

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 968 442**

51 Int. Cl.:

H04L 65/80 (2012.01)

H04L 65/61 (2012.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.11.2020** **E 20306377 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.01.2024** **EP 4002793**

54 Título: **Procedimiento y controlador para la distribución de contenido de audio y/o vídeo**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
09.05.2024

73 Titular/es:
BROADPEAK (100.0%)
15 Rue Claude Chappe, Zone des Champs Blancs
35510 Cesson Sevigne, FR

72 Inventor/es:
BICHOT, GUILLAUME;
GUERY, PIERRE-JEAN;
RICHARD, VINCENT y
LE SCOUARNEC, NICOLAS

74 Agente/Representante:
ANGOLOTI BENAVIDES, Joaquín

ES 2 968 442 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

Procedimiento y controlador para la distribución de contenido de audio y/o vídeo

5 CAMPO TÉCNICO

La presente invención generalmente se refiere a la distribución de un contenido de audio y/o vídeo a un dispositivo, o terminal, cliente a través de una infraestructura de red.

10 TÉCNICA RELACIONADA

En la emisión en continuo adaptable HTTP ("protocolo de transferencia de hipertexto"), un dispositivo cliente (o terminal) interactúa con un equipo servidor para solicitar partes, denominadas segmentos, de un flujo de audio y/o vídeo (contenido en vivo) o archivo (contenido de vídeo bajo demanda) para ser reproducido. El flujo o archivo de audio y/o vídeo está codificado en varias calidades, denominadas representaciones. Cada una de las representaciones está compuesta por una sucesión de segmentos de igual duración con respecto al contenido de audio y/o vídeo. Por lo tanto, las representaciones están alineadas en el tiempo por segmento y comienzan con la misma trama de referencia de audio y/o vídeo, lo que permite que el dispositivo cliente (o terminal), y más particularmente un reproductor de audio y/o vídeo incluido en el mismo, cambie de una representación a otra representación en los límites del segmento.

En la tecnología de emisión en continuo adaptable tal como HLS (que significa "emisión en vivo en HTTP", que es un protocolo de comunicaciones de emisión en vivo basado en HTTP y desarrollado por Apple Inc.) o DASH (que significa "emisión en continuo dinámica adaptable sobre HTTP", que es una tecnología de emisión en continuo multimedia desarrollada por el Grupo de expertos en imágenes en movimiento (MPEG), el cambio de una representación a otra es impulsado por el dispositivo cliente (o terminal), lo que significa que el dispositivo cliente (o terminal) solicita al equipo servidor que cambie a dicha otra representación. Típicamente, el dispositivo cliente (o terminal) selecciona la representación apropiada basándose en la evaluación del ancho de banda disponible desde el equipo servidor hasta el dispositivo cliente (o terminal) y, potencialmente, otros criterios como la ocupación del búfer, la resolución de la pantalla, las capacidades del decodificador, etc.

Las tecnologías emergentes de baja latencia para emisión en vivo tales como CTE (codificación de transferencia fragmentada) con MPEG CMAF (formato común de aplicaciones multimedia) o LL HLS (HLS de baja latencia) permiten la reproducción temprana de contenido de audio y/o vídeo mediante una gestión de fragmentos particulares que no necesita la disponibilidad de un segmento completo antes de iniciar la reproducción.

Por tanto, en una implementación de red de distribución de contenido (CDN) para emisión en continuo adaptable, un servidor de origen (también conocido como *servidor original*) que actúa como un equipo empaquetador proporciona las representaciones en forma de segmentos divididos en fragmentos listos para ser enviados cuando el segmento relacionado es solicitado por un servidor de caché o plataforma de almacenamiento en caché. Los fragmentos corresponden a una duración predefinida, denominada duración del fragmento, del contenido de audio y/o vídeo y, por tanto, son unidades codificadas más pequeñas que los segmentos. El servidor de caché o la plataforma de almacenamiento en caché sirve al dispositivo cliente (o terminal) al recibir solicitudes de segmento del mismo, distribuyendo fragmentos en transferencias en ráfaga.

Aunque estas tecnologías de baja latencia aceleran la distribución de datos, crean perturbaciones al estimar el ancho de banda disponible. En consecuencia, se puede seleccionar una representación (calidad) de contenido de audio y/vídeo inapropiada y, por tanto, se puede reducir la QoE (calidad de la experiencia).

El rendimiento del servidor de caché al dispositivo (terminal) cliente puede estar limitado por la capacidad del enlace del servidor de caché al dispositivo cliente (o terminal) o por el tiempo de ida y vuelta (RTT) entre el servidor de caché, plataforma de almacenamiento en caché, y el dispositivo cliente (o terminal).

Consideremos un ejemplo ilustrativo como sigue. Un contenido de vídeo está disponible en tres representaciones, con tasas de bits correspondientes de 4 Mbps, 2 Mbps y 1 Mbps. El contenido de vídeo se divide en segmentos que tienen una duración de 2 segundos con respecto al contenido de vídeo, y se divide adicionalmente en fragmentos con una duración de 200 milisegundos con respecto al contenido de vídeo (10 fragmentos por segmento). Consideremos un RTT de 150 milisegundos y un ancho de banda máximo de cuello de botella de 8 Mbps. Habiendo solicitado el dispositivo cliente (reproductor) un segmento de vídeo de 1 Mbps, por ejemplo, de acuerdo con la tecnología MPEG DASH, el contenido de vídeo se distribuye fragmento tras fragmento, lo que lleva a una estimación de ancho de banda de aproximadamente entre 1,5 y 2,5 Mbps, aunque la capacidad efectiva equivale a 8 Mbps. Cabe señalar aquí que, de acuerdo con algunas tecnologías de baja latencia, tales como en un modo operativo de la tecnología LL HLS, el dispositivo cliente (reproductor) puede transmitir solicitudes por fragmento en lugar de por segmento, pero las cifras de la estimación de ancho de banda y la capacidad efectiva siguen siendo las mismas.

Esto significa que el dispositivo cliente (o terminal) o el servidor de caché (o plataforma de almacenamiento en caché) que intenta evaluar el ancho de banda máximo disponible mediante el análisis de la cantidad de bits transmitidos

5 durante un período de ráfaga correspondiente a la transmisión de un fragmento estima incorrectamente entre 1,5 y 2,5 Mbps de ancho de banda disponible, muy por debajo del ancho de banda real disponible, lo que impide el uso de representaciones de mayor calidad (que tienen una mayor tasa de bits). La situación es ciertamente incluso peor que la que se muestra en el ejemplo anterior porque dividir un segmento en fragmentos de igual duración con respecto al contenido de audio y/vídeo no conduce a fragmentos con el mismo tamaño (es decir, cantidad de bits). De hecho, considerando un contenido de vídeo, un fragmento que incluye datos de imagen I (de acuerdo con el esquema de compresión IPB convencional) es ciertamente de un tamaño mayor que el tamaño promedio de 200 kbits usado en el ejemplo anterior para estimar el ancho de banda disponible, mientras que otros fragmentos que incluyen otros datos de la misma trama de vídeo son de menor tamaño. Dependiendo de qué fragmentos se consideren en la ventana de tiempo de congestión para estimar el ancho de banda disponible, puede conducir a una estimación del ancho de banda disponible aún más reducida, que también puede amplificarse cuando hay almacenamiento en búfer de red entre el servidor de caché (o plataforma de almacenamiento en caché) y el dispositivo cliente (o terminal).

15 Caba señalar, además, que cuando el RTT es diferente, la estimación del ancho de banda disponible resultante es diferente, por ejemplo, con un RTT igual a 10 milisegundos, habría dado como resultado una estimación teórica del ancho de banda de 20 Mbps, que de hecho está limitada por el ancho de banda de cuello de botella máximo de 8 Mbps (capacidad de enlace).

20 Por tanto, es deseable seleccionar/implementar adecuadamente un servidor de caché para distribuir un contenido de audio y/o vídeo a un terminal que pueda confiar en la estimación de RTT realizada con respecto a dicho terminal para mejorar la QoE.

25 Por tanto, es deseable superar los inconvenientes anteriores de la técnica anterior y, más particularmente, mejorar la QoE al distribuir un contenido de audio y/o vídeo desde un equipo servidor a un dispositivo cliente (o terminal) usando una tasa de bits adaptable. También es particularmente deseable proporcionar una solución que sea sencilla de implementar y que sea rentable.

30 La siguiente es una lista de la técnica anterior relevante: el documento US 2015/215396 A1 (PUTHALATH HAREESH [SE] ET AL), 30 de julio de 2015, divulga mecanismos y técnicas para seleccionar dinámicamente una memoria caché que tiene un contenido deseado. El documento US 2009/172167 A1 (DRAI DAVID [IL] ET AL), 2 de julio de 2009, divulga un sistema y un método para una red de distribución de contenido, CDN, plataformas de equilibrado y reparto. El documento US 2002/007413 A1 (GARCIA-LUNA-ACEVES JJ [US] ET AL), 17 de enero de 2002, divulga un sistema y método para usar un mapeo entre direcciones de clientes y direcciones de memorias caché para admitir la distribución de contenido. El documento US 2002/065899 A1 (SMITH ERIK RICHARD [US] ET AL), 30 de mayo de 2002, divulga un sistema y un método para distribuir contenido dinámico a través de una red de distribución de contenido. El documento US 2015/100667 A1 (FREYRIA ANDRES [MX] ET AL), 9 de abril de 2015, divulga técnicas para realizar la transcodificación de elementos multimedia para diferentes plataformas informáticas con las que se pueden reproducir los elementos multimedia. El documento US 2015/229685 A1 (BREBION RÉMY [FR] ET AL), 13 de agosto de 2015, divulga la distribución de un contenido audiovisual a un dispositivo cliente, un dispositivo de interconexión que interconecta una primera red con una segunda red, estando conectado el dispositivo cliente a la segunda red. El documento XP017858422 (BRADBURY RICHARD, BBC), 4 de octubre de 2019, especifica una arquitectura funcional de referencia para un sistema de extremo a extremo que distribuye contenido lineal a través de redes de protocolo de Internet, IP, de manera escalable y compatible con estándares.

45 RESUMEN DE LA INVENCION

La presente invención está definida por la materia objeto de las reivindicaciones independientes. Detalles adicionales de la invención se definen en las reivindicaciones dependientes.

50 Con ese fin, se divulga en el presente documento un procedimiento para distribuir un contenido de audio y/o vídeo a un terminal usando emisión en continuo adaptable mediante un sistema de distribución de contenido de audio y/o vídeo implementado sobre una infraestructura de red, comprendiendo el sistema de distribución de contenido de audio y/o vídeo un controlador y una pluralidad de plataformas de almacenamiento en caché, estando el contenido de audio y/o vídeo segmentado en segmentos de datos disponibles en diversas representaciones con respectivas calidades de audio y/o vídeo, estando las representaciones alineadas en el tiempo por segmentos divididos además en fragmentos que tienen la misma duración del fragmento con respecto al contenido de audio y/o vídeo. El procedimiento comprende las siguientes etapas realizadas por el controlador, para cada plataforma de almacenamiento en caché: obtener una información de tiempo de ida y vuelta físico perteneciente a la plataforma de almacenamiento en caché en cuestión con respecto a la distribución de contenidos de audio y/o vídeo mediante la plataforma de almacenamiento en caché en cuestión a terminales a través de la infraestructura de la red; calcular un tamaño mínimo de transferencia en ráfaga mTBS a partir de la tasa de bits promedio máxima de las diversas representaciones del contenido de audio y/o vídeo y de la información de tiempo de ida y vuelta físico obtenida; calcular una duración mínima de transferencia en ráfaga mTBDi, para una o más representaciones *i* del contenido de audio y/o vídeo, a partir del tamaño mínimo de transferencia en ráfaga mTBS. Y cuando el contenido de audio y/o vídeo tiene que distribuirse al terminal, el procedimiento comprende las siguientes etapas realizadas por el controlador: seleccionar, a partir de un conjunto L0 de plataformas de almacenamiento en caché candidatas, la plataforma de almacenamiento en caché que se usará para distribuir el contenido de audio y/o vídeo al terminal, en función de la duración mínima de

transferencia en ráfaga mTB_D_i calculada para una o más representaciones *i* del contenido de audio y/o vídeo; y redirigir el terminal a la plataforma seleccionada para la distribución adicional del contenido de audio y/o vídeo en forma de ráfagas de fragmentos. Además, para seleccionar la plataforma de almacenamiento en caché que se usará, el controlador realiza: formar una lista L1, a partir del conjunto L0 de plataformas de almacenamiento en caché candidatas, que contiene las plataformas de almacenamiento en caché que exhiben una duración mínima de transferencia en ráfaga mTB_D_i para una o más representaciones de la *i* del contenido de audio y/o vídeo que es inferior o igual a la duración del fragmento aplicable a la distribución del contenido de audio y/o vídeo en cuestión, y cuando la cardinalidad de la lista L1 está por encima de un umbral predefinido, seleccionar la plataforma de almacenamiento en caché que se usará a partir de la lista L1; y formar de otro modo una lista L2, a partir del conjunto L0 de plataformas de almacenamiento en caché candidatas, que contiene las plataformas de almacenamiento en caché que exhiben una duración mínima de transferencia en ráfaga mTB_D_i inferior o igual a un umbral predefinido TH que es un múltiplo de la duración del fragmento aplicable a la distribución del contenido de audio y/o vídeo en cuestión, y seleccionar la plataforma de almacenamiento en caché que se usará a partir de la lista L2. Al seleccionar de este modo la plataforma de almacenamiento en caché que se usará, se mejora la QoE ya que la estimación del ancho de banda es más fiable cuando se distribuye el contenido de audio y/o vídeo al terminal usando una tasa de bits adaptable.

De acuerdo con una realización particular, la información de tiempo de ida y vuelta físico representa el máximo del tiempo de ida y vuelta mínimo producido en el pasado al distribuir un contenido de audio y/o vídeo a terminales y/o el promedio del tiempo mínimo de ida y vuelta producido en el pasado al distribuir un contenido de audio y/o vídeo a terminales.

De acuerdo con una realización particular, el controlador calcula, para cada plataforma de almacenamiento en caché, la duración mínima de transferencia en ráfaga mTB_D_i sólo para la representación de tasa de bits más baja disponible para los uno o más contenidos de audio y/o vídeo, concretamente para *i* = 1.

De acuerdo con una realización particular, el controlador selecciona la plataforma de almacenamiento en caché que se usará para distribuir el contenido de audio y/o vídeo al terminal cuando procesa una solicitud de sesión relativa al terminal en cuestión y al contenido de audio y/o vídeo en cuestión.

De acuerdo con una realización particular, la duración del fragmento, así como las representaciones disponibles del contenido de audio y/o vídeo, dependen de que un servidor de origen proporcione el contenido de audio y/o vídeo concernido por la solicitud de sesión, y el controlador recupera un identificador que representa el servidor de origen en cuestión analizando una ruta de Identificador Uniforme de Recursos indicada en la solicitud de sesión, o copiada o citada a partir de la misma.

De acuerdo con una realización particular, el controlador define dicho conjunto L0 de plataformas de almacenamiento en caché candidatas como las plataformas de almacenamiento en caché del sistema de distribución de contenido de audio y/o vídeo que están implementadas o que pueden activarse en un área geográfica predeterminada.

De acuerdo con una realización particular, la infraestructura de red es una infraestructura de red móvil, y el área geográfica se determina como parte de la infraestructura de red aguas arriba de un conjunto predeterminado de células de red móvil que rodean el terminal.

De acuerdo con una realización particular, cuando la cardinalidad de la lista L2 es inferior o igual a un umbral predefinido, el controlador selecciona la plataforma de almacenamiento en caché que se usará a partir de la lista L0.

De acuerdo con una realización particular, el controlador realiza: retirar de la lista L0 las plataformas de almacenamiento en caché que no cumplen al menos un criterio predefinido; seleccionar la representación más baja, designada aquí con un parámetro $y = 1$; realizar una ronda de selección de plataforma de almacenamiento en caché considerando la duración mínima de transferencia en ráfaga mTB_D_i para $i = y$ formando la lista L1 y potencialmente la lista L2; y cuando no resulta ninguna selección a partir de las listas L1 y L2, el parámetro y se incrementa en una unidad y el controlador realiza otra ronda de selección de plataforma de almacenamiento en caché con la duración mínima de transferencia en ráfaga mTB_D_i para la representación designada por el parámetro y .

De acuerdo con una realización particular, el controlador redirige el terminal hacia la plataforma de almacenamiento en caché seleccionada obligando al terminal a enviar nuevamente una solicitud de sesión pero consultando la plataforma de almacenamiento en caché seleccionada en lugar de consultar al controlador.

De acuerdo con una realización particular, la infraestructura de red es una infraestructura de red móvil y las plataformas de almacenamiento en caché se implementan en *cloudlets* de la infraestructura de red móvil.

Se divulga además en el presente documento un producto de programa informático que comprende instrucciones de código de programa que se pueden cargar en un dispositivo programable para implementar el procedimiento anterior en cualquiera de sus realizaciones, cuando las instrucciones de código de programa se ejecutan mediante el dispositivo programable. Se divulga además en el presente documento un medio de almacenamiento de información que almacena dicho programa informático.

Se divulga además en el presente documento un controlador destinado a ser usado en un sistema de distribución de contenido de audio y/o vídeo implementado sobre una infraestructura de red, comprendiendo además el sistema de distribución de contenido de audio y/o vídeo una pluralidad de plataformas de almacenamiento en caché para distribuir un contenido de audio y/o vídeo a través de la infraestructura de red, estando el contenido de audio y/o vídeo segmentado en segmentos de datos disponibles en diversas representaciones con respectivas calidades de audio y/o vídeo, estando las representaciones alineadas en el tiempo por segmentos divididos además en fragmentos que tienen la misma duración del fragmento con respecto al contenido de audio y/o vídeo. El controlador comprende circuitos electrónicos configurados para, para cada plataforma de almacenamiento en caché: obtener una información de tiempo de ida y vuelta físico perteneciente a la plataforma de almacenamiento en caché en cuestión con respecto a la distribución de contenidos de audio y/o vídeo mediante la plataforma de almacenamiento en caché en cuestión a terminales a través de la infraestructura de red; calcular un tamaño mínimo de transferencia en ráfaga mTBS a partir de la tasa de bits promedio máxima de las diversas representaciones del contenido de audio y/o vídeo y de la información de tiempo de ida y vuelta físico obtenida; calcular una duración mínima de transferencia en ráfaga mTBDi, para una o más representaciones *i* del contenido de audio y/o vídeo, a partir del tamaño mínimo de transferencia en ráfaga mTBS. Y los circuitos electrónicos están configurados además, cuando el contenido de audio y/o vídeo tiene que distribuirse al terminal, para: seleccionar, a partir de un conjunto L0 de plataformas de almacenamiento en caché candidatas, la plataforma de almacenamiento en caché que se usará para distribuir el contenido de audio y/o vídeo al terminal, en función de la duración mínima de transferencia en ráfaga mTBDi calculada para una o más representaciones *i* del contenido de audio y/o vídeo; y redirigir el terminal a la plataforma seleccionada para la distribución adicional del contenido de audio y/o vídeo en forma de ráfagas de fragmentos. Además, los circuitos electrónicos están configurados para seleccionar la plataforma de almacenamiento en caché que se usará, para: formar una lista L1, a partir del conjunto L0 de plataformas de almacenamiento en caché candidatas, que contiene las plataformas de almacenamiento en caché que exhiben una duración mínima de transferencia en ráfaga mTBDi para uno o más representaciones *i* del contenido de audio y/o vídeo que sea inferior o igual a la duración del fragmento aplicable a la distribución del contenido de audio y/o vídeo en cuestión, y cuando la cardinalidad de la lista L1 esté por encima de un umbral predefinido, seleccionar la plataforma de almacenamiento en caché que se usará a partir de la lista L1; y formar de otro modo una lista L2, a partir del conjunto L0 de plataformas de almacenamiento en caché candidatas, que contiene las plataformas de almacenamiento en caché que exhiben una duración mínima de transferencia en ráfaga mTBDi inferior o igual a un umbral predefinido TH que es un múltiplo de la duración del fragmento aplicable a la distribución del contenido de audio y/o vídeo en cuestión, y seleccionar la plataforma de almacenamiento en caché que se usará a partir de la lista L2.

Se divulga además en el presente documento una red de distribución de contenido que incluye el controlador anterior.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

Las características de la invención se manifestarán más claramente a partir de la lectura de la siguiente descripción de al menos una realización, estando dicha descripción realizada con referencia a los dibujos adjuntos, entre los cuales:

- La figura 1 representa esquemáticamente un sistema de distribución de contenido de audio y/o vídeo en el que se puede implementar la presente invención;
- La figura 2 representa esquemáticamente segmentos alineados en el tiempo de diversas representaciones;
- La figura 3 representa esquemáticamente un ejemplo de arquitectura de hardware de un dispositivo utilizable en el alcance del sistema de distribución de contenido de audio y/o vídeo;
- La figura 4 representa esquemáticamente un algoritmo para obtener y almacenar información utilizable para seleccionar una plataforma de almacenamiento en caché apropiada para posteriormente distribuir un contenido de audio y/o vídeo;
- La figura 5 representa esquemáticamente un algoritmo para gestionar solicitudes de sesión en una realización; y
- La figura 6 representa esquemáticamente un algoritmo para gestionar solicitudes de sesión en otra realización.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE AL MENOS UNA REALIZACIÓN

La **figura 1** representa esquemáticamente un sistema de distribución de contenido de audio y/o vídeo implementado sobre una infraestructura de red.

El sistema de distribución de contenido de audio y/o vídeo 100 es preferentemente una red de distribución de contenido (CDN).

La infraestructura de red es, por ejemplo, como se representa ilustrativamente en la figura 1, una infraestructura de red móvil, por ejemplo, conforme con LTE (evolución a largo plazo) 4G o 5G.

El sistema de distribución de contenido de audio y/o vídeo 100 comprende plataformas de almacenamiento en caché repartidas por la infraestructura de red, es decir, en diversas ubicaciones en la infraestructura de red. Las plataformas de almacenamiento en caché están controladas por un controlador, ilustrativamente un controlador central CC 111 en la figura 1. Las plataformas de almacenamiento en caché están dispuestas jerárquicamente y usan una plataforma de

almacenamiento en caché central como raíz.

En el alcance de la infraestructura de red móvil ilustrativa en la figura 1, las plataformas de almacenamiento en caché se denominan servidores de caché perimetrales ECS 132.

5

Los servidores de caché perimetrales ECS 132 tienen como objetivo transmitir segmentos de contenidos de audio y/o vídeo a terminales T 150 (también denominados *dispositivos cliente*), es decir, terminales móviles T 150 ilustrativamente en la figura 1, que están conectados a la infraestructura de red. Los terminales T 150 pueden así acceder a la infraestructura de red móvil a través de estaciones base, eNodoB, pero también pueden acceder a la infraestructura de red móvil a través de redes de área local inalámbricas (WLAN) conectadas a los mismos, tales como puntos de acceso Wi-Fi, por ejemplo, proporcionados por puertas de enlace WLAN 140.

10

La infraestructura de red comprende nodos de agregación (estando cada uno de ellos etiquetado como A-NODO 130 en la figura 1). Dichos nodos de agregación son estaciones base, oficinas centrales, eNodoB, pasarelas de redes de paquetes de datos (P-GW) o pasarelas de servicio (S-GW), funciones de plano de usuario de terminación (TUPF), dependiendo de la tecnología de infraestructura de red en uso. Al menos algunos de los nodos de agregación 130 de la infraestructura de red móvil implementan una función de ruptura, por ejemplo, usando plataformas basadas en MEC.

15

Cada servidor de caché perimetral ECS 132 está conectado a la función de ruptura de un nodo de agregación 130 de la infraestructura de red móvil. Cualquier nodo de agregación 130 al que esté conectado un servidor de caché perimetral ECS 132 implementa una función de ruptura configurable que permite enrutar paquetes, típicamente paquetes IP (Protocolo de Internet), a través de la función de ruptura de acuerdo con reglas de enrutamiento configurables. Dichas reglas de enrutamiento pueden definir que los paquetes con tal o cual dirección de destino y/o tal o cual dirección de origen deben enrutarse al servidor de caché perimetral ECS 132 en cuestión. La función de ruptura permite además que el servidor de caché perimetral ECS 132 conectado a la misma transmita paquetes a través de la infraestructura de red.

20

25

Lógicamente, los servidores de caché perimetral ECS 132 están interconectados usando una topología de árbol o una topología de estrella, estando así dispuestos jerárquicamente, en donde un servidor de contenido central CCS 112 en un equipo central CE 110 es la raíz de la topología. Esto significa que, cuando una sesión de distribución de audio y/o contenido para un terminal T 150 determinado no puede ser procesada por los servidores de caché perimetrales ECS 132 más cercanos en la infraestructura de red con respecto al terminal T 150 en cuestión, la sesión de distribución de contenido de audio y/o vídeo es procesada por un servidor de caché más distante (más cercano a la raíz) aguas arriba en la topología del sistema de distribución de contenido de audio y/o vídeo 100 (y en la infraestructura de red).

30

35

El servidor de contenido central CCS 112 puede ser un único servidor o un grupo de servidores. El servidor de contenido central CCS 112 obtiene los contenidos de audio y/o vídeo a partir de al menos un servidor de origen. En la figura 1, se muestran dos servidores de origen OS1 161 y OS2 162. De manera ilustrativa, el servidor de origen OS1 161 y el servidor de origen OS2 162 pertenecen a proveedores de contenido distintos. El tamaño del fragmento en uso para los contenidos de audio y/o vídeo lo imponen los proveedores de contenido, lo que significa que el servidor de contenido central CCS 112 no tiene ningún medio para modificar el tamaño del fragmento, ya que el servidor de origen OS1 161, el servidor de origen OS2 162 y el servidor de contenido central CCS 112 típicamente están gobernados por diferentes organizaciones. Además, el tamaño de los fragmentos proporcionados por el servidor de origen OS1 161 puede ser diferente del tamaño de los fragmentos proporcionados por el servidor de origen OS2 162. Cabe señalar que en la figura 1, el servidor de caché central CCS112 desempeña el papel de caché de protección. Como alternativa, los servidores de origen OS1 161 y OS2 162 podrían alimentar directamente a los servidores de contenido perimetrales ECS 132.

40

45

Los servidores de caché perimetral ECS 132 son alimentados con contenidos de audio y/o vídeo por el servidor de origen OS1 161 y/o el servidor de origen OS2 162, a través del servidor de contenido central CCS 112 o no. Los servidores de origen OS1 161 y OS2 162, el servidor de contenido central CCS 112 y los servidores de caché perimetral ECS 132 aplican emisión en continuo adaptable. El servidor de contenido central CCS 112 puede transmitir segmentos de emisión en continuo adaptable de los contenidos de audio y/o vídeo en cuestión a los servidores de caché perimetrales ECS 132 usando transmisiones de difusión, multidifusión o unidifusión.

50

55

Los servidores de origen OS1 161 y OS2 162 están a cargo de empaquetar al menos un contenido de audio y/o vídeo para ser distribuido a los terminales T 150 en forma de segmentos divididos en fragmentos que proporcionan cada contenido de audio y/o vídeo en representaciones (calidades) plurales con respectivas tasas de bits, para implementar emisión en continuo adaptable.

60

Como se divulga a continuación con respecto a la figura 2, cuanto mayor sea la calidad de una representación, mayor será la tasa de bits correspondiente. Los segmentos están alineados en el tiempo entre todas las representaciones de uno cualquiera de dichos contenidos de audio y/o vídeo, lo que permite cambiar de una representación a otra dependiendo de qué tasa de bits de representación se adapte mejor a la estimación del ancho de banda disponible para lograr la mejor QoE posible.

65

Los fragmentos tienen la misma duración con respecto al contenido de audio y/o vídeo. La duración del fragmento es un parámetro de configuración de los servidores de origen OS1 161, OS2 162 y por lo tanto, como ya se explicó, típicamente está fuera del control del sistema de distribución de contenido de audio y/o vídeo 100. La duración del fragmento es un valor fijo que oscila entre, por ejemplo, 40 milisegundos (la duración mínima del fragmento cuando se trata de una emisión en continuo de vídeo de 25 fotogramas/segundo) y 500 milisegundos de contenido de audio y/o vídeo si la duración del segmento es, por ejemplo, 1 segundo (la duración de un segmento debe corresponder a un número entero de duración del fragmento).

Los servidores de caché perimetrales ECS 132 sirven a los terminales T 150 al recibir solicitudes (solicitudes por segmento o solicitudes por fragmento) de los mismos, distribuyendo los fragmentos en transferencias en ráfaga.

Cada terminal T 150 comprende un reproductor y un decodificador. El decodificador es configurado (inicializado o reinicializado) por el reproductor de acuerdo con el formato y la calidad de codificación (es decir, representación) efectivamente en uso y está a cargo de decodificar de acuerdo con los datos de audio y/o vídeo recibidos por el reproductor. El reproductor se encarga de realizar intercambios con una plataforma de almacenamiento en caché para recibir los datos de audio y/o vídeo codificados desde dicha plataforma de almacenamiento en caché. El reproductor solicita segmentos de al menos un contenido de audio y/o vídeo, o fragmentos de los mismos, y la plataforma de almacenamiento en caché transmite a cambio los fragmentos de los segmentos solicitados, o los fragmentos solicitados.

Considerando una sesión para distribuir un contenido de audio y/o vídeo a dicho terminal T 150, la estimación del ancho de banda disponible se realiza mediante la plataforma de almacenamiento en caché que distribuye el contenido de audio y/o vídeo a dicho terminal T 150 y/o mediante dicho terminal T 150. La estimación del ancho de banda disponible permite seleccionar una representación del contenido de audio y/o vídeo dependiendo de qué tasa de bits de representación se adapte mejor a la estimación del ancho de banda disponible para lograr la mejor QoE posible. Por ejemplo, la estimación del ancho de banda disponible se realiza usando información BBR (ancho de banda de cuello de botella y tiempo de propagación de ida y vuelta). El enfoque de BBR es un algoritmo de control de congestión reciente que se adapta particularmente bien a la comunicación inalámbrica y que se puede usar en asociación con el protocolo TCP u otro protocolo de transporte (por ejemplo, QUIC sobre UDP (protocolo de datagramas de usuario)). Son posibles realizaciones alternativas donde la estimación del ancho de banda disponible se realiza usando otros algoritmos de control de congestión tales como en TCP CUBIC, VEGAS, RENO o en otros protocolos de transporte tales como QUIC, SCTP (protocolo de control de transmisiones de corrientes), etc. Como alternativa, la estimación del ancho de banda disponible se realiza directamente analizando la forma del tráfico del protocolo de transporte (paquetes de datos y paquetes de reconocimiento) de al menos una conexión de transporte (por ejemplo, conexión TCP) usada para distribuir fragmentos al dispositivo cliente CL 140 en cuestión.

Como se muestra en la **figura 2**, cada contenido de audio y/o vídeo está disponible en diversas representaciones R1, R2, R3, con calidades de audio y/o vídeo respectivas. Un segmento de todas y cada una de las representaciones (por ejemplo, R1) del contenido de audio y/o vídeo contiene la misma parte de contenido que el mismo segmento de todas y cada una de las demás representaciones (por ejemplo, resp. R2, R3) del contenido de audio y/o vídeo. En otras palabras, los segmentos de las diversas representaciones R1, R2, R3 están alineados en el tiempo. Cada segmento comienza con una trama de referencia RF. En la figura 2, considerando el mismo segmento del contenido de audio y/o vídeo, la trama de referencia RF está etiquetada como RF1 para la representación R1, la trama de referencia RF está etiquetada como RF2 para la representación R2 y la trama de referencia RF está etiquetada como RF3 para la representación R3. Además, la trama de referencia RF es seguida por al menos una trama SF subsiguiente en el segmento. En la figura 2, la al menos una trama subsiguiente SF está etiquetada como SF1 para la representación R1, la al menos una trama subsiguiente SF está etiquetada como SF2 para la representación R2 y la al menos una trama subsiguiente SF está etiquetada como SF3 para la representación R3.

Dado que las representaciones R1, R2, R3 corresponden a diferentes calidades, el tamaño de un segmento de todas y cada una de las representaciones (por ejemplo, R1) típicamente difiere del tamaño del mismo segmento de todas y cada una de las demás representaciones (por ejemplo, resp. R2, R3). De hecho, el tamaño de segmento aumenta con la calidad, como se muestra en la figura 2 donde se representa esquemáticamente el mismo segmento de las representaciones R1, R2, R3, y donde se considera que la representación R3 corresponde a una mejor calidad que la representación R2 y la representación R2 corresponde a una mejor calidad que la representación R1. En consecuencia, el tamaño de la trama de referencia RF3 en la representación R3 es mayor que el tamaño de la trama de referencia RF2 en la representación R2, y el tamaño de la trama de referencia RF2 en la representación R2 es mayor que el tamaño de la trama de referencia RF1 en la representación R1. Además, el tamaño de las tramas subsiguientes SF3 en la representación R3 es mayor que el tamaño de las tramas subsiguientes SF2 en la representación R2, y el tamaño de las tramas subsiguientes SF2 en la representación R2 es mayor que el tamaño de las tramas subsiguientes SF1 en la representación R1. Como consecuencia, los requisitos de ancho de banda también aumentan con la calidad del audio y/o vídeo.

La **figura 3** representa esquemáticamente un ejemplo de arquitectura de hardware 300 utilizable en el alcance del sistema de distribución de contenido de audio y/o vídeo 100. La arquitectura de hardware 300 puede ser parte de una plataforma de almacenamiento en caché, tal como el servidor de caché perimetral ECS 132. La arquitectura de hardware 300 puede ser parte del equipo central CE 110, tal como el controlador central CC 111. La arquitectura de

hardware 300 puede ser parte del terminal T 150.

La arquitectura de hardware 300 comprende los siguientes componentes interconectados por un bus de comunicaciones 310: un procesador, microprocesador, microcontrolador o CPU (unidad central de procesamiento) 301; una RAM (memoria de acceso aleatorio) 302; una ROM (memoria de sólo lectura) 303, tal como una EEPROM (ROM programable y borrable eléctricamente), por ejemplo una memoria flash; una HDD (unidad de disco duro), o cualquier otro dispositivo adaptado para leer información almacenada en un medio de almacenamiento, tal como un lector de tarjetas SD (digitales seguras) 304; al menos una interfaz de comunicación COM 305.

La CPU 301 es capaz de ejecutar instrucciones cargadas en la RAM 302 desde la ROM 303 o desde una memoria externa, tal como HDD 304 o una tarjeta SD. Una vez encendida la arquitectura de hardware 300, la CPU 301 es capaz de leer instrucciones de la RAM 302 y ejecutar estas instrucciones. Las instrucciones forman un programa informático que hace que la CPU 301 ejecute las etapas realizadas divulgadas en el presente documento con respecto a las plataformas de almacenamiento en caché, o al equipo central CE 110 o a los terminales T 150.

Por tanto, las etapas y algoritmos descritos en el presente documento pueden implementarse en forma de software mediante la ejecución de un conjunto de instrucciones o programas mediante una máquina de computación programable, tal como una PC, un DSP (procesador de señales digitales) o un procesador; o bien implementarse en forma de hardware por una máquina o un componente, chip o conjunto de chips dedicado, tal como una FPGA (matriz de puertas programables in situ) o un ASIC (circuito integrado específico de aplicación). Más generalmente, el equipo central CE 110 y los terminales móviles T 150 comprenden circuitos electrónicos configurados para realizar las etapas y algoritmos descritos en el presente documento con respecto al dispositivo o equipo en cuestión.

La **figura 4** representa esquemáticamente un algoritmo para obtener y almacenar información utilizable para seleccionar una plataforma de almacenamiento en caché apropiada para luego distribuir uno o más contenidos de audio y/o video usando emisión en continuo adaptable. Los uno o más contenidos de audio y/o video deben distribuirse en baja latencia y, como tal, es preferentemente un contenido en vivo.

En una etapa 400, el controlador central CC 111 obtiene información de RTT (tiempo de ida y vuelta) físico de cada plataforma de almacenamiento en caché. RTT físico significa RTT que no se produce por una sobrecarga de tráfico sino por la ruta física, típicamente relacionado con la distancia (por ejemplo, la longitud del cable) y el tiempo de procesamiento del conmutador/enrutador. La información de RTT físico de cada plataforma de almacenamiento en caché corresponde al RTT esperado entre dicha plataforma de almacenamiento en caché y los terminales T 150 a los que dicha plataforma de almacenamiento en caché puede distribuir un contenido de audio y/o video (es decir, RTT que se espera que se produzca cuando un terminal T 150 obtiene la distribución del contenido de audio y/o video a partir de dicha plataforma de almacenamiento en caché). La información de RTT físico es el máximo (mayor valor) del RTT mínimo producido en el pasado al distribuir un contenido de audio y/o video a los terminales T 150 y/o el promedio del RTT mínimo producido en el pasado al distribuir un contenido de audio y/o video a terminales T 150.

En una etapa opcional 401, el controlador central CC 111 obtiene información de carga a partir de cada plataforma de almacenamiento en caché. La información de carga indica la ocupación de recursos en relación con la plataforma de almacenamiento en caché. La información de carga es, por ejemplo, el porcentaje de recursos de procesamiento y/o memoria en uso en la plataforma de almacenamiento en caché. La información de carga es, por ejemplo, la cantidad de recursos de procesamiento y/o memoria disponibles en la plataforma de almacenamiento en caché. La información de carga es, por ejemplo, la cantidad de sesiones restantes que la plataforma de almacenamiento en caché aún puede aceptar.

Las etapas 400 y 401 se realizan mediante transmisiones de mensajes entre las plataformas de almacenamiento en caché (es decir, los servidores de caché perimetrales ECS 132 en la figura 1) y el controlador central CC 111. Las plataformas de almacenamiento en caché pueden iniciar la transmisión de información de RTT físico y/o información de carga, típicamente de forma regular o cuando ocurre un evento particular. La transmisión de información de RTT físico y/o información de carga se puede realizar en respuesta a solicitudes del controlador central CC 111. La transmisión de información de RTT físico y/o información de carga se puede realizar de forma conjunta. Se pueden usar controladores intermedios para garantizar las comunicaciones entre las plataformas de almacenamiento en caché y el controlador central CC 111.

En una etapa 402, el controlador central CC 111 obtiene información sobre cada tasa de bits de representación que se va a admitir para los uno o más contenidos de audio y/o video que se van a considerar.

Las tasas de bits de representación disponibles pueden diferir de un contenido de audio y/o video a otro. En este caso, el controlador central CC 111 puede ejecutar el algoritmo de la figura 4 de forma independiente para cada contenido de audio y/o video.

Las tasas de bits de representación disponibles pueden diferir de un servidor de origen a otro. Por ejemplo, el sistema de distribución de contenido de audio y/o video 100 funciona para varios abonados o proveedores de contenido. Cada abonado o proveedor de contenido (y sus correspondientes servidores de origen) proporciona contenidos de audio y/o video en representaciones plurales, es decir, tasas de bits plurales. Las tasas de bits de representación pueden diferir

de un abonado o proveedor de contenido a otro (por ejemplo, proveedor de contenido premium frente a proveedor de contenido de bajo coste). En este caso, el controlador central CC 111 puede ejecutar el algoritmo de la figura 4 de forma independiente para cada abonado o proveedor de contenido, de modo que la selección de la plataforma de almacenamiento en caché adecuada para distribuir posteriormente un contenido de audio y/o vídeo se realice de manera personalizada para cada abonado o proveedor de contenido.

Suponiendo que se admitan N representaciones, cada representación tiene una tasa de bits promedio B_i ($i = 1, \dots, N$), en donde $i = 1$ representa la representación de tasa de bits más baja (calidad más baja) e $i = N$ representa la representación de tasa de bits más alta (calidad más alta).

En una etapa 403, el controlador central CC 111 calcula, para cada plataforma de almacenamiento en caché, un tamaño mínimo de transferencia en ráfaga mTBS, en función de la información de RTT físico obtenida en la etapa 400 para dicha plataforma de almacenamiento en caché, de la siguiente manera:

$$mTBS = C0 * B_N * RTT$$

en donde C0 es una constante (positiva) que añade un margen predefinido que compensa la posible aproximación de la información de RTT. La definición de C0 depende de si las plataformas de almacenamiento en caché responden a solicitudes por fragmento (como en un modo operativo de la tecnología LL HLS) o si las plataformas de almacenamiento en caché responden a solicitudes por segmento (como con la tecnología MPEG DASH). C0 compensa además que B_i , incluido B_N , es una indicación de tasa de bits promedio (lo que significa que la tasa de bits efectiva puede variar alrededor de esta indicación de tasa de bits promedio). C0 puede compensar además que la estimación del ancho de banda en uso, en vista de la tecnología de emisión en continuo adaptable en uso, pueda depender de un RTT efectivo o de la mitad de este valor. De hecho, con solicitudes por segmento (como con la tecnología MPEG DASH), la estimación del ancho de banda puede depender de la mitad del RTT, mientras que con solicitudes por fragmento (como en un modo operativo de la tecnología LL HLS), la estimación del ancho de banda puede depender del RTT.

En una etapa 404, el controlador central CC 111 calcula, para cada plataforma de almacenamiento en caché, una duración mínima de transferencia en ráfaga mTBDi, para cada representación i ($i = 1, \dots, N$) admitida, de la siguiente manera:

$$mTBDi = mTBS / B_i$$

La duración mínima de transferencia en ráfaga mTBDi ($i = 1, \dots, N$) corresponde a la duración de transferencia en ráfaga que sería adecuada para la estimación efectiva del ancho de banda al distribuir un contenido de audio y/o vídeo a partir de la plataforma de almacenamiento en caché a un terminal T 150 considerando la información de RTT físico para dicha plataforma de almacenamiento en caché.

En una realización particular, el controlador central CC 111 calcula, para cada plataforma de almacenamiento en caché, la duración mínima de transferencia en ráfaga mTBDi solo para la representación de tasa de bits más baja ($i = 1$) disponible para los uno o más contenidos de audio y/o vídeo.

En una etapa 405, el controlador central CC 111 almacena en memoria, para cada plataforma de almacenamiento en caché, la duración mínima de transferencia en ráfaga mTBDi calculada en la etapa 404, luego usada más tarde por el controlador central CC 111 para seleccionar apropiadamente una plataforma de almacenamiento en caché entre las posibles plataformas de almacenamiento en caché para distribuir un contenido de audio y/o vídeo, como se divulga a continuación con respecto a la figura 5.

El algoritmo de la figura 4 se puede ejecutar de forma regular. El algoritmo de la figura 4 se puede ejecutar al recibir un evento que indique que la información RTT de físico de una plataforma de almacenamiento en caché ha cambiado en cierta medida por encima de un umbral predefinido. El algoritmo de la figura 4 se puede ejecutar al recibir un evento que indica que se añade una nueva plataforma de almacenamiento en caché al sistema de distribución de contenido de audio y/o vídeo 100. El algoritmo de la figura 4 puede ejecutarse al recibir un evento que indique que se deben proporcionar servicios de distribución de audio y/o vídeo para un nuevo abonado o proveedor de contenido (y uno o más servidores de origen nuevos correspondientes).

La información de carga también se puede proporcionar en un proceso separado. La actualización de la información de carga puede ser proporcionada por las plataformas de almacenamiento en caché al controlador central CC 111 cuando se produce un cambio en cierta medida por encima de un umbral predefinido (por ejemplo, cuando se ha liberado o asignado el 10 % del total de recursos desde la última actualización).

El controlador central CC 111 decide seleccionar una plataforma de almacenamiento en caché que se usará para distribuir un contenido de audio y/o vídeo a un terminal T 150 al procesar una solicitud de sesión para dicho terminal T 150. Dicha solicitud de sesión indica que se debe gestionar nuevamente una sesión de distribución de contenido de audio y/o vídeo (típicamente, se debe implementar una nueva sesión de distribución de contenido de audio y/o vídeo) y se debe seleccionar una plataforma de almacenamiento en caché apropiada, e incluso potencialmente implementar (activar), para manejar la sesión de distribución de contenido de audio y/o vídeo en cuestión. Por ejemplo, la solicitud de sesión asume la forma de una solicitud para obtener un archivo de manifiesto o una lista de reproducción asociada con un contenido de audio y/o vídeo. "Archivo de manifiesto" es la terminología usada en la tecnología MPEG DASH y

"lista de reproducción" es la terminología usada en la tecnología HLS. El archivo de manifiesto o la lista de reproducción recopila información sobre las representaciones disponibles para el contenido de audio y/o vídeo al que se refiere la solicitud de sesión, incluida información sobre la duración del fragmento (denominándose *fragmentos segmentos parciales* de acuerdo con la terminología HLS). Dicha solicitud de sesión puede ser recibida directamente por el controlador central CC 111 a partir del terminal T 150 en cuestión. Dicha solicitud de sesión puede ser notificada mediante dicha plataforma de almacenamiento en caché al controlador central CC 111. Dicha solicitud de sesión puede ser notificada al controlador central CC 111 mediante un controlador de borde del sistema de distribución de contenido de audio y/o vídeo 100 que actúa como un controlador intermedio y gestiona localmente una o más plataformas de almacenamiento en caché.

La **figura 5** representa esquemáticamente un algoritmo para gestionar solicitudes de sesión mediante el controlador central CC 111, en una realización.

En una etapa 501, el controlador central CC 111 procesa una solicitud de sesión para un terminal T 150. Como se explicó anteriormente, la solicitud de sesión es representativa de una sesión que se configurará con respecto a dicho terminal T 150 para distribuirle un contenido de audio y/o vídeo.

En una etapa 502, el controlador central CC 111 enumera las plataformas de almacenamiento en caché disponibles que son capaces de distribuir el contenido de audio y/o vídeo al terminal T 150. El controlador central CC 111 forma de este modo una lista L0 como un conjunto de plataformas de almacenamiento en caché candidatas del sistema de distribución de contenido de audio y/o vídeo 100, para distribuir el contenido de audio y/o vídeo al terminal T 150 en cuestión. El controlador central CC 111 puede definir dicho conjunto de plataformas de almacenamiento en caché candidatas como las plataformas de almacenamiento en caché del sistema 100 de distribución de contenido de audio y/o vídeo que están implementadas o que pueden activarse (por ejemplo, activación dinámica de una instancia de plataforma de almacenamiento en caché en un *cloudlet* periférico) en un área geográfica predeterminada. Por ejemplo, cuando la infraestructura de red es una infraestructura de red móvil, la célula en la que está ubicado el terminal T 150 se indica en mensajes que se originan desde el terminal T 150 en cuestión, de modo que el controlador central CC 111 es capaz de determinar en qué área geográfica está ubicado el terminal T 150 y por lo tanto qué plataformas de almacenamiento en caché son capaces de distribuir el contenido de audio y/o vídeo al terminal T 150. Por ejemplo, el área geográfica se determina como parte de la infraestructura de red aguas arriba de un conjunto predeterminado de células de red móvil que rodean el terminal T 150.

En una etapa 503, el controlador central CC 111 enumera, a partir de la lista L0, las plataformas de almacenamiento en caché que exhiben una duración mínima de transferencia en ráfaga mTBDi, almacenada de acuerdo con el algoritmo de la figura 4, inferior o igual a la duración del fragmento aplicable a la distribución del contenido de audio y/o vídeo en cuestión. El controlador central CC 111 forma de este modo una lista L1 como un conjunto refinado de plataformas de almacenamiento en caché candidatas del sistema de distribución de contenido de audio y/o vídeo 100, para distribuir el contenido de audio y/o vídeo al terminal T 150 en cuestión. Como ya se mencionó, la duración del fragmento, así como las representaciones disponibles para la emisión en continuo adaptable, dependen del abonado o proveedor de contenido (y el servidor de origen correspondiente) concernido por la solicitud de sesión. Por ejemplo, el controlador central CC 111 puede recuperar un identificador que representa el servidor de origen concernido (tal como un identificador del abonado o proveedor de contenido en cuestión) analizando una ruta de URI (identificador uniforme de recursos) indicada en la solicitud de sesión o que puede tener sido copiada o citada a partir de la misma.

En una etapa 504, el controlador central CC 111 comprueba si la lista L1 contiene suficientes plataformas de almacenamiento en caché candidatas. Por ejemplo, el controlador central CC 111 comprueba si la lista L1 no está vacía. De acuerdo con otro ejemplo, el controlador central CC 111 comprueba si la cardinalidad de la lista L1 es mayor que un umbral predefinido TH_L1 para tener suficientes posibilidades de elección entre las plataformas de almacenamiento en caché candidatas. Cuando la lista L1 contiene suficientes plataformas de almacenamiento en caché candidatas, se realiza una etapa 505; en caso contrario, se realiza una etapa 506.

En la etapa 505, el controlador central CC 111 selecciona una plataforma de almacenamiento en caché a partir de la lista L1. Cuando están presentes varias plataformas de almacenamiento en caché en la lista L1, el controlador central CC 111 aplica reglas de selección predefinidas. Las reglas de selección pueden incluir reglas de equilibrado de carga y/o reglas de reparto de carga y/o reglas de optimización del consumo de energía y/o reglas de optimización del consumo de ancho de banda (por ejemplo, cantidad de sesiones concurrentes manejadas simultáneamente por una plataforma de almacenamiento en caché en vista del ancho de banda de enlace descendente disponible hacia los terminales T 150 unidos a la misma). Por ejemplo, el controlador central CC 111 selecciona la plataforma de almacenamiento en caché menos cargada en vista de la información de carga que se ha obtenido durante la ejecución del algoritmo de la figura 4. La selección de la plataforma de almacenamiento en caché apropiada se puede realizar en función de uno o más criterios no representados aquí. A continuación, se realiza una etapa 510.

En la etapa 506, el controlador central CC 111 enumera, a partir de la lista L0, las plataformas de almacenamiento en caché que exhiben una duración mínima de transferencia en ráfaga mTBDi, almacenada de acuerdo con el algoritmo de la figura 4, inferior o igual a un umbral predefinido TH que es un múltiplo (número entero) de la duración del fragmento aplicable a la distribución del contenido de audio y/o vídeo en cuestión. Por ejemplo, el umbral TH es el doble de la duración del fragmento (por ejemplo, 250 milisegundos). El controlador central CC 111 forma de este

modo una lista L2 como un conjunto refinado de plataformas de almacenamiento en caché candidatas del sistema de distribución de contenido de audio y/o vídeo 100, para distribuir el contenido de audio y/o vídeo al terminal T 150 en cuestión.

5 En una etapa 507, el controlador central CC 111 comprueba si la lista L2 contiene suficientes plataformas de almacenamiento en caché candidatas. Por ejemplo, el controlador central CC 111 comprueba si la lista L2 no está vacía. De acuerdo con otro ejemplo, el controlador central CC 111 comprueba si la cardinalidad de la lista L2 es mayor que el umbral predefinido TH_L2 (que puede ser igual a TH_L1) para tener suficientes posibilidades de elección entre las plataformas de almacenamiento en caché candidatas. Cuando la lista L2 contiene suficientes
10 plataformas de almacenamiento en caché candidatas, se realiza una etapa 508; en caso contrario, se realiza una etapa 509.

En la etapa 508, el controlador central CC 111 selecciona una plataforma de almacenamiento en caché a partir de la lista L2. Cuando están presentes varias plataformas de almacenamiento en caché en la lista L2, el controlador central
15 CC 111 aplica reglas de selección predefinidas. Las reglas de selección pueden incluir reglas de equilibrado de carga y/o reglas de reparto de carga y/o reglas de optimización del consumo de energía y/o reglas de optimización del consumo de ancho de banda (por ejemplo, cantidad de sesiones concurrentes manejadas simultáneamente por una plataforma de almacenamiento en caché en vista del ancho de banda de enlace descendente disponible hacia los
20 terminales T 150 unidos a la misma). Por ejemplo, el controlador central CC 111 selecciona la plataforma de almacenamiento en caché menos cargada en vista de la información de carga que se ha obtenido durante la ejecución del algoritmo de la figura 4. La selección de la plataforma de almacenamiento en caché apropiada se puede realizar en función de uno o más criterios no descritos aquí. Las reglas de selección aplicadas en la etapa 508 pueden diferir de las reglas de selección aplicadas en la etapa 505. A continuación, se realiza la etapa 510.

25 En la etapa 509, el controlador central CC 111 selecciona una plataforma de almacenamiento en caché a partir de la lista L0. Cuando están presentes varias plataformas de almacenamiento en caché en la lista L0, el controlador central CC 111 aplica reglas de selección predefinidas. Las reglas de selección pueden incluir reglas de equilibrado de carga y/o reglas de reparto de carga y/o reglas de optimización del consumo de energía y/o reglas de optimización del consumo de ancho de banda (por ejemplo, cantidad de sesiones concurrentes manejadas simultáneamente por una
30 plataforma de almacenamiento en caché en vista del ancho de banda de enlace descendente disponible hacia los terminales T 150 unidos a la misma). Por ejemplo, el controlador central CC 111 selecciona la plataforma de almacenamiento en caché menos cargada en vista de la información de carga que se ha obtenido durante la ejecución del algoritmo de la figura 4. La selección de la plataforma de almacenamiento en caché adecuada se puede realizar en función de uno o más criterios no descritos aquí. Las reglas de selección aplicadas en la etapa 510 pueden
35 diferir de las reglas de selección aplicadas en la etapa 505 y/o en la etapa 508. A continuación, se realiza la etapa 510.

Los servidores para distribuir el contenido de audio y/o vídeo pueden implementarse en las plataformas de almacenamiento en caché como instancias virtuales implementadas en una infraestructura de nube relativamente
40 pequeña (también denominada *cloudlet*). En este caso, cuando se selecciona la plataforma de almacenamiento en caché, es posible que el controlador central CC 111 tenga que activar, o implementar/instanciar, un nuevo servidor en la plataforma de almacenamiento en caché seleccionada. Típicamente, el controlador central CC 111 obliga a un controlador que gestiona la instanciación de los servidores *cloudlet* a hacerlo. Cuando se ha activado dicho servidor, el controlador central CC 111 puede obligar al sistema de distribución de contenido de audio y/o vídeo 100 a redirigir
45 una o más sesiones para el contenido de audio y/o vídeo en cuestión a otra plataforma de almacenamiento en caché que distribuya dicho contenido de audio y/o vídeo (típicamente, al servidor *cloudlet* recién activado) para realizar un equilibrado de carga o un reparto de carga adecuado con respecto a reglas predefinidas.

En la etapa 510, el controlador central CC 111 redirige el terminal T 150 en cuestión hacia la plataforma de almacenamiento en caché seleccionada para obligar al terminal T 150 a enviar nuevamente la solicitud de sesión pero consultando ahora la plataforma de almacenamiento en caché seleccionada. Para hacerlo, el controlador central CC
50 111 transmite un mensaje de redirección (por ejemplo, redirigir HTTP) al terminal T 150 en cuestión. Bien el mensaje de redirección contiene información que permite al terminal T 150 en cuestión determinar a qué plataforma de almacenamiento en caché seleccionada enviar nuevamente la solicitud de sesión, o bien el controlador central CC
55 111 obliga a la infraestructura de red (típicamente las funciones de ruptura implementadas en ella) a garantizar que el nuevo envío de la solicitud de sesión por parte del terminal T 150 en cuestión llega a la plataforma de almacenamiento en caché seleccionada.

La **figura 6** representa esquemáticamente un algoritmo para gestionar solicitudes de sesión por parte del controlador central CC 111 en otra realización.
60

En una etapa 600, el controlador central CC 111 procesa una solicitud de sesión para un terminal T 150. Como se ha explicado anteriormente, la solicitud de sesión es representativa de una sesión que se configurará con respecto a dicho terminal T 150 para distribuir un contenido de audio y/o vídeo. La etapa 600 es idéntica a la etapa 501.
65

En una etapa 601, el controlador central CC 111 enumera las plataformas de almacenamiento en caché disponibles que son capaces de distribuir el contenido de audio y/o vídeo al terminal T 150. El controlador central CC 111 forma

así una lista L0 como un conjunto de plataformas de almacenamiento en caché candidatas del sistema de distribución de contenido de audio y/o vídeo 100, para distribuir el contenido de audio y/o vídeo al terminal T 150 en cuestión. La etapa 601 es idéntica a la etapa 502.

- 5 En una etapa 602, el controlador central CC 111 retira de la lista L0 las plataformas de almacenamiento en caché que no cumplen al menos un criterio predefinido, tal como una restricción de carga. Se considera que las plataformas de almacenamiento en caché que muestran información de carga, obtenida al ejecutar el algoritmo de la figura 4, por debajo de un umbral predefinido (por ejemplo, el 80 % de los recursos de procesamiento y/o memoria) cumplen la restricción de carga. Otros criterios pueden estar relacionados con el consumo de energía y/o el consumo de ancho de banda, u otros, o combinaciones de los mismos.

10 En una etapa 603, el controlador central CC 111 establece un parámetro y en 1. El parámetro y indica una representación (es decir, calidad) en consideración.

- 15 En una etapa 604, el controlador central CC 111 realiza una ronda de selección de plataforma de almacenamiento en caché considerando la duración mínima de transferencia en ráfaga $mTBD_i$ para $i = y$. La ronda de selección de plataforma de almacenamiento en caché corresponde a las etapas 503 a 508 ya descritas. En una etapa 605, el controlador central CC 111 comprueba si es posible la selección de la plataforma de almacenamiento en caché (como en las etapas 505 y 508). Si este es el caso, se realiza una etapa 608; de lo contrario (en lugar de realizar la etapa 20 509), se realiza una etapa 606.

En una etapa 606, el controlador central CC 111 comprueba si se deben investigar una o más representaciones (es decir, cuando $y \neq N$). Cuando es necesario investigar una o más representaciones, se realiza una etapa 607; en caso contrario, se realiza una etapa 610.

- 25 En la etapa 607, el controlador central CC 111 incrementa el parámetro y en una unidad y la etapa 604 se repite con la duración mínima de transferencia en ráfaga $mTBD_i$ para esta representación recién seleccionada.

- 30 En la etapa 608, el controlador central CC 111 selecciona una plataforma de almacenamiento en caché, como en las etapas 505 y 508 según sea aplicable, y en una etapa 609, el controlador central CC 111 redirige el terminal T 150 en cuestión hacia la plataforma de almacenamiento en caché seleccionada para obligar al terminal T 150 a enviar nuevamente la solicitud de sesión, pero consultando ahora la plataforma de almacenamiento en caché seleccionada. La etapa 609 es idéntica a la etapa 510.

- 35 En la etapa 610, el controlador central CC 111 reintroduce en la lista L0 las plataformas de almacenamiento en caché que se han retirado en la etapa 602, para ampliar el conjunto de plataformas de almacenamiento en caché (aunque, por ejemplo, las plataformas de almacenamiento en caché reintroducidas pueden estar altamente cargadas).

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento para distribuir un contenido de audio y/o vídeo a un terminal usando emisión en continuo adaptable mediante un sistema de distribución de contenido de audio y/o vídeo (100) implementado sobre una infraestructura de red, comprendiendo el sistema de distribución de contenido de audio y/o vídeo un controlador (111) y una pluralidad de plataformas de almacenamiento en caché (132), estando el contenido de audio y/o vídeo segmentado en segmentos de datos disponibles en diversas representaciones con respectivas calidades de audio y/o vídeo, estando las representaciones alineadas en el tiempo por segmentos divididos además en fragmentos que tienen la misma duración del fragmento con respecto al contenido de audio y/o vídeo, en donde el procedimiento comprende las siguientes etapas realizadas por el controlador, para cada plataforma de almacenamiento en caché:
- obtener una información de tiempo de ida y vuelta físico perteneciente a la plataforma de almacenamiento en caché en cuestión con respecto a la distribución de contenidos de audio y/o vídeo mediante la plataforma de almacenamiento en caché en cuestión a terminales a través de la infraestructura de red;
 - calcular un tamaño mínimo de transferencia en ráfaga mTBS a partir de la tasa de bits promedio máxima de las diversas representaciones del contenido de audio y/o vídeo y de la información de tiempo de ida y vuelta físico obtenida;
 - calcular una duración mínima de transferencia en ráfaga mTB D_i , para una o más representaciones i del contenido de audio y/o vídeo, a partir del tamaño mínimo de transferencia en ráfaga mTBS;
- y cuando el contenido de audio y/o vídeo tiene que ser distribuido al terminal, el procedimiento comprende las siguientes etapas realizadas por el controlador:
- seleccionar, a partir de un conjunto L0 de plataformas de almacenamiento en caché candidatas, la plataforma de almacenamiento en caché que se usará para distribuir el contenido de audio y/o vídeo al terminal, en función de la duración mínima de transferencia en ráfaga mTB D_i calculada para una o más representaciones i del contenido de audio y/o vídeo; y
 - redirigir el terminal a la plataforma seleccionada para la distribución adicional del contenido de audio y/o vídeo en forma de ráfagas de fragmentos;
- y en donde para seleccionar la plataforma de almacenamiento en caché que se usará, el controlador realiza:
- formar una lista L1, a partir del conjunto L0 de plataformas de almacenamiento en caché candidatas, que contiene las plataformas de almacenamiento en caché que exhiben la duración mínima de transferencia en ráfaga mTB D_i para una o más representaciones de la i del contenido de audio y/o vídeo que es inferior o igual a la duración del fragmento aplicable a la distribución del contenido de audio y/o vídeo en cuestión, y cuando la cardinalidad de la lista L1 está por encima de un umbral predefinido, seleccionar la plataforma de almacenamiento en caché que se usará a partir de la lista L1;
 - y formar de otro modo una lista L2, a partir del conjunto L0 de plataformas de almacenamiento en caché candidatas, que contiene las plataformas de almacenamiento en caché que exhiben una duración mínima de transferencia en ráfaga mTB D_i inferior o igual a un umbral predefinido TH que es un múltiplo de la duración del fragmento aplicable a la distribución del contenido de audio y/o vídeo en cuestión, y seleccionar la plataforma de almacenamiento en caché que se usará a partir de la lista L2.
2. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, en donde la información de tiempo de ida y vuelta físico representa el máximo del tiempo mínimo de ida y vuelta producido en el pasado al distribuir contenidos de audio y/o vídeo a terminales y/o el promedio del tiempo mínimo de ida y vuelta producido en el pasado al distribuir contenidos de audio y/o vídeo a terminales.
3. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en donde el controlador calcula, para cada plataforma de almacenamiento en caché, la duración mínima de transferencia en ráfaga mTB D_i sólo para la representación de tasa de bits más baja disponible para los uno o más contenidos de audio y/o vídeo, concretamente para $i = 1$.
4. El procedimiento de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en donde el controlador selecciona la plataforma de almacenamiento en caché que se usará para distribuir el contenido de audio y/o vídeo al terminal cuando se procesa una solicitud de sesión relativa al terminal en cuestión y el contenido de audio y/o vídeo en cuestión.
5. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 4, en donde la duración del fragmento, así como las representaciones disponibles del contenido de audio y/o vídeo, dependen de un servidor de origen que proporciona el contenido de audio y/o vídeo concernido por la solicitud de sesión, y el controlador recupera un identificador que representa el servidor de origen en cuestión analizando una ruta de Identificador Uniforme de Recursos indicada en la solicitud de sesión, o copiada o citada a partir de la misma.
6. El procedimiento de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en donde el controlador define dicho conjunto L0 de plataformas de almacenamiento en caché candidatas como las plataformas de almacenamiento en caché del sistema de distribución de contenido de audio y/o vídeo que se implementan o que pueden activarse en un área geográfica predeterminada.

7. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 6, en donde la infraestructura de red es una infraestructura de red móvil, y el área geográfica se determina como parte de la infraestructura de red aguas arriba de un conjunto predeterminado de células de red móvil que rodean el terminal.

5 8. El procedimiento de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en donde cuando la cardinalidad de la lista L2 es inferior o igual a un umbral predefinido, el controlador selecciona la plataforma de almacenamiento en caché que se usará a partir de la lista L0.

10 9. El procedimiento de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en donde el controlador realiza:

- retirar de la lista L0 las plataformas de almacenamiento en caché que no cumplan al menos un criterio predefinido;
- seleccionar la representación más baja, designada aquí con un parámetro $y = 1$;
- 15 - realizar una ronda de selección de plataforma de almacenamiento en caché considerando la duración mínima de transferencia en ráfaga mTBDi para $i = y$ formando la lista L1 y potencialmente la lista L2;

y cuando no resulta ninguna selección de las listas L1 y L2, el parámetro y se incrementa en una unidad y el controlador realiza otra ronda de selección de plataforma de almacenamiento en caché con la duración mínima de transferencia en ráfaga mTBDi para la representación designada por el parámetro y .

20 10. El procedimiento de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, en donde el controlador redirige el terminal hacia la plataforma de almacenamiento en caché seleccionada obligando al terminal a enviar nuevamente una solicitud de sesión, pero consultando la plataforma de almacenamiento en caché seleccionada en lugar de consultar al controlador.

25 11. El procedimiento de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, en donde la infraestructura de red es una infraestructura de red móvil y las plataformas de almacenamiento en caché se implementan en *cloudlets* de la infraestructura de red móvil.

30 12. Un controlador (111) adaptado para ser usado en un sistema de distribución de contenido de audio y/o vídeo (100) implementado sobre una infraestructura de red, comprendiendo además el sistema de distribución de contenido de audio y/o vídeo una pluralidad de plataformas de almacenamiento en caché (132) para distribuir un contenido de audio y/o vídeo a través de la infraestructura de red, estando el contenido de audio y/o vídeo segmentado en segmentos de datos disponibles en diversas representaciones con respectivas calidades de audio y/o vídeo, estando las representaciones alineadas en el tiempo por segmentos divididos además en fragmentos que tienen la misma duración del fragmento con respecto al contenido de audio y/o vídeo, en donde el controlador comprende circuitos electrónicos configurados para, para cada plataforma de almacenamiento en caché:

40 - obtener una información de tiempo de ida y vuelta físico perteneciente a la plataforma de almacenamiento en caché en cuestión con respecto a la distribución de contenidos de audio y/o vídeo mediante la plataforma de almacenamiento en caché en cuestión a terminales a través de la infraestructura de red;

- calcular un tamaño mínimo de transferencia en ráfaga mTBS a partir de la tasa de bits promedio máxima de las diversas representaciones del contenido de audio y/o vídeo y de la información de tiempo de ida y vuelta físico obtenida;

45 - calcular una duración mínima de transferencia en ráfaga mTBDi, para una o más representaciones i del contenido de audio y/o vídeo, a partir del tamaño mínimo de transferencia en ráfaga mTBS;

y, los circuitos electrónicos están configurados, además, cuando el contenido de audio y/o vídeo tiene que distribuirse al terminal, para:

50 - seleccionar, a partir de un conjunto L0 de plataformas de almacenamiento en caché candidatas, la plataforma de almacenamiento en caché que se usará para distribuir el contenido de audio y/o vídeo al terminal, en función de la duración mínima de transferencia en ráfaga mTBDi calculada para una o más representaciones i del contenido de audio y/o vídeo; y

55 - redirigir el terminal a la plataforma seleccionada para la distribución adicional del contenido de audio y/o vídeo en forma de ráfagas de fragmentos;

y en donde los circuitos electrónicos están configurados además para seleccionar la plataforma de almacenamiento en caché que se usará, para:

60 - formar una lista L1, a partir del conjunto L0 de plataformas de almacenamiento en caché candidatas, que contiene las plataformas de almacenamiento en caché que exhiben la duración mínima de transferencia en ráfaga mTBDi para una o más representaciones i del contenido de audio y/o vídeo que es inferior o igual a la duración del fragmento aplicable a la distribución del contenido de audio y/o vídeo en cuestión, y cuando la cardinalidad de la lista L1 está por encima de un umbral predefinido, seleccionar la plataforma de almacenamiento en caché que se usará a partir de la lista L1;

65 - y formar de otro modo una lista L2, a partir del conjunto L0 de plataformas de almacenamiento en caché candidatas, que contiene las plataformas de almacenamiento en caché que exhiben una duración mínima de transferencia en ráfaga mTBDi inferior o igual a un umbral predefinido TH que es un múltiplo de la

duración del fragmento aplicable a la distribución del contenido de audio y/o vídeo en cuestión, y seleccionar la plataforma de almacenamiento en caché que se usará a partir de la lista L2.

5 13. Un sistema de red de distribución de contenido (100), CDN, que comprende un controlador (111) de acuerdo con la reivindicación 12.

10 14. Un producto de programa informático que comprende instrucciones que provocan la implementación del procedimiento de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, cuando las instrucciones son ejecutadas por un procesador.

15 15. Medio de almacenamiento de información que almacena el producto de programa informático de acuerdo con la reivindicación 14.

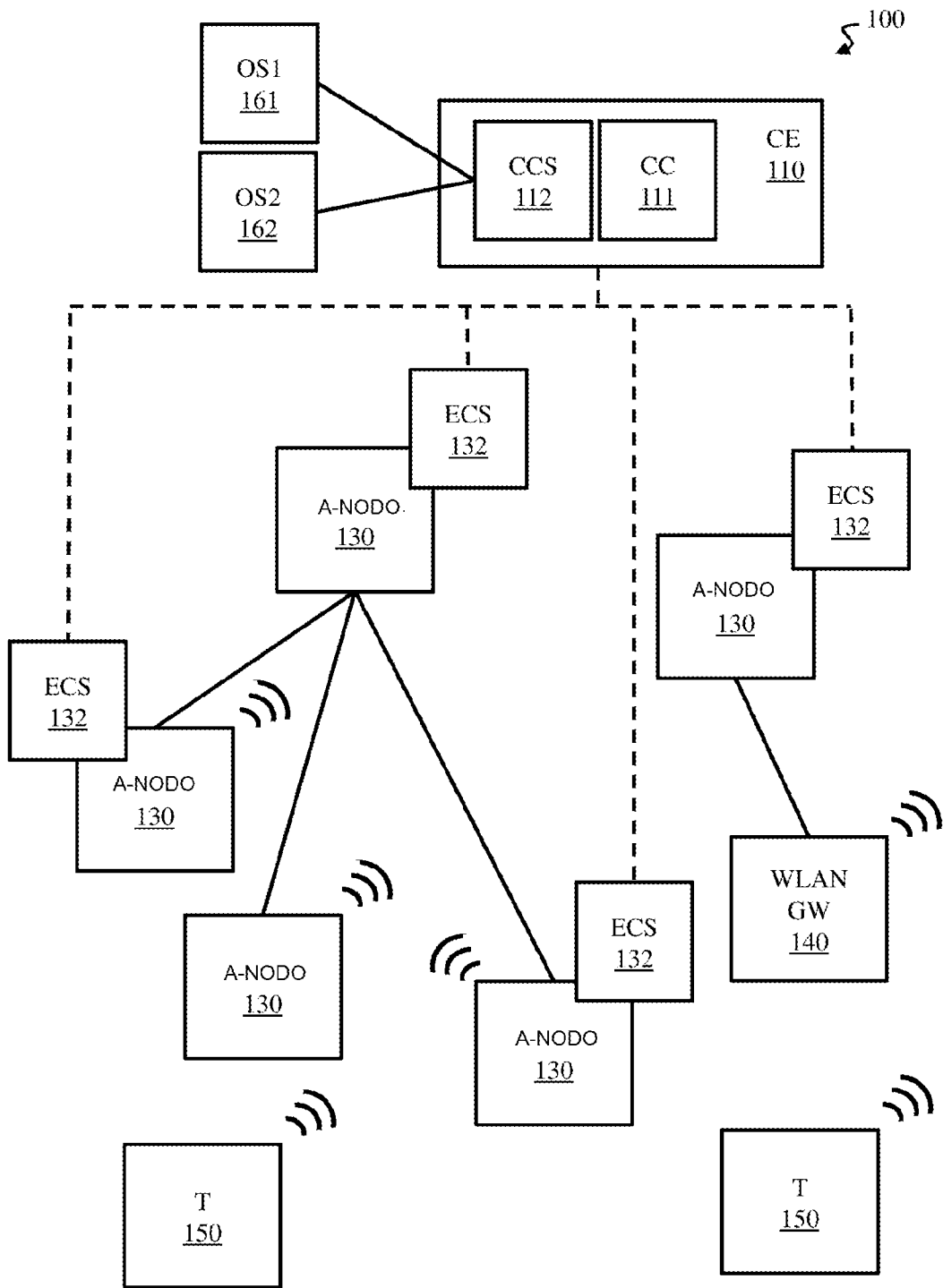


Fig. 1

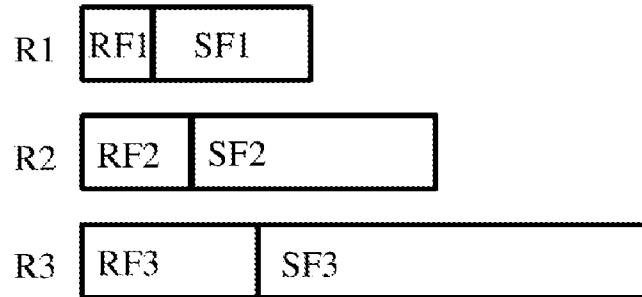


Fig. 2

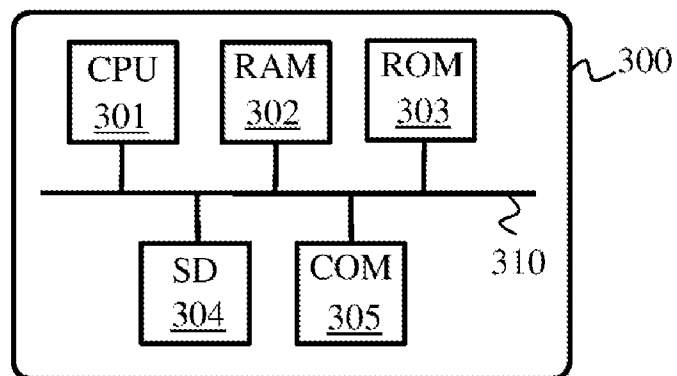


Fig. 3

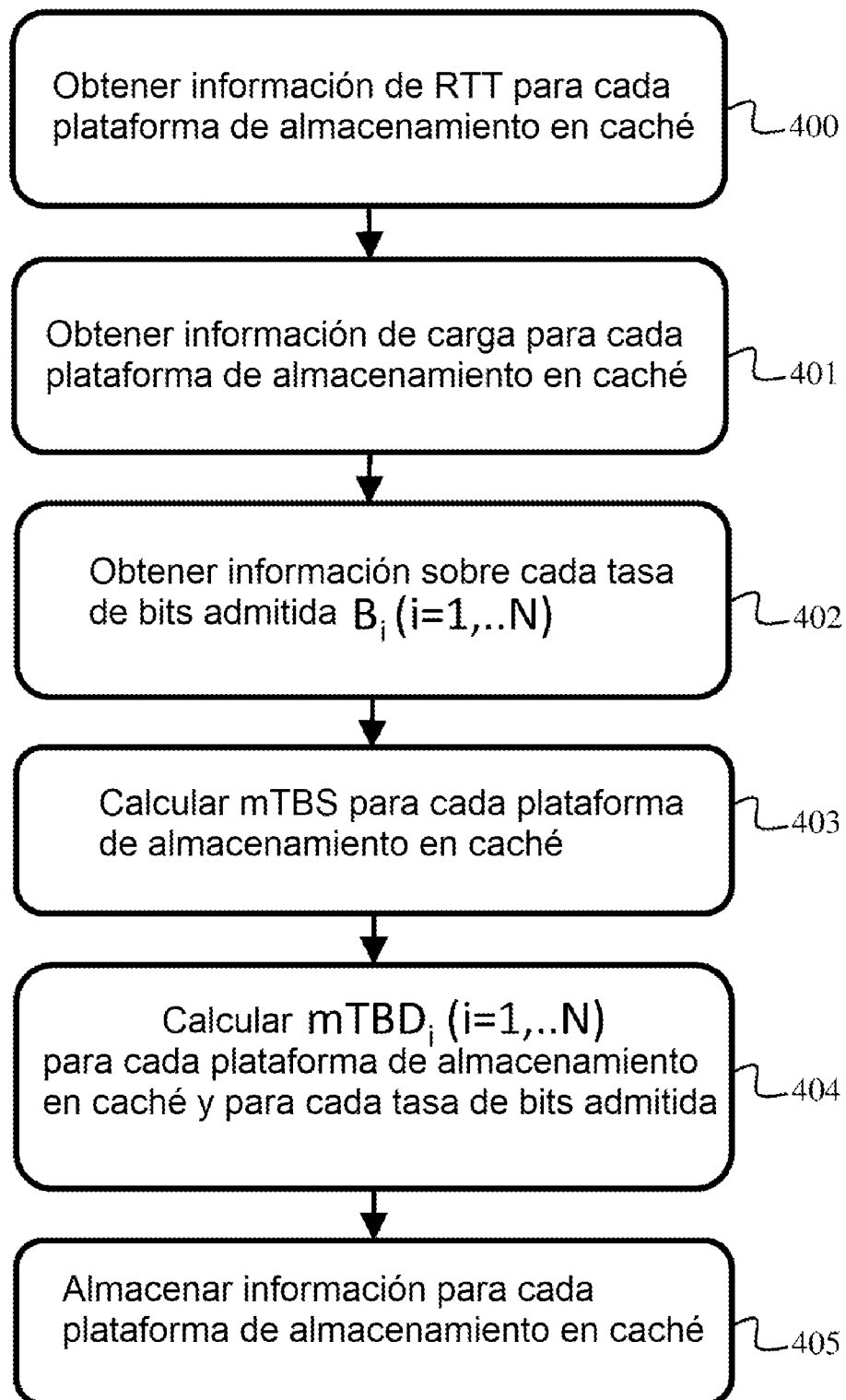


Fig. 4

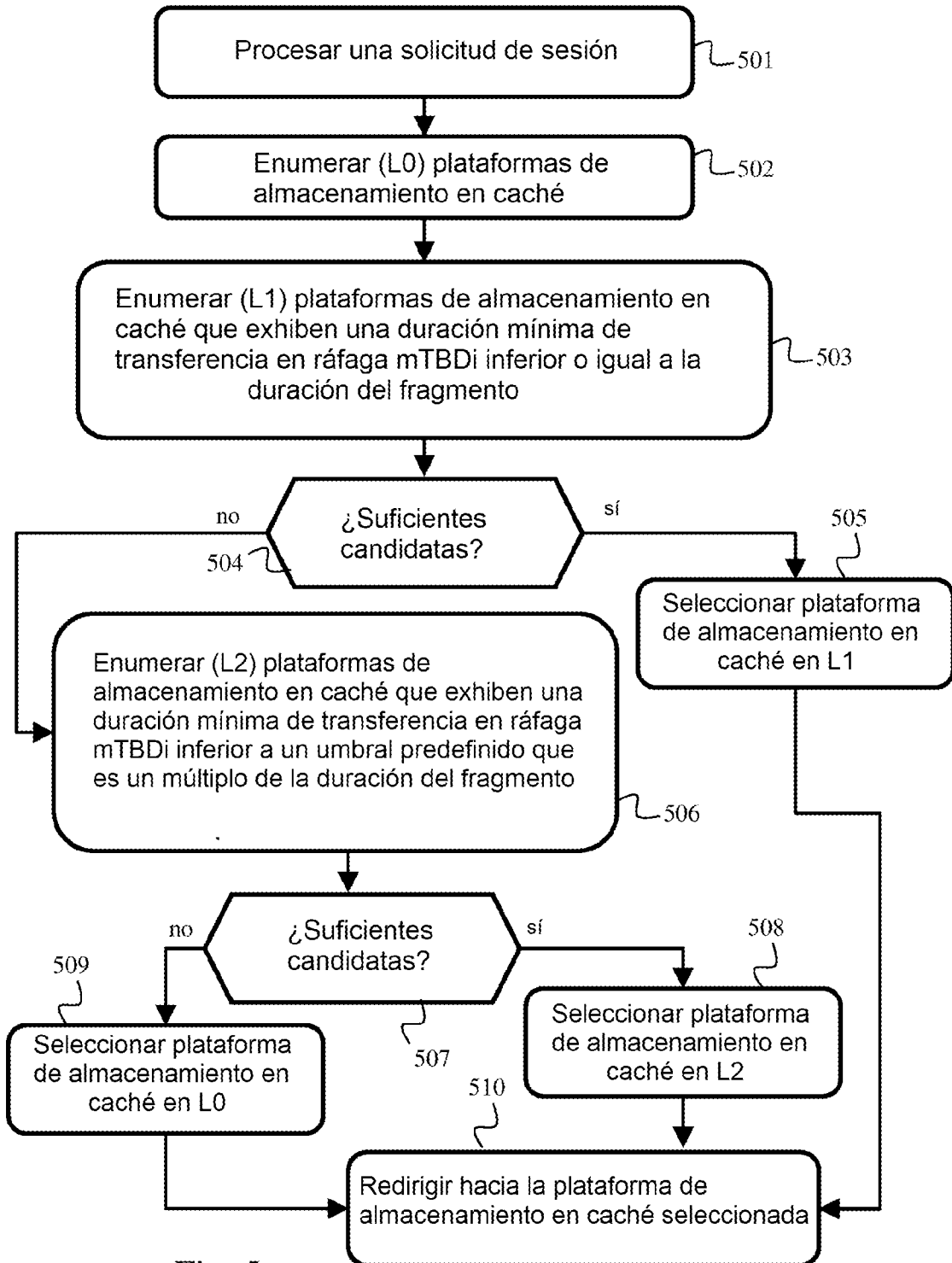


Fig. 5

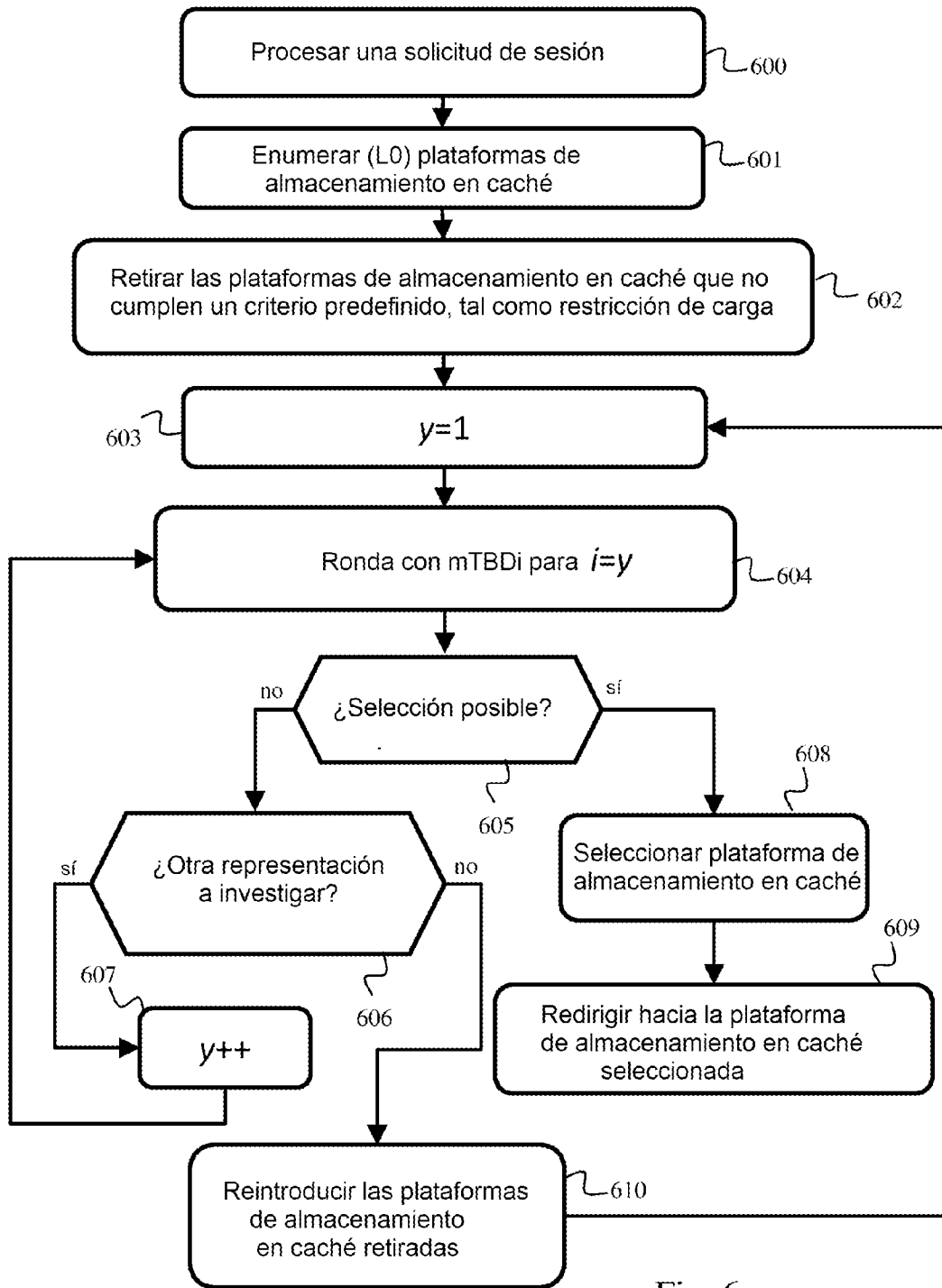


Fig. 6