacer que el dispositivo de radio (2):

ejecute (S11) una aplicación de servicio (24) que tiene una memoria intermedia de aplicación;

envíe (S12) información sobre un estado de la memoria intermedia de aplicación a la red de comunicación por radio (1);

40 caracterizado por provocar además que el dispositivo de radio (2):

reciba (S13), desde la red de comunicación por radio (1), un mensaje de recomendación que comprende una recomendación sobre cuándo llenar la memoria intermedia de aplicación;

determine (S14), en base a la recomendación recibida, un período de tiempo durante el cual llenará la memoria intermedia de aplicación; y

45 envíe (S15) una solicitud a un proveedor de servicio (7) de la aplicación de servicio (24) para que descargue datos en la memoria intermedia de aplicación durante el período de tiempo determinado.

15. Un producto (40) de programa informático que comprende un programa informático (41/43) según la reivindicación 13 o 14 y un medio legible por ordenador (42) en el que está almacenado el programa informático (41/43).

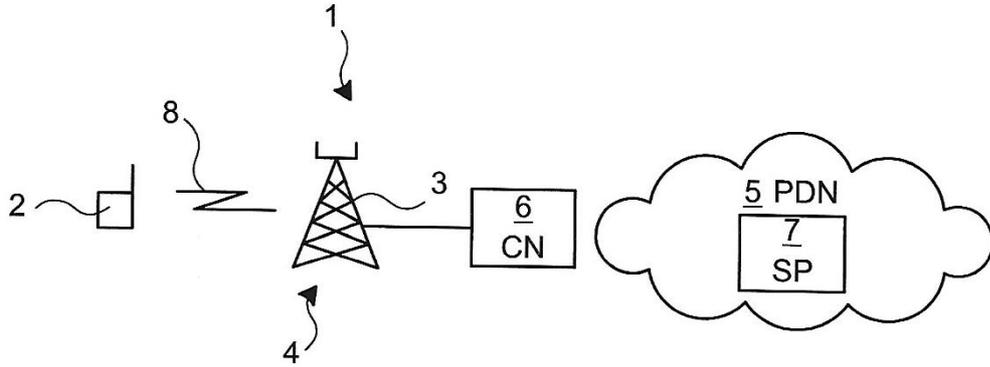


Fig. 1



Fig. 2a

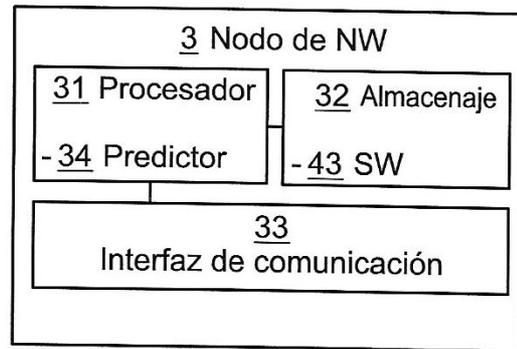


Fig. 3a

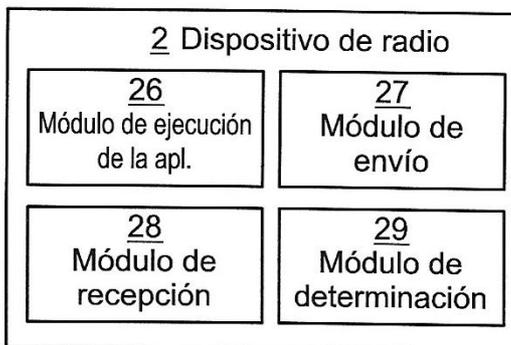


Fig. 2b

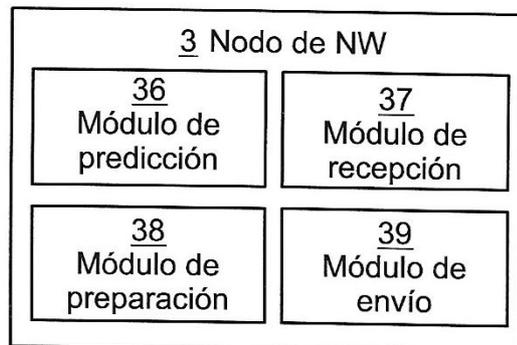


Fig. 3b

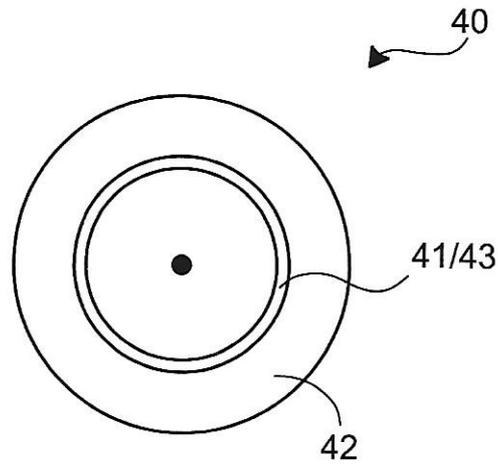


Fig. 4



Fig. 5



Fig. 6

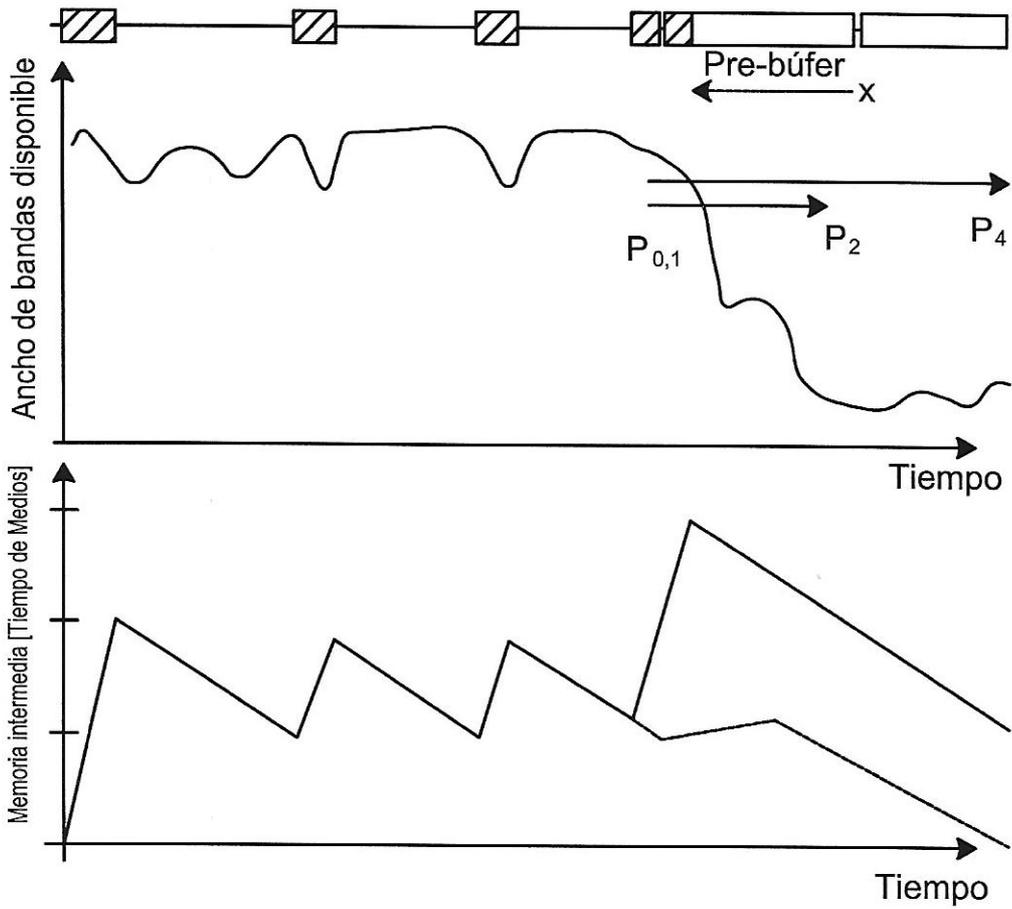


Fig. 7

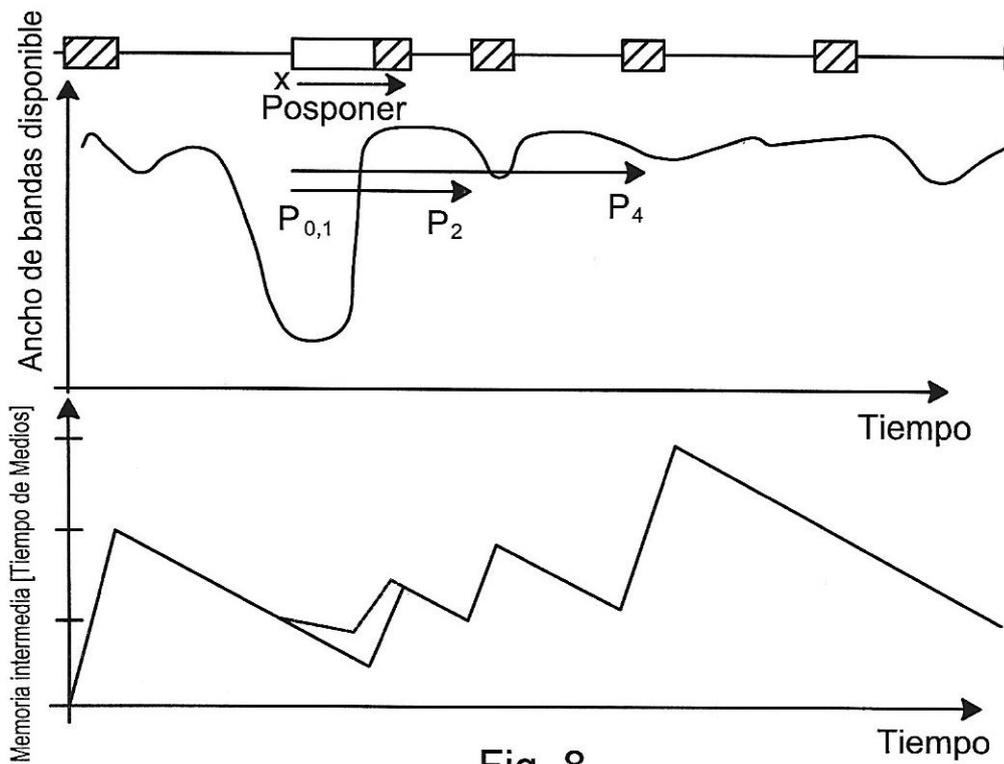


Fig. 8

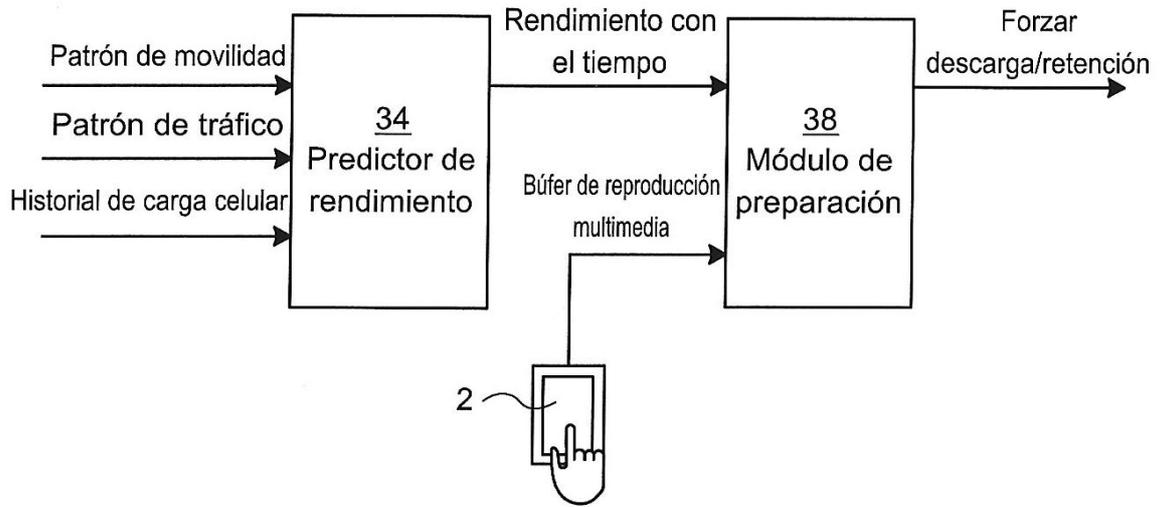


Fig. 9