

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 533 558**

51 Int. Cl.:

H04L 12/28 (2006.01)

H04L 12/801 (2013.01)

H04L 12/803 (2013.01)

H04W 28/08 (2009.01)

H04W 40/12 (2009.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.09.2007 E 07019136 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **21.01.2015 EP 2043305**

54 Título: **Método y sistema para balanceo de carga y provisión de la QoS en un sistema de compartición controlada del acceso de banda ancha**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
13.04.2015

73 Titular/es:
**DEUTSCHE TELEKOM AG (100.0%)
FRIEDRICH-EBERT-ALLEE 140
53113 BONN, DE**

72 Inventor/es:
**PAL SINGH, JATINDER, DR.;
ZERFOS, PETROS, DR.;
VIDALES, PABLO, DR. y
SOLARSKI, MARCIN, DR.**

74 Agente/Representante:
LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 533 558 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

Método y sistema para balanceo de carga y provisión de la QoS en un sistema de compartición controlada del acceso de banda ancha

Campo de la invención

- 5 La invención está relacionada con las redes de comunicación en general, y especialmente con un método y un sistema para el balanceo de cargas de datos entre varios dispositivos de acceso a la red, en particular entre dispositivos inalámbricos de acceso a la red adaptados para proporcionar acceso a Internet de banda ancha.

Antecedentes de la invención

- 10 La disponibilidad de acceso a Internet de banda ancha aumenta continuamente con una gran variedad de diferentes tecnologías que se utilizan para proporcionar conectividad a Internet de banda ancha. Algunos ejemplos de dichas tecnologías son xDSL, WiMAX y satélite, cable, líneas eléctricas o conexiones de fibra óptica. Por medio de estas tecnologías un Proveedor de Servicios de Internet (ISP) puede proporcionar conexiones de acceso de banda ancha.

- 15 Habitualmente un ISP proporciona a sus clientes un dispositivo de acceso para permitirles el acceso a Internet de banda ancha. En lo que sigue dicho dispositivo de acceso también se designa como equipo en las instalaciones del cliente (CPE). Dado que es cada vez más común la utilización de dispositivos de comunicación inalámbrica tales como notebooks (ordenadores portátiles), PDA, MDA o teléfonos inteligentes, adaptados para la utilización de Internet, el CPE incluye normalmente un router (enrutador) inalámbrico. Por consiguiente, en lo que sigue el término CPE se referirá generalmente a una combinación de un router inalámbrico y un equipo de conexión a Internet, como por ejemplo, un módem DSL o de cable, en donde el CPE se puede proporcionar en forma de un dispositivo único o como un conjunto de dispositivos interconectados.

- 20 La utilización generalizada de los dispositivos de comunicación inalámbrica ha dado lugar a escenarios de aplicación en los que los propietarios de las conexiones de acceso a Internet de banda ancha, a los que el resto del documento se refiere también como usuarios privados, comparten su conexión a Internet con otros usuarios, a los que el resto del documento se refiere también como usuarios públicos, mediante la utilización de las funciones de router inalámbrico del CPE en las instalaciones de los usuarios privados.

- 25 No obstante, como una conexión a Internet es compartida por una multitud de usuarios, el ancho de banda puede resultar insuficiente para satisfacer las necesidades de las aplicaciones que se ejecutan en los dispositivos de los usuarios. Por otro lado, mientras que la conexión a Internet de un usuario privado puede estar siendo sometida a un uso intensivo la conexión de otro usuario privado podría encontrarse inactiva.

- 30 En el documento "A Concept for Public Access to Privately Operated Cooperating Local Access Points (Un Concepto para Acceso Público a Puntos de Acceso Locales en Colaboración Operados de Forma Privada)" de M. Berg y otros, 61ª Conferencia IEEE 2005 sobre Tecnología Vehicular, Estocolmo, 30 de abril al 01 de mayo de 2005, Piscataway, NJ, EE.UU., páginas 2959-2963, se describe un concepto de Puntos de Acceso Locales (LAP) en colaboración, en el que un LAP que no dispone de su propio acceso fijo retransmite el tráfico a través de otros LAP, lo cual es posible ya que los LAP son capaces de cooperar a través de enlaces inalámbricos. De este modo se ofrece una posibilidad de realizar un balanceo de carga en caso de congestión en la red troncal. Preferiblemente, cada LAP contiene dos radios independientes que se pueden utilizar simultáneamente, una para comunicarse con los usuarios y la otra para comunicar los LAP entre sí.

- 40 En el contexto de una WLAN (Red de área local inalámbrica) se conocen métodos para el balanceo de carga. Por ejemplo, en el documento US 2005/0053046 A1 se describe un método de balanceo de carga para una red de área local inalámbrica (WLAN) que dispone de una pluralidad de puntos de acceso, en el que las decisiones de balanceo de carga se llevan a cabo mediante un módulo de balanceo de carga en función de las condiciones del tráfico y la disponibilidad de ancho de banda de cada una de una serie de clases de prioridad de tráfico.

- 45 En el documento US 2004/095942 A1 se describen un sistema y un método para el balanceo de carga entre los puntos de acceso en una red LAN, en el que se consigue el balanceo de carga haciendo que los puntos de acceso pasen a y salgan de un estado en el que el SSID permanece oculto que prohíbe que los terminales móviles se asocien a sus respectivos puntos de acceso.

- 50 Sin embargo, los métodos de balanceo de carga descritos no están relacionados con el escenario de CPE descrito más arriba con, por ejemplo, capacidades de módem DSL o de cable que son suministrados por los Proveedores de Servicios de Internet en las instalaciones del abonado, en donde un CPE actúa como router y ofrece conectividad inalámbrica a Internet, y en el que también es posible acceder al CPE por parte de usuarios públicos a través de dispositivos inalámbricos.

- 55 Adicionalmente, los métodos de balanceo de carga descritos en los documentos US 2005/0053046 A1 y US 2004/095942 A1 sólo son aplicables si el dispositivo de comunicación inalámbrica que solicita el acceso se encuentra dentro del alcance de transmisión de al menos dos puntos de acceso.

Por lo tanto, un objetivo de la presente invención es mostrar un enfoque nuevo y mejorado del balanceo de carga en un sistema de acceso a la red, en particular en un sistema de acceso a Internet de banda ancha inalámbrico compartido por usuarios privados y públicos.

Resumen de la invención

- 5 La solución inventiva de dicho objetivo se logra mediante cada uno de los contenidos de las respectivas reivindicaciones independientes adjuntas. Los modos de realización o refinamientos ventajosos y/o preferidos constituyen el contenido de las respectivas reivindicaciones dependientes adjuntas.

De acuerdo con ello, un método de la invención para el balanceo de carga está adaptado para ser utilizado en un sistema de acceso a red que dispone de una serie de dispositivos de acceso cada uno de los cuales está conectado a una red y proporciona acceso a la red a los dispositivos de comunicación de los usuarios públicos o privados, en donde al menos un subconjunto de dicha serie de dispositivos de acceso están conectados entre sí de forma inalámbrica, y comprende los pasos de enviar una petición desde un dispositivo de comunicación a un primer dispositivo de acceso de dicha serie de dispositivos de acceso para iniciar un flujo de datos entre dicho dispositivo de comunicación y un nodo de destino conectado a dicha red, y determinar un estado de congestión de la conexión entre el primer dispositivo de acceso y la red. Si se detecta congestión de la conexión entre el primer dispositivo de acceso y la red, se llevan a cabo los pasos de seleccionar un segundo dispositivo de acceso de dicha serie de dispositivos de acceso en función de la calidad de su correspondiente conexión inalámbrica con el primer dispositivo de acceso, y establecer un flujo de datos redirigido entre el dispositivo de comunicación y el nodo de destino, en donde dicho flujo de datos se establece de tal forma que los datos procedentes del dispositivo de comunicación se transmiten a la red desde el primer dispositivo de acceso a través del segundo dispositivo de acceso, y los datos recibidos de la red se transmiten al dispositivo de comunicación desde el segundo dispositivo de acceso a través del primer dispositivo de acceso.

Si no se detecta congestión de la conexión entre el primer dispositivo de acceso y la red o al menos no existe congestión con respecto a la clase de tráfico del flujo de datos solicitado, tal como se describe más abajo, el flujo de datos se establece de la forma conocida, de tal modo que los datos procedentes del dispositivo de comunicación se transmiten directamente desde el primer dispositivo de acceso a la red y los datos recibidos de la red se transmiten directamente desde el primer dispositivo de acceso al dispositivo de comunicación.

Los dispositivos de acceso son capaces de comunicarse entre sí a través de un medio inalámbrico, por ejemplo utilizando una conexión inalámbrica basada en el sistema de distribución inalámbrica conforme con el estándar 802.11 del IEEE. Como esta conexión inalámbrica entre un primer y un segundo dispositivo de acceso se utiliza para redirigir el flujo de datos, no se requiere que el dispositivo de comunicación solicitante sea conectable directamente al segundo dispositivo de acceso.

Preferiblemente, el dispositivo de comunicación se proporciona en forma de un dispositivo de comunicación inalámbrica, con el que el primer dispositivo de acceso está adaptado para comunicarse de forma inalámbrica. En consecuencia, en este modo de realización no es necesario que el dispositivo de comunicación inalámbrica se encuentre dentro del alcance de transmisión del segundo dispositivo de acceso.

En un modo de realización preferido del método inventivo la red es Internet, el sistema de acceso a la red es un sistema de acceso a Internet de banda ancha y los dispositivos de acceso son pasarelas residenciales que comprenden un router inalámbrico y medios para la conexión de banda ancha a Internet, en donde dichos medios para conexión de banda ancha comprenden, por ejemplo, un módem DSL o un módem de cable. No obstante, también se pueden utilizar cualesquiera otros medios apropiados, por ejemplo medios adaptados para ser utilizados con la tecnología WiMAX, o con líneas eléctricas o conexiones de fibra óptica.

Para cualquiera de las tecnologías de acceso mencionadas más arriba el ancho de banda disponible para las conexiones a Internet normalmente es menor que el ancho de banda de la conexión inalámbrica entre los dispositivos de acceso. Por consiguiente, el método inventivo logra el efecto de balanceo de carga mediante la redirección de los flujos de datos desde un primer dispositivo de acceso cuya conexión a Internet se encuentra congestionada, a un segundo dispositivo de acceso cuya conexión a Internet no se encuentra congestionada, a través de una conexión inalámbrica la cual dispone de un mayor ancho de banda.

Teniendo en cuenta el hecho de que los dispositivos de acceso se encuentran interconectados de forma inalámbrica, los inventores han encontrado que presenta ventajas organizar los dispositivos de acceso en grupos. De acuerdo con ello, el método inventivo comprende preferiblemente el paso de organizar la serie de dispositivos de acceso en al menos un grupo de dispositivos de acceso, en donde dicha organización es controlada por un servidor centralizado de la red y en donde el primer y segundo dispositivos de acceso pertenecen al mismo grupo de dispositivos de acceso.

55 En un modo de realización preferido del método inventivo para organizar la serie de dispositivos de acceso en grupos, cada dispositivo de acceso detecta los dispositivos de acceso vecinos con los que se puede establecer una conexión inalámbrica, y determina para cada dispositivo de acceso vecino una dirección y una medida de calidad de la correspondiente conexión inalámbrica. A continuación se transmite desde cada dispositivo de acceso al servidor

centralizado una lista de los dispositivos de acceso vecinos, que comprende las direcciones y medidas de calidad respectivas. A continuación, el servidor centralizado organiza la serie de dispositivos de acceso en al menos un grupo de acuerdo con las listas recibidas y un algoritmo de agrupamiento predefinido, y le transmite a cada dispositivo de acceso de dicha serie de dispositivos de acceso la información de su grupo respectivo.

- 5 Se ha encontrado que lo más ventajoso consiste en utilizar un algoritmo de agrupamiento exclusivo que dé como resultado que cada uno de los dispositivos de acceso de dicha serie pertenezca a un solo grupo.

En particular, para el caso en el que la conexión inalámbrica entre los dispositivos de acceso se basa en el sistema de distribución inalámbrica conforme con el estándar 802.11 del IEEE, el servidor centralizado asocia preferiblemente cada uno de dichos grupos con un canal de transmisión seleccionado, de tal modo que los dispositivos de acceso de los diferentes grupos no interfieran entre sí. En este modo de realización la información de grupo transmitida a los dispositivos de acceso comprende información sobre el canal de transmisión asociado al grupo respectivo.

10 Como la accesibilidad entre los dispositivos de acceso puede cambiar con el paso del tiempo y algunos dispositivos de acceso se pueden conectar o desconectar, el paso de organizar los dispositivos de acceso en grupos se repite preferiblemente en instantes predefinidos.

15 Por razones prácticas, los grupos son definidos por el servidor centralizado de tal modo que cada dispositivo de acceso perteneciente a un grupo tiene una conectividad de un salto a al menos otro miembro del mismo grupo. Para determinados fines, en particular para la formación de grupos pequeños, puede ser ventajoso seleccionar un algoritmo de agrupamiento que esté adaptado para formar grupos de tal forma que cada dispositivo de acceso perteneciente a un grupo tenga una conectividad de un salto a todos los demás miembros del mismo grupo.

20 Para redirigir un flujo de datos, el primer dispositivo de acceso selecciona preferiblemente el segundo dispositivo de acceso entre los miembros del mismo grupo en función de la calidad de las conexiones inalámbricas respectivas con el primer dispositivo de acceso. Para este fin, ventajosamente, cada dispositivo de acceso determina repetidas veces una medida de calidad de la conexión inalámbrica respectiva con cada uno de sus dispositivos de acceso vecinos que pertenecen al mismo grupo.

25 En el modo de realización más preferido del método, se transmite información de estado desde cada dispositivo de acceso de un grupo a cada uno de sus dispositivos de acceso vecinos del mismo grupo, en donde dicha información de estado comprende una marca de tiempo, la dirección del emisor y el estado de congestión de la conexión entre el dispositivo de acceso que la envía y la red. Además de la información de estado recibida en cada uno de dichos dispositivos de acceso vecinos se determina una medida de calidad de la conexión inalámbrica con el dispositivo de acceso que está transmitiendo mediante la evaluación de parámetros de transmisión predefinidos. De acuerdo con esta información, en cada dispositivo de acceso de un grupo se genera y se almacena una tabla de vecinos, en donde cada entrada de la tabla de dicha tabla de vecinos está asociada a un dispositivo de acceso vecino y comprende la dirección del dispositivo vecino, una medida de calidad de la conexión inalámbrica con el dispositivo vecino y el estado de congestión de la conexión entre el dispositivo vecino y la red.

30 Con el fin de mantener las tablas de vecinos actualizadas, la información de estado se transmite repetidas veces a intervalos de tiempo predefinidos. La información de estado también puede comprender, ventajosamente, la tabla de vecinos almacenada en el dispositivo emisor. De esta forma, el dispositivo de acceso receptor ya puede obtener a partir de la lista de vecinos recibida la nueva información de estado en relación con los dispositivos de acceso vecinos del dispositivo de acceso que la envía, antes de recibirla directamente desde el propio dispositivo de acceso correspondiente. Esto resulta especialmente útil con respecto al estado de congestión, ya que este parámetro puede cambiar rápidamente.

35 Los parámetros de transmisión predefinidos para la evaluación de la calidad de la conexión inalámbrica entre los dispositivos de acceso comprenden preferiblemente una relación de señal-ruido y/o una tasa de errores de paquete. No obstante, también se pueden utilizar otros parámetros que resulten apropiados.

40 Lo más preferiblemente, la selección del dispositivo de acceso para la redirección de flujo se basa no sólo en la calidad de la correspondiente conexión inalámbrica, sino también en los respectivos estados de congestión de las conexiones entre los dispositivos de acceso y la red. De acuerdo con ello, el método comprende preferiblemente que el primer dispositivo de acceso seleccione el segundo dispositivo de acceso entre todos sus dispositivos de acceso vecinos que pertenecen al mismo grupo como primer dispositivo de acceso en función del estado de congestión de la conexión entre cada dispositivo de acceso vecino y la red y la calidad de la conexión inalámbrica con cada dispositivo de acceso vecino.

45 La congestión es especialmente crítica para ciertas aplicaciones, como por ejemplo las aplicaciones de voz y vídeo, que requieren un cierto ancho de banda mínimo constante. Con el fin de asegurar la calidad de servicio (QoS) para dichas aplicaciones, los flujos de datos se categorizan preferiblemente en una serie de clases de tráfico (COT), en donde cada COT está asociada a una prioridad diferente. Por consiguiente, los dispositivos de acceso están adaptados preferiblemente para gestionar los flujos de datos de dichas clases diferentes de tráfico estando asociada cada una de dichas clases de tráfico a una prioridad diferente para el flujo de datos correspondiente, en donde el

estado de congestión de la conexión entre un dispositivo de acceso y la red de un dispositivo de acceso comprende información de congestión de cada una de dichas clases de tráfico diferentes, y en donde la congestión de la conexión entre el primer dispositivo de acceso y dicha red se detecta en función de la clase de tráfico del flujo de datos solicitado. Para la gestión de dichos flujos de datos de diferentes clases de tráfico, los dispositivos de acceso se proporcionan preferiblemente con un número correspondiente de memorias de almacenamiento temporal de datos, y el paso de determinación de un estado de congestión de una conexión entre un dispositivo de acceso y la red comprende preferiblemente determinar el estado de dichas memorias de almacenamiento temporal de datos.

De acuerdo con ello, el estado de congestión se puede representar mediante una tupla con una serie de valores, en donde cada valor comprende información sobre el estado de congestión con respecto a una COT correspondiente. En lugar de tupla, en lo que sigue se utiliza también el término vector.

A efectos prácticos para el mantenimiento de los flujos de datos redirigidos, en el primer y segundo dispositivos de acceso se mantiene una lista correspondiente de los flujos de datos redirigidos. Como cada dispositivo de acceso puede redirigir los flujos de datos por sí mismo y también puede reenviar los flujos de datos redirigidos por otros dispositivos de acceso, cada dispositivo de acceso mantiene preferiblemente dos listas respectivas de flujos de datos redirigidos.

Mediante el método inventivo se consigue de forma ventajosa organizar los CPE que tienen conectividad entre sí en clusters (agrupaciones) y balancear el tráfico entre ellos. La formación de los clusters está mediada y controlada preferiblemente por los ISP por medio de un servidor de backend (soporte) centralizado, lográndose de este modo una compartición controlada del acceso de banda ancha.

Además, en un modo de realización preferido, una fracción del ancho de banda disponible de un dispositivo de acceso para acceder a la red, en particular a Internet, se reserva para un grupo predefinido de dispositivos de comunicación o de usuarios, esto es, usuarios privados; en el caso de dispositivos de acceso suministrados como CPE, típicamente el propietario del CPE. Preferiblemente se permite que el ancho de banda restante sea utilizado por cualquier usuario público o uno cualquiera de un grupo predefinido de usuarios públicos. Cuando el ancho de banda de red disponible públicamente no es utilizado por los usuarios públicos, preferiblemente puede ser utilizado por los usuarios privados.

Para este fin, preferiblemente las COT respectivas se definen teniendo en cuenta los diferentes tipos de usuarios, esto es, privados o públicos, y los diferentes tipos de flujos de datos, por ejemplo, flujos de datos de voz o de vídeo. De ese modo se puede distinguir entre las diferentes clases de tráfico (COT) generadas por los usuarios privados y públicos.

Asimismo, también se puede reservar un ancho de banda predefinido para ciertos tipos de flujos de datos con el fin de satisfacer los criterios de QoS respectivos. Así, por ejemplo, el tráfico de voz y vídeo generado por usuarios públicos y/o privados tiene reservada una fracción de ancho de banda frente al resto de tráfico de mejor esfuerzo. El reparto del ancho de banda tal como se ha descrito más arriba se puede conseguir, por ejemplo, configurando los parámetros de adaptación de flujos de una planificación HTB (Hierarchical Token Bucket (Cubeta con Fichas Jerárquica)) para cada COT de acuerdo con ello. Cuando el ancho de banda de una conexión resulta insuficiente, el balanceo de carga inventivo representa preferiblemente la COT de los flujos de datos, al tiempo que los redirige a otros dispositivos de acceso.

Un dispositivo de acceso a la red inventivo conectable a una red para proporcionar acceso a la red a dispositivos de comunicación, en particular a dispositivos de comunicación inalámbrica que se pueden conectar al dispositivo de acceso a la red, comprende medios para determinar un estado de congestión de una conexión entre el dispositivo de acceso a la red y una red, medios de conexión para conectarse de forma inalámbrica a los dispositivos de acceso a red vecinos, y medios de redirección para redirigir flujos de datos seleccionados a través de los seleccionados entre dichos dispositivos de acceso de red vecinos. Un dispositivo de acceso a la red inventivo está preferiblemente adaptado para poner en práctica un método como el que se ha descrito más arriba.

Los medios de conexión están adaptados preferiblemente para establecer una conexión inalámbrica basada en el sistema de distribución inalámbrica conforme con el estándar 802.11 del IEEE. Como ya se ha descrito más arriba, el dispositivo de acceso se proporciona preferiblemente como una pasarela residencial para proporcionar acceso de banda ancha a Internet, comprendiendo un router inalámbrico y medios para la conexión de banda ancha a Internet, en donde dichos medios para la conexión de banda ancha comprenden, por ejemplo, un módem DSL o un módem de cable.

El dispositivo de acceso está adaptado ventajosamente para detectar dispositivos de acceso vecinos y para generar una lista de vecinos que comprende para cada dispositivo de acceso vecino detectado una dirección y una medida de calidad de la correspondiente conexión inalámbrica. Aún más preferiblemente, está adaptado para generar automáticamente dicha lista de vecinos y transmitirle la lista a un servidor de red centralizado, en donde para recibir desde dicho servidor de red centralizado la información de grupo que asocia el dispositivo a un grupo de dispositivos de acceso, el dispositivo de acceso comprende preferiblemente los respectivos medios de recepción. Más

preferiblemente, el dispositivo de acceso está adaptado para comunicarse con el servidor centralizado por medio de una conexión de gestión remota conforme con el Informe Técnico TR-069 del Foro DSL.

Los medios para la redirección del flujo están adaptados preferiblemente para seleccionar un dispositivo de acceso para la redirección de flujos entre los dispositivos de acceso vecinos detectados que pertenecen al mismo grupo, en función de la información sobre los estados de congestión recibidos desde los dispositivos de acceso vecinos del mismo grupo, y de la calidad de la conexión con los dispositivos de acceso vecinos del mismo grupo.

Para la gestión de los flujos de datos de una serie predefinida de clases de tráfico (COT) diferentes, el dispositivo de acceso está provisto ventajosamente de un número correspondiente de memorias de almacenamiento temporal de datos, en donde cada una de dichas clases de tráfico está asociada a una prioridad diferente para el correspondiente flujo de datos, y en donde los medios para determinar un estado de congestión están adaptados para determinar un estado de congestión que comprende información de congestión de cada una de dichas clases de tráfico diferentes mediante la determinación del estado de dichas memorias de almacenamiento temporal de datos. Las memorias de almacenamiento temporal se utilizan para poner en cola los paquetes de datos de los flujos de datos de la COT correspondiente, en donde se define preferiblemente que se produce congestión si la correspondiente memoria de almacenamiento temporal se llena hasta o por encima de un límite predefinido. En un modo de realización preferido, dicha información de congestión relacionada con una COT comprende simplemente la información de si la correspondiente memoria de almacenamiento temporal está congestionada o no, lo que resulta en un estado de congestión que comprende una tupla de valores de 1 ó 0, en donde 1 significa que la memoria intermedia se encuentra congestionada y 0 significa que no lo está.

En un modo de realización preferido el dispositivo de acceso está adaptado para reservar una fracción del ancho de banda disponible de su conexión a la red para un grupo predefinido de dispositivos de comunicación y/o usuarios.

El dispositivo de acceso comprende preferiblemente, además, medios de almacenamiento para almacenar tablas de redirección con parámetros de los flujos de datos redirigidos, comprendiendo tablas independientes para los flujos de datos redirigidos por el propio dispositivo y para los flujos de datos redirigidos por dispositivos vecinos.

Un servidor de red inventivo para organizar una serie de dispositivos de acceso a la red en grupos de dispositivos comprende medios de recepción para recibir una lista de vecinos desde cada uno de los dispositivos de acceso a la red de dicha serie, comprendiendo dicha lista de vecinos las direcciones y la información de conectividad inalámbrica de cada dispositivo de acceso vecino al correspondiente dispositivo de acceso de envío, medios de determinación de grupo para organizar dicha serie de dispositivos de acceso en grupos de dispositivos de acceso en función de un algoritmo de agrupamiento predefinido y de las listas de vecinos recibidas, y medios de transmisión para transmitirle la información de grupo a cada uno de los dispositivos de acceso de dicha serie.

El algoritmo de agrupamiento predefinido es preferiblemente un algoritmo de agrupamiento exclusivo, que da como resultado que cada uno de los dispositivos de acceso de dicha serie pertenezca a un solo grupo. Un ejemplo de un algoritmo de agrupamiento exclusivo semejante es el algoritmo de k-medias para agrupar objetos en k particiones. Aun más preferiblemente, el algoritmo de agrupamiento se ajusta con el fin de formar grupos de dispositivos de acceso, de modo que cada dispositivo de acceso perteneciente a un grupo tenga conectividad de un salto con al menos otro miembro del mismo grupo. En un modo de realización alternativo, el algoritmo de agrupamiento se ajusta con el fin de formar grupos de dispositivos de acceso, de modo que cada dispositivo de acceso perteneciente a un grupo tenga conectividad de un salto con todos los otros miembros del mismo grupo.

Para comunicarse con los dispositivos de acceso, el servidor está adaptado preferiblemente para proporcionar conexiones de administración remota conforme con el Informe Técnico TR-069 del Foro DSL.

Para iniciar repetidas veces el proceso de formación de grupos, el servidor está adaptado ventajosamente para transmitir una señal de activación a un dispositivo de acceso para iniciar la generación y la transmisión de una lista de vecinos.

Un sistema de acceso a la red, que comprende al menos un servidor de red como el que se ha descrito más arriba y al menos dos dispositivos de acceso a la red como los que se han descrito más arriba, y que está adaptado para poner en práctica un método como el que se ha descrito, también se encuentra dentro del alcance de la invención.

Breve descripción de las figuras

Se muestra en

la Fig. 1 una vista esquemática de un sistema de compartición de acceso de banda ancha de la técnica anterior,

la Fig. 2 una vista esquemática de un modo de realización preferido de un sistema de acceso a la red inventivo,

la Fig. 3 el sistema de la Fig. 2 mostrando un flujo de datos redirigido,

la Fig. 4 un esquema de los componentes funcionales del lado del cliente de un modo de realización preferido de un dispositivo de acceso inventivo, adaptados para la redirección de flujos, y

la Fig. 5 un esquema de los componentes funcionales del lado del servidor de un modo de realización preferido de un dispositivo de acceso inventivo, adaptados para la redirección de flujos.

Descripción detallada de la invención

A continuación se describen de forma más detallada los modos de realización preferidos además de ejemplares de la invención haciendo referencia a las figuras.

La Fig. 1 muestra los componentes de un sistema 10 de compartición de acceso de banda ancha de acuerdo con la técnica anterior. Un usuario privado dispone de un CPE 100 que utiliza dos redes inalámbricas diferentes, una pública y otra privada.

A este respecto, el término "red" se refiere a una ruta de acceso configurada con ciertos parámetros con el propósito de limitar la utilización a grupos específicos de usuarios, esto es, usuarios privados o públicos. Cuando la tecnología inalámbrica empleada por un router del CPE 100 es WiFi (802.11 del IEEE), las dos redes diferentes pueden tener dos BSSID distintos. El usuario privado se puede conectar con el notebook 201 a la Internet 500 a través de la red privada. El tráfico del usuario privado hacia y desde la Internet 500 pasa a través de la infraestructura del ISP, que incluye el DSLAM (Multiplexor de acceso a línea de abonado digital) 310 y el BRAS (Servidor de acceso remoto de banda ancha) 320.

Cuando un usuario público se conecta a la red pública a través de su dispositivo inalámbrico 202, que en el ejemplo que se muestra es una PDA, un portal cautivo de inicio de sesión redirige la petición de conexión a un servidor 410 de backend de AAA, el cual le presenta al usuario público una página de inicio de sesión. Tras haberse autenticado satisfactoriamente mediante un nombre de usuario y una contraseña, al usuario público se le permite el acceso a la Internet 500. El sistema 10 también comprende una funcionalidad de gestión remota que utiliza un servidor 420 de AC (Servidor de configuración automática), que permite configurar el CPE 100 de forma remota a través de sistemas de Gestión de Red de Área Amplia (WAN) basados en, por ejemplo, las normas del TR-069 del foro DSL.

En el sistema 10 que se muestra, el servidor 420 de AC está conectado a una base de datos 422 de EHS (Puntos de Acceso Ampliados), en la que se introducen los parámetros de configuración de diferentes tipos de dispositivos por medio de una interfaz 424 de administrador. El servidor 410 de AAA, proporcionado por ejemplo como un servidor RADIUS, se utiliza para la autenticación, autorización y cargo de los usuarios. A tal fin está conectado a una base de datos 412 de AAA correspondiente, que está provista de una interfaz 414 de administrador.

La Fig. 2 muestra una vista esquemática de un modo de realización preferido de un sistema 20 inventivo de acceso a la red. En ella, un grupo de dispositivos de acceso proporcionado como CPE 110, 120 y 130 forman un grupo o cluster de dispositivos, en donde las operaciones de balanceo de carga se llevan a cabo dentro de dicho grupo de dispositivos. Un servidor 600 de backend contribuye a la operación y permite una compartición controlada de la carga entre los CPE 110, 120 y 130. Los CPE 110, 120 y 130 comprenden routers inalámbricos que, a modo de ejemplo, se basan en el estándar 802.11 del IEEE, comunicándose los CPE 110, 120 y 130 entre sí a través del sistema de distribución inalámbrico (WDS) definido en dicho estándar. Al igual que el sistema que se muestra en la Fig. 1, la infraestructura del ISP comprende un DSLAM 310 y un BRAS 320, ampliados sin embargo por el servidor 600 de backend inventivo, que está situado en una posición central y está adaptado para comunicarse con cada uno de los CPE 110, 120 y 130 por medio de una conexión de gestión remota conforme con el Informe Técnico TR-069 del Foro DSL.

Los dispositivos 201-206 de comunicación inalámbrica pueden acceder a aquellos de los CPE 110, 120 y 130 que se encuentran dentro del alcance de la transmisión. En el ejemplo que se muestra, por ejemplo, los notebook 201, 205 y 206 son utilizados por usuarios privados, propietarios de los CPE 110, 130 y 120, respectivamente. Los restantes dispositivos 202 a 204 de comunicación inalámbrica son utilizados por usuarios públicos.

Cada uno de los CPE 110, 120 y 130 se proporciona con varias memorias de almacenamiento temporal para la gestión de las diferentes clases de tráfico que pertenecen a redes privadas y públicas. Los paquetes que se encuentran en estas memorias de almacenamiento temporal se organizan, por ejemplo, mediante la utilización de políticas de planificación conocidas como, por ejemplo, la Hierarchical Token Bucket (HTB) y/o Weighted Round Robin (WRR) (Turno Rotativo Ponderado).

Un aspecto esencial de la invención reside en la redirección de los flujos de datos a través de los dispositivos de acceso vecinos. Esto se ilustra a modo de ejemplo en la Fig. 3.

En ella, la conexión entre el CPE 130 y la Internet 500 se encuentra congestionada al menos con respecto a una clase de tráfico (COT) debido a que varios dispositivos 202-204 de comunicación inalámbrica están accediendo a dicho CPE 130. Una petición transmitida desde el dispositivo 204 de comunicación inalámbrica al CPE 130 para establecer una sesión de datos con la misma o una prioridad más baja de la COT congestionada da como resultado

un flujo de datos redirigido, en donde el flujo de datos se redirige a través de la conexión inalámbrica con el CPE 120, el cual, a su vez, reenvía el flujo de datos hacia el nodo de destino solicitado.

A continuación se describen de forma más detallada el balanceo de carga y la funcionalidad de QoS inventivos.

5 En las Fig. 2 y 3 se representan únicamente tres ejemplos de CPE, CPE 110, 120 y 130 que pertenecen al mismo grupo. Sin embargo, la invención no se limita a un escenario de este tipo. Generalmente se proporciona una pluralidad de dispositivos de acceso, por ejemplo todos los CPE suministrados por el mismo ISP (Internet Service Provider (Proveedor de Servicios de Internet)), que a continuación se organizan en grupos diferentes de dispositivos.

10 A efectos de la formación de tales grupos, a la que en el resto del documento también se hace referencia como agrupamiento, se realiza un proceso de exploración para detectar dispositivos vecinos que se puedan comunicar entre sí a través de una conexión inalámbrica basada en el 802.11 del IEEE. Cada CPE explora los CPE vecinos presentes en cada uno de los canales y recupera las direcciones MAC y la conectividad del enlace con ellos. Esta información se mantiene y almacena en una estructura de datos apropiada, por ejemplo una tabla hash (aleatorizada) con la dirección MAC transformada en un índice.

15 La funcionalidad de exploración, por ejemplo, se puede implementar por medio de los siguientes pasos, que deben ser seguidos para cada canal:

- a) deshabilitar el transceptor de radio,
- b) realizar una configuración de los canales para operar en el canal correspondiente,
- c) habilitar el transceptor de radio,
- 20 d) realizar una evaluación de la SNR (relación señal-ruido) de los dispositivos vecinos en el canal configurado actualmente, por ejemplo, detectando balizas emitidas periódicamente por los dispositivos de acceso vecinos, y
- e) almacenar en dicha estructura de datos para el canal actual la lista de los dispositivos de acceso vecinos con las direcciones MAC y los valores de conectividad del enlace.

25 La función de exploración puede ser ejecutada automáticamente por uno de los CPE 110, 120 o 130 en un instante preestablecido, por ejemplo, diariamente en torno a las 4 AM, cuando es poco probable que cualquiera de los dispositivos inalámbricos 201-206 esté conectado al CPE. No obstante, resulta ventajoso aleatorizar el momento de realización de esta operación con el fin de asegurar que la probabilidad de que dos CPE vecinos realicen la operación al mismo tiempo es suficientemente baja. Por ejemplo, un dispositivo de acceso puede realizar la exploración a las 4 AM + x minutos, en donde x es un número aleatorio entre -120 y 120. Alternativamente, la operación de exploración puede ser iniciada por el servidor 600 de backend sobre los CPE 110, 120 y 130.

30 En el servidor 600 de backend se ejecuta un algoritmo de agrupamiento para formar un cluster de CPE de acuerdo con la información proporcionada al servidor de backend por los CPE. Un cluster se define preferiblemente como un grupo de CPE que operan en el mismo canal y se comunican a través del WDS para facilitar las operaciones de balanceo de carga.

35 Cada uno de los CPE le proporciona al servidor 600 de backend información relativa a la dirección MAC y a la calidad del enlace con los CPE vecinos descubiertos por él mismo mediante la exploración, en donde la calidad del enlace, por ejemplo, se proporciona como una tasa de errores de paquete (PER) o una relación señal-ruido (SNR), tal como la proporcionan los controladores inalámbricos. El servidor 600 de backend utiliza esta información para organizar inicialmente los dispositivos de acceso en clusters o reorganizar los clusters mediante un algoritmo de agrupamiento apropiado, y a continuación les hace llegar esta información a los CPE, en caso de una reorganización preferiblemente sólo a aquellos afectados por la reorganización.

40 Para el agrupamiento se utiliza preferiblemente un algoritmo de agrupamiento exclusivo, lo que implica que cada CPE puede pertenecer a uno y sólo un cluster. El algoritmo realiza el agrupamiento en el espacio de estados, en donde la proximidad entre los nodos se determina por la calidad del enlace entre ellos. Para este fin se pueden aplicar algoritmos de agrupamiento como el de k-medias.

45 Para respaldar el mecanismo de balanceo de carga propuesto por la invención, el servidor 600 de backend comprende preferiblemente la siguiente funcionalidad de backend:

- Recibir a través de conexiones de administración remota, basadas por ejemplo en el TR-069, información desde los CPE en relación con su dirección MAC, las direcciones MAC de los vecinos explorados y la conectividad del enlace con estos vecinos,
- 50 - Almacenar y mantener la información indicada más arriba,
- Ejecutar el algoritmo de agrupamiento, tal como se ha descrito más arriba,

- Enviarles órdenes a los CPE a través de conexiones de administración remota, basadas por ejemplo en el TR-069, con instrucciones para cambiar a un canal específico y configurar el nombre de la red pública, y proporcionar información relativa a una lista de CPE con los que el CPE puede formar un cluster de balanceo de carga.

5 Después de haber llevado a cabo la exploración descrita más arriba, cada uno de los CPE 110, 120 y 130 le envía al servidor 600 de backend los datos recopilados por medio de la exploración, preferiblemente también a través de una conexión de administración remota, basada por ejemplo en el TR-069.

Cada CPE, por consiguiente, está adaptado ventajosamente para tener la siguiente funcionalidad:

10 - Enviarles al servidor de backend a través de una conexión de administración remota información sobre la dirección MAC del CPE, las direcciones MAC de los vecinos explorados y la información de conectividad del enlace con dichos vecinos.

- Recibir a través de una conexión de administración remota y procesar las órdenes enviadas desde el servidor de backend para cambiar a un canal de radio específico y configurar el nombre de la red pública, y recibir a través de una conexión de administración remota información relativa a una lista de CPE con los que el CPE correspondiente puede formar un cluster de balanceo de carga.

15 A continuación se describen de forma más detallada la formación, operación y mantenimiento de un cluster de CPE.

20 Un protocolo distribuido implementado en los CPE conforma, opera y mantiene los clusters de CPE. Los miembros de un cluster se comunican con sus vecinos a través del WDS, una vez que se ha configurado por parte del servidor de backend que operen en el mismo canal. Cada miembro de un cluster tiene una conectividad de un salto con sus vecinos que son candidatos potenciales para implementar el balanceo de carga. Cada miembro del cluster intercambia periódicamente a través del WDS con los vecinos que se encuentran a un salto mensajes heartbeat (mensajes periódicos de reconocimiento) e información del estado de congestión y de conectividad del enlace.

25 En un ejemplo de modo de realización se definen seis clases de tráfico COT-1 a COT-6, en donde COT-1 tiene la prioridad más alta y la prioridad de las restantes decrece al aumentar su número. Los CPE están provistos de una memoria de almacenamiento temporal de COT para cada una de las respectivas seis COT. El estado de congestión de la conexión entre un CPE y la Internet 500 se determina como un vector $c = \{c_1, c_2, c_3, c_4, c_5, c_6\}$, los elementos del cual son bits de congestión del CPE que indican si las memorias de almacenamiento temporal de las COT correspondientes están o no experimentando congestión, en donde un c_i activado implica que la memoria de almacenamiento temporal correspondiente a la COT-i está experimentando congestión.

A continuación se describe el proceso de formación, operación y mantenimiento de un cluster.

30 A intervalos periódicos predefinidos los miembros del cluster envían a través del WDS mensajes "HELLO" integrados en una MSDU (unidad de datos de servicio MAC) con el estado 1 en los bits "To DS (Para DS)" y "From DS (De DS)" del campo dirección de las tramas.

Un mensaje "HELLO" enviado por un primer CPE contiene la siguiente información almacenada en forma de estructura de datos:

35 - una marca de tiempo que indica la hora actual,
- la dirección MAC del emisor e información del nivel de congestión del emisor, y
- una tabla de vecinos que comprende las direcciones MAC de los vecinos, y para cada vecino la calidad del enlace como una tupla bidireccional, información del nivel de congestión y las marcas de tiempo correspondientes a la antigüedad de la calidad del enlace y el nivel de congestión.

40 En ella, la información del nivel de congestión puede incluir, por ejemplo, el vector de congestión descrito más arriba o información sobre la COT con prioridad más alta de aquellas COT que se encuentran congestionadas.

Al recibir un mensaje "HELLO", un vecino, esto es, un segundo CPE vecino de dicho primer CPE, lleva a cabo las siguientes acciones:

45 - verificar si el emisor, esto es, el primer CPE, es un miembro del cluster a partir de la lista de miembros del cluster proporcionada al segundo CPE por el servidor de backend, y si no lo es se descarta el mensaje,
- actualizar su tabla de vecinos con una entrada para la dirección MAC y el nivel de congestión del primer CPE,
- recuperar de los controladores una medida de calidad de la conectividad del enlace del primer CPE al segundo CPE, por ejemplo en forma de una PER o el valor de la SNR, y almacenarla en la tabla de vecinos asociándola a la dirección MAC del emisor,

- analizar la información de conectividad del enlace en la tabla de vecinos (del segundo CPE al primer CPE) con él mismo, si el segundo CPE existe en la tabla de vecinos contenida en el mensaje, y la almacena en su propia entrada de la tabla de vecinos para el primer CPE, y

- 5 - si en la tabla de vecinos recibida la información del nivel de congestión para un vecino que tiene una entrada en la tabla de vecinos propia tiene una marca de tiempo más reciente, esta información también se actualiza.

Para cada vecino en la tabla de vecinos propia se define un intervalo de tiempo para recibir mensajes "HELLO". Si dentro del intervalo de tiempo definido no se recibe ningún mensaje "HELLO" de un vecino, se considera agotado el plazo del temporizador y se elimina la entrada de la tabla de vecinos.

A continuación se describe de forma más detallada el proceso de redirección de flujos.

- 10 En el resto del documento un CPE que redirige flujos recibe el nombre de cliente. El vecino al que el cliente redirige los flujos recibe el nombre de servidor. La Fig. 4 muestra un diagrama de sistema del CPE cliente con componentes funcionales del lado del cliente.

- 15 El hardware inalámbrico 710 intercambia datos físicamente con dispositivos de comunicación inalámbrica y CPE vecinos. El hardware inalámbrico está controlado por el controlador inalámbrico 720. Para comunicarse con los CPE vecinos el controlador inalámbrico está provisto de un componente 722 adaptado para controlar la comunicación basado en el Sistema de Distribución Inalámbrico (WDS) conforme con el estándar 802.11 del IEEE.

- 20 La detección de la congestión se realiza a través de información de congestión en relación con las memorias de almacenamiento temporal de COT a partir del Administrador 740 de Memorias de Almacenamiento Temporal. Un vector de congestión, que consta de seis bits, proporciona información sobre cuáles de las memorias de almacenamiento temporal asociadas respectivamente con las COT-1 a COT-6 se encuentran congestionadas. En caso de congestión los bits correspondientes del vector están activados. El vector de congestión está disponible para ser consultado por el Módulo 800 de Redirección de Flujos.

- 25 El Módulo 800 de Redirección de Flujos mantiene una tabla con el conjunto de los flujos que se encuentran activos actualmente, identificándose cada flujo como <src IP, dst IP> (<IP de origen, IP de destino>). En la tabla también se almacena la COT asociada a cada flujo. Un flujo se identifica a través de una Unidad 730 de Inspección de Cabecera. Todos los paquetes que se reciben son examinados para comprobar su <src IP, dst IP>, y si se detecta un nuevo flujo, esto es, un flujo que aún no existe en la tabla de flujos, se introduce en la tabla de flujo. Un flujo se elimina de la tabla de flujos después de un timeout (tiempo límite de espera). El timeout es un periodo de tiempo durante el cual, si no se recibe ningún paquete de un flujo, se supone que el flujo ha finalizado. Cada flujo tiene un temporizador de duración de flujo asociado al mismo. Cuando este temporizador de duración alcanza el valor de timeout, el flujo se elimina de la tabla.

- 30 Ante la llegada de un nuevo flujo, la clase de QoS del flujo se identifica mediante la clasificación de las COT. Si se detecta congestión, el flujo es redirigido a un vecino a través del WDS mediante el algoritmo de balanceo de carga que se describirá de forma más detallada más abajo.

- 35 En la tabla de redirección del cliente se mantiene una tabla con el conjunto de los flujos de redirigidos y la dirección MAC del CPE servidor correspondiente.

- 40 En la Fig. 4 se indica mediante flechas la dirección del tráfico del enlace ascendente desde los dispositivos de comunicación inalámbrica conectados al CPE a Internet, representado por la pila de red 750, en donde los flujos redirigidos por el Módulo 800 de Redirección de Flujos se transmiten en primer lugar a un CPE vecino a través del WDS.

El balanceo de carga es iniciado por el CPE cliente. La funcionalidad del cliente para este fin incluye la detección de nuevos flujos tal como se ha descrito más arriba.

- 45 Con este objetivo, el cliente detecta los nuevos flujos tal como se ha descrito más arriba, realiza la detección de congestión tal como se ha descrito más arriba, selecciona de la tabla de vecinos un vecino (servidor) en el enlace ascendente para la redirección de los flujos tal como se describirá de forma más detallada más abajo, establece un enlace ascendente WDS con el servidor, y a continuación lleva a cabo la redirección del flujo desde el cliente al servidor tal como se ha descrito más arriba.

A continuación se describe la terminación del balanceo de la carga del CPE en el lado del cliente.

- 50 Si a través de la funcionalidad de detección de la congestión tal como se ha descrito más arriba se detecta que la conexión entre el cliente y la Internet 500 se encuentra libre de congestión, no se redirige ningún flujo nuevo. La tabla de redirección de flujos se va actualizando a medida que finalizan los flujos que están siendo redirigidos, en donde la finalización se detecta al expirar su duración. Cuando finalizan todos los flujos que están siendo redirigidos a un servidor, se da por terminada la conexión WDS del enlace ascendente con el servidor.

La Fig. 5 muestra un diagrama de sistema del CPE servidor con componentes funcionales del lado del servidor. Los componentes con signos de referencia idénticos a los que se muestran en la Fig. 4 tienen una función similar.

Cada CPE mantiene un conjunto diferente de direcciones IP privadas para el tráfico entrante procedente del CPE cliente a través del WDS, también denominadas direcciones WDS-IP. Un módulo funcional 910 pNAT (traducción de direcciones de red privadas) transforma la dirección IP de origen de los flujos WDS procedentes de un cliente en una dirección IP privada local seleccionada del conjunto de direcciones WDS-IP. Un nuevo flujo se detecta si aún no existe en la tabla de flujos redirigidos, lo que se describe de forma más detallada más abajo, y se le asigna una dirección IP del conjunto WDS. La comparación se realiza entre la dirección MAC del CPE y la dirección IP de origen de los flujos. Se mantiene una lista de los flujos redirigidos desde los clientes a este servidor en una tabla de flujos redirigidos que almacena la dirección MAC del CPE cliente, y - para cada flujo redirigido del CPE cliente - la IP de origen del flujo que ha sido asignada por el cliente y la IP local correspondiente asignada al flujo por el servidor. Cada flujo también tiene un temporizador de duración de flujo asociado al mismo, al expirar el cual se elimina el flujo de la tabla. También se mantiene una lista de las direcciones IP en el conjunto WDS, junto con un valor booleano que indica si la dirección está siendo utilizada o no. Un módulo funcional 920 rpNAT (traducción inversa de direcciones de red privadas) realiza la traducción de direcciones WDS-IP del servidor a direcciones IP de cliente para el tráfico del enlace descendente que se va a enviar a través del WDS.

A continuación se describe un modo de realización preferido para la redirección de flujos desde un CPE a sus vecinos de cluster, cuando la conexión entre el CPE y la Internet 500 está experimentando congestión. Se identifica la clase del tipo de tráfico (por ejemplo, voz, vídeo, mejor esfuerzo en red pública de EHS) que está experimentando la congestión, y de acuerdo con ello se toma una decisión en el CPE para redirigir los nuevos flujos a través del WPS de acuerdo con su tipo.

El balanceo de carga se aplica únicamente al tráfico que pertenece a la red pública. La designación COT-1 a COT-6 se hace en orden decreciente de prioridad. A título de ejemplo, si se detecta indicación de congestión desde COT-4, todos los nuevos flujos entrantes para COT-4, COT-5 y COT-6 son redirigidos. Si se detecta indicación de congestión desde COT-5 pero no desde COT-4, o no hay ningún flujo registrado de COT-4, se redirigen los flujos de COT-5 y COT-6. Si se detecta indicación de congestión desde COT-6 pero no desde COT-4 y COT-5, o si no hay ningún flujo registrado de COT-4 y COT-5, únicamente se redirigen los flujos de COT-6.

Tal como se ha descrito más arriba, se utiliza el vector $c = \{c_1, c_2, c_3, c_4, c_5, c_6\}$ que comprende los bits de congestión del CPE que denotan si las memorias de almacenamiento temporal de COT correspondientes están o no experimentando congestión, en donde el que c_i esté activado implica que la COT-i está experimentando congestión. Un flujo que pertenece a la COT-i se redirige a un vecino si en el vector de la congestión cualquiera de los bits con índice i o superior se encuentra activado, esto es, si alguna de las COT con prioridad más alta está experimentando congestión.

El vecino al que se redirige el flujo perteneciente a la COT-i se selecciona mediante la determinación de aquel CPE entre todos los vecinos para el que el siguiente producto tenga el valor máximo:

$$\prod_{j=1}^i (1 - c_j^n) \overline{L}^n$$

en donde c_j^n es el bit de congestión del vecino n para la COT- j y $\overline{L}^n$ es la media móvil de la métrica de calidad del enlace determinada, por ejemplo a partir de valores de la PER y/o SNR, para el vecino n . Si la métrica indicada más arriba da el valor 0 para todos los vecinos no se aplica el balanceo de carga.

La media móvil se obtiene promediando los últimos K valores de la calidad de enlace medida ponderados mediante una función exponencial. La calidad media del enlace para el vecino n en el instante actual t viene dada por

$$\overline{L}_t^n = \frac{1}{K} \sum_{k=0}^{K-1} L_{t-k}^n e^{-\frac{k}{K/2}}$$

en donde $\overline{L}_t^n$ es el valor medido de calidad del enlace para el vecino n en el instante t

A continuación se describen un modo de realización preferido y la funcionalidad correspondiente para la priorización de aplicaciones de voz y vídeo en función de los anchos de banda disponibles en las redes públicas y privadas.

En un ejemplo de modo de realización de la red pública existen dos clases de usuarios: oro y bronce. Tan solo se priorizan las aplicaciones de voz y vídeo de los usuarios oro de la red pública.

Se definen tres clases distintas de aplicación, a saber, vídeo, voz y mejor esfuerzo, tanto en redes públicas como privadas. La correspondencia entre éstas y las memorias de almacenamiento temporal de COT se muestra en la siguiente tabla:

Red	Usuario	Tráfico	COT
Privada	Cualquiera	Voz	1
Privada	Cualquiera	Vídeo	2
Privada	Cualquiera	Mejor Esfuerzo	3
Pública	Oro	Voz	4
Pública	Oro	Vídeo	5
Pública	Oro	Mejor Esfuerzo	6
Pública	Bronce	Voz	6
Pública	Bronce	Vídeo	6
Pública	Bronce	Mejor Esfuerzo	6

En la tabla que se muestra más abajo se da a modo de ejemplo el reparto del ancho de banda:

COT	Tasa (%)	Techo (%)
1	$x \cdot p_{VO}$	100
2	$x \cdot p_{VI}$	100
3	$x \cdot (100\% - p_{VO} - p_{VI})$	100
4	$(100\% - x) \cdot p_{GVO}$	100
5	$(100\% - x) \cdot p_{GVI}$	100
6	$(100\% - x) \cdot (100\% - p_{VO} - p_{VI})$	100

- 5 en donde se garantiza que la red privada tiene en todo momento el $x\%$ del ancho de banda del enlace ascendente, así como del enlace descendente. Cualquier cantidad del ancho de banda no utilizado por la red privada puede ser utilizado por la red pública. p_{VO} y p_{VI} representan los porcentajes de ancho de banda reservados para voz y aplicaciones de vídeo respectivamente en la red privada. p_{GVO} y p_{GVI} representan los porcentajes de ancho de banda reservados para voz y aplicaciones de vídeo respectivamente de los miembros oro de la red pública.

- 10 El reparto indicado más arriba para el ancho de banda se puede conseguir configurando convenientemente los parámetros de adaptación de flujos de una planificación HTB.

En otro ejemplo de modo de realización se utiliza una configuración simplificada tal como se muestra en la tabla de más abajo:

Red	Usuario	Tráfico	COT
Privada	Cualquiera	Voz (SIP)	1
Privada	Cualquiera	Mejor Esfuerzo	3
Pública	Cualquiera	Voz (SIP)	4
Pública	Cualquiera	Mejor Esfuerzo	6

Las aplicaciones se pueden identificar, por ejemplo, mediante la información del número de puerto.

- 15 El tráfico de voz SIP se puede identificar, por ejemplo, comprobando si las direcciones IP de origen de los clientes SIP envían paquetes con un número de puerto de destino como 5060 (TCP/UDP).

REIVINDICACIONES

1. Un método para balanceo de carga en un sistema (20) de acceso a red con una serie de dispositivos (110, 120, 130) de acceso a la red cada uno de los cuales está conectado a una red (500) y permite el acceso a la red a dispositivos de comunicación que se pueden conectar a dichos dispositivos (110, 120, 130) de acceso a la red, en donde al menos un subconjunto de dicha serie de dispositivos (110, 120, 130) de acceso a la red está interconectado de forma inalámbrica, que comprende los pasos de
 - organizar dicha serie de dispositivos (110, 120, 130) de acceso a la red en al menos un grupo de dispositivos de acceso a la red, en donde cada grupo está asociado a un canal de transmisión seleccionado, de tal modo que los dispositivos de acceso a la red de grupos diferentes no interfieren entre sí, y en donde, además, dicha organización está controlada por un servidor (600) de red centralizado de la red,
 - enviar una petición desde un dispositivo (204) de comunicación a un primer dispositivo (130) de acceso a la red de dicha serie de dispositivos (110, 120, 130) de acceso a la red para iniciar un flujo de datos entre dicho dispositivo (204) de comunicación y un nodo de destino conectado a dicha red (500),
 - determinar un estado de congestión de la conexión entre el primer dispositivo (130) de acceso a la red y dicha red (500), y
 - si se detecta congestión en la conexión entre el primer dispositivo (130) de acceso a la red y dicha red (500),
 - seleccionar un segundo dispositivo (120) de acceso a la red de dicha serie de dispositivos (110, 120, 130) de acceso a la red, entre los miembros del mismo grupo en función de la calidad de la correspondiente conexión inalámbrica con el primer dispositivo (130) de acceso a la red, y
 - establecer un flujo de datos entre el dispositivo (204) de comunicación y el nodo de destino, de tal modo que los datos que se originan en el dispositivo (204) de comunicación se transmiten a la red (500) desde el primer dispositivo (130) de acceso a la red a través del segundo dispositivo (140) de acceso a la red, y los datos recibidos desde la red (500) se transmiten al dispositivo (204) de comunicación desde el segundo dispositivo (140) de acceso a la red a través del primer dispositivo (130) de acceso a la red.
2. El método de la reivindicación 1, en donde dicha red (500) es Internet, dicho sistema (20) de acceso a la red es un sistema de acceso de banda ancha a Internet y los dispositivos (110, 120, 130) de acceso a la red son pasarelas residenciales que comprenden un router (enrutador) inalámbrico y medios para la conexión de banda ancha a Internet (500).
3. El método de la reivindicación 2, en donde dichos medios para la conexión de banda ancha comprenden un módem DSL o un módem de cable.
4. El método de una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde la organización en grupos de dicha serie de dispositivos (110, 120, 130) de acceso a la red comprende los pasos de
 - detectar, por parte de cada uno de los dispositivos de acceso a la red de dicha serie de dispositivos (110, 120, 130) de acceso a la red, dispositivos de acceso a la red vecinos con los que es posible establecer una conexión inalámbrica, y determinar para cada uno de los dispositivos de acceso a la red vecinos una dirección y una medida de calidad de la correspondiente conexión inalámbrica,
 - transmitirle desde cada uno de los dispositivos (110, 120, 130) de acceso a la red a dicho servidor (600) de red centralizado una lista de sus dispositivos de acceso a la red vecinos que comprende las respectivas direcciones y medidas de calidad,
 - organizar, por parte del servidor (600) de red centralizado, la serie de dispositivos (110, 120, 130) de acceso a la red en al menos un grupo en función de las listas recibidas y un algoritmo de agrupamiento predefinido, y
 - transmitir, por parte del servidor (600) de red centralizado, a cada uno de los dispositivos de acceso a la red de dicha serie de dispositivos (110, 120, 130) de acceso a la red información del grupo correspondiente.
5. El método de la reivindicación 4, en donde dicho algoritmo de agrupamiento predefinido es un algoritmo de agrupamiento exclusivo, lo que da como resultado que cada uno de dicha serie de dispositivos (110, 120, 130) de acceso a la red pertenezca a un solo grupo.
6. El método de una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde
 - la conexión inalámbrica entre los dispositivos de acceso a la red se basa en el sistema de distribución inalámbrica conforme con el estándar 802.11 del IEEE,

- el servidor (600) de red centralizado asocia cada uno de dichos grupos con un canal de transmisión seleccionado, y
 - la información de grupo transmitida a los dispositivos (110, 120, 130) de acceso a la red comprende información sobre el canal de transmisión asociado al grupo respectivo.
- 5 7. El método de una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que el paso de organizar en grupos los dispositivos (110, 120, 130) de acceso a la red se repite a intervalos de tiempo predefinidos.
8. El método de una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que cada dispositivo de acceso a la red que pertenece a un grupo tiene conectividad de un salto a por lo menos otro miembro del mismo grupo.
- 10 9. El método de una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que cada dispositivo de acceso a la red que pertenece a un grupo tiene conectividad de un salto a todos los otros miembros del mismo grupo.
10. El método de una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que cada dispositivo de acceso a la red determina repetidamente una medida de calidad para la correspondiente conexión inalámbrica con cada uno de sus dispositivos de acceso a la red vecinos que pertenecen al mismo grupo.
11. El método de una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, que comprende los pasos de
- 15 - transmitir información de estado desde cada dispositivo de acceso a la red de un grupo a cada uno de sus dispositivos de acceso a la red vecinos del mismo grupo, en donde dicha información de estado comprende una marca de tiempo, la dirección del emisor y el estado de congestión de la conexión entre el emisor y la red (500),
- determinar en cada uno de dichos dispositivos de acceso a la red vecinos una medida de calidad de la conexión inalámbrica con el dispositivo de acceso a la red que está transmitiendo mediante la evaluación de parámetros de
- 20 transmisión predefinidos, y
- almacenar en cada dispositivo de acceso a la red de un grupo una tabla de vecinos, en donde cada entrada de la tabla de dicha tabla de vecinos está asociada a un dispositivo de acceso a la red vecino y comprende
- la dirección del dispositivo de acceso a la red vecino,
- una medida de calidad de la conexión inalámbrica con el dispositivo de acceso a la red vecino, y
- 25 - el estado de congestión de la conexión entre el dispositivo de acceso a la red vecino y la red (500).
12. El método de la reivindicación 11, en el que dicha información de estado comprende dicha tabla de vecinos.
13. El método de la reivindicación 11 ó 12, en el que dichos parámetros de transmisión predefinidos comprenden una relación señal-ruido y/o una tasa de errores de paquete.
- 30 14. El método de una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que el primer dispositivo (130) de acceso a la red selecciona el segundo dispositivo (120) de acceso a la red entre todos sus dispositivos (110, 120) de acceso a la red vecinos que pertenecen al mismo grupo que el primer dispositivo (130) de acceso a la red, en función del estado de congestión de la conexión entre cada uno de los dispositivos (110, 120) de acceso a la red vecinos y la red (500) y de la calidad de la conexión inalámbrica con cada uno de los dispositivos (110, 120) de acceso a la red vecinos.
- 35 15. El método de una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que los dispositivos (110, 120, 130) de acceso a la red están adaptados para gestionar flujos de datos de diferentes clases de tráfico, en donde cada una de dichas clases de tráfico está asociada a una prioridad diferente para los respectivos flujos de datos, en donde el estado de congestión de la conexión entre un dispositivo de acceso a la red y la red comprende información de congestión de cada una de dichas clases de tráfico diferentes, y en donde la congestión de la conexión entre el
- 40 primer dispositivo de acceso a la red y dicha red se detecta en función de la clase de tráfico del flujo de datos solicitado.
16. El método de la reivindicación 15, en el que para la gestión de dichos flujos de datos de diferentes clases de tráfico los dispositivos (110, 120, 130) de acceso a la red están provistos de una serie correspondiente de memorias de almacenamiento temporal de datos y en donde el paso de determinar un estado de congestión de una conexión
- 45 entre un dispositivo de acceso a la red y la red comprende determinar el estado de dichas memorias de almacenamiento temporal de datos.
17. El método de una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que una fracción del ancho de banda disponible de la conexión entre un dispositivo de acceso a la red y la red se reserva para un grupo predefinido de dispositivos de comunicación y/o usuarios.

18. El método de una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que en cada uno de dichos primer (130) y segundo (120) dispositivos de acceso a la red se mantiene una lista de los flujos de datos redirigidos.
19. El método de una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que el dispositivo (204) de comunicación es un dispositivo de comunicación inalámbrica, con el que el primer dispositivo (130) de acceso a la red está adaptado para comunicarse de forma inalámbrica.
20. Un dispositivo (110, 120, 130) de acceso a la red, conectable a una red, para proporcionar acceso a la red a dispositivos (201-206) de comunicación conectables al dispositivo (110, 120, 130) de acceso a la red, que comprende
 - medios para determinar un estado de congestión de una conexión entre el dispositivo (110, 120, 130) de acceso a la red y la red (500),
 - medios de conexión para conectarse de forma inalámbrica a los dispositivos (110, 120, 130) de acceso a la red vecinos, y
 - medios (800, 910, 920) de redirección de flujos para redirigir los flujos de datos seleccionados a través de los seleccionados entre dichos dispositivos (110, 120, 130) de acceso a la red vecinos,
- en donde dicho dispositivo de acceso a la red está adaptado para
 - detectar dispositivos de acceso a la red vecinos,
 - generar de forma automática una lista de vecinos que comprende, por cada dispositivo de acceso a la red vecino detectado, una dirección y una medida de calidad de la respectiva conexión inalámbrica y transmitirle dicha lista a un servidor (600) de red centralizado, y en donde dicho dispositivo de acceso a la red comprende medios de recepción para recibir información de grupo desde dicho servidor (600) de red centralizado, en donde dicha información de grupo asocia el dispositivo de acceso a la red a un grupo de dispositivos de acceso a la red, el grupo está asociado a un canal de transmisión seleccionado, y los seleccionados entre dichos dispositivos de acceso a la red vecinos son miembros del grupo.
21. El dispositivo de acceso a la red de la reivindicación 20, en el que dichos medios de conexión están adaptados para establecer una conexión inalámbrica basada en el sistema de distribución inalámbrica conforme con el estándar 802.11 del IEEE.
22. El dispositivo de acceso a la red de la reivindicación 20 ó 21, proporcionado como una pasarela residencial para proporcionar acceso de banda ancha a la Internet (500), que comprende un router inalámbrico y medios para la conexión de banda ancha a Internet.
23. El dispositivo de acceso a la red de la reivindicación 22, en el que dichos medios para la conexión de banda ancha comprenden un módem DSL o un módem de cable.
24. El dispositivo de acceso a la red de una cualquiera de las reivindicaciones 20 a 23, en el que los medios (800) para la redirección de flujos están adaptados para seleccionar un dispositivo (110, 120, 130) de acceso a la red para redirigir los flujos de datos desde los dispositivos (110, 120, 130) de acceso a la red vecinos detectados que pertenecen al mismo grupo en función de
 - información sobre los estados de congestión recibidos desde los dispositivos (110, 120, 130) de acceso a la red vecinos del mismo grupo, y
 - la calidad de la conexión con los dispositivos (110, 120, 130) de acceso a la red vecinos del mismo grupo.
25. El dispositivo de acceso a la red de una cualquiera de las reivindicaciones 20 a 24, provisto de una serie predefinida de memorias de almacenamiento temporal de datos para gestionar los flujos de datos de una serie correspondiente de clases de tráfico diferentes, en donde cada una de dichas clases de tráfico está asociada a una prioridad diferente para el flujo de datos correspondiente, y en donde los medios para determinar un estado de congestión están adaptados para determinar un estado de congestión que comprende información de congestión para cada una de dichas clases de tráfico diferentes mediante la determinación del estado de dichas memorias de almacenamiento temporal de datos.
26. El dispositivo de acceso a la red de una cualquiera de las reivindicaciones 20 a 25, adaptado para reservar una fracción del ancho de banda disponible de su conexión con la red (500) para un grupo predefinido de dispositivos de comunicación y/o usuarios.
27. El dispositivo de acceso a la red de una cualquiera de las reivindicaciones 20 a 26, que comprende medios de almacenamiento para almacenar tablas de redirección con los parámetros de los flujos de datos redirigidos, que comprende tablas independientes para los flujos de datos redirigidos por el propio dispositivo de acceso a la red y los flujos de datos redirigidos por los dispositivos de acceso a la red vecinos.

28. El dispositivo de acceso a la red de una cualquiera de las reivindicaciones 20 a 27, adaptado para comunicarse con dispositivos (201-206) de comunicación inalámbrica.

29. Un sistema (20) de acceso a la red, que comprende una serie de dispositivos (110, 120, 130) de acceso a la red y al menos un servidor (600) de red centralizado para organizar dicha serie de dispositivos (110, 120, 130) de acceso a la red en grupos de dispositivos de acceso a la red, en donde dicha serie de dispositivos de acceso a la red comprende al menos dos dispositivos (110, 120, 130) de acceso a la red de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 20 a 28,

en donde dicho servidor (600) de red centralizado comprende

- medios de recepción para recibir desde cada uno de dicha serie de dispositivos (110, 120, 130) de acceso a la red una lista de vecinos, comprendiendo dicha lista de vecinos direcciones e información de conectividad inalámbrica de cada uno de los dispositivos de acceso a la red vecinos al respectivo dispositivo de acceso a la red emisor,

- medios de determinación de grupo para organizar dicha serie de dispositivos de acceso a la red en grupos de dispositivos de acceso a la red de acuerdo con un algoritmo de agrupamiento predefinido y las listas de vecinos recibidas, y

- medios de transmisión para transmitirle la información de grupo a cada uno de dicha serie de dispositivos de acceso a la red.

30. El sistema de acceso a la red de la reivindicación 29, en donde dicho algoritmo de agrupamiento predefinido es un algoritmo de agrupamiento exclusivo, lo que da como resultado que cada uno de dicha serie de dispositivos (110, 120, 130) de acceso a la red pertenezca a un solo grupo.

31. El sistema de acceso a la red de la reivindicación 29 ó 30, en donde dicho servidor (600) de red centralizado está adaptado para comunicarse con los dispositivos (110, 120, 130) de acceso a la red por medio de una conexión de gestión remota conforme con el Informe Técnico TR-069 del Foro DSL.

32. El sistema de acceso a la red de una cualquiera de las reivindicaciones 29 a 31, en donde dicho servidor (600) de red centralizado está adaptado para transmitirle una señal de activación a un dispositivo (110, 120, 130) de acceso a la red con el fin de iniciar la generación y transmisión de una lista de vecinos.

33. El sistema de acceso a la red de una cualquiera de las reivindicaciones 29 a 32, en donde dicho algoritmo de agrupamiento predefinido está adaptado para formar grupos de dispositivos de acceso a la red, de tal modo que cada uno de los dispositivos de acceso a la red que pertenecen a un grupo tiene una conectividad de un salto con al menos uno de los otros miembros del grupo.

34. El sistema de acceso a la red de una cualquiera de las reivindicaciones 29 a 33, en donde dicho algoritmo de agrupamiento predefinido está adaptado para formar grupos de dispositivos de acceso a la red, de tal modo que cada uno de los dispositivos de acceso a la red que pertenecen a un grupo tiene una conectividad de un salto con todos los otros miembros del grupo.

Fig. 1

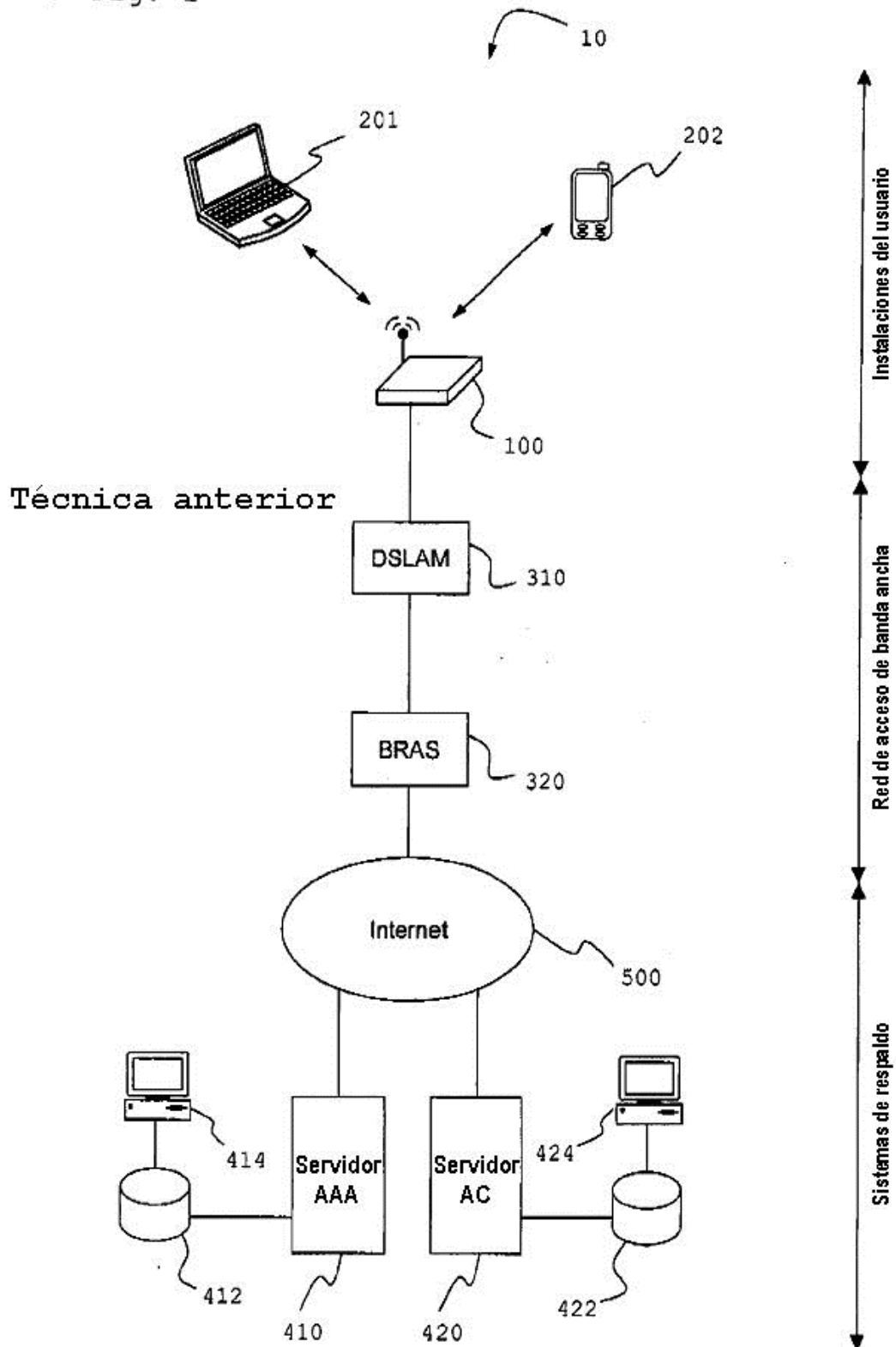


Fig. 2

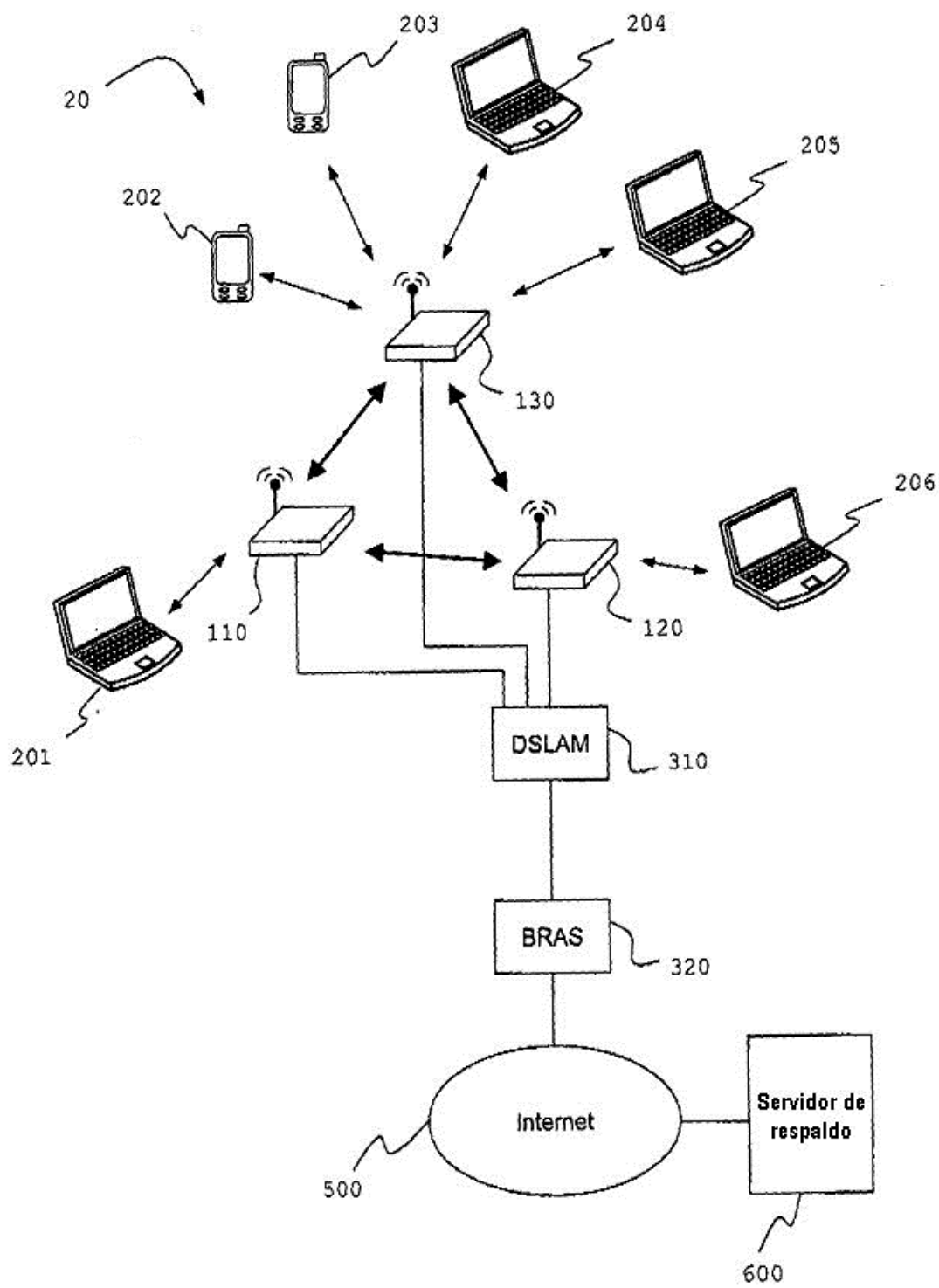


Fig. 3

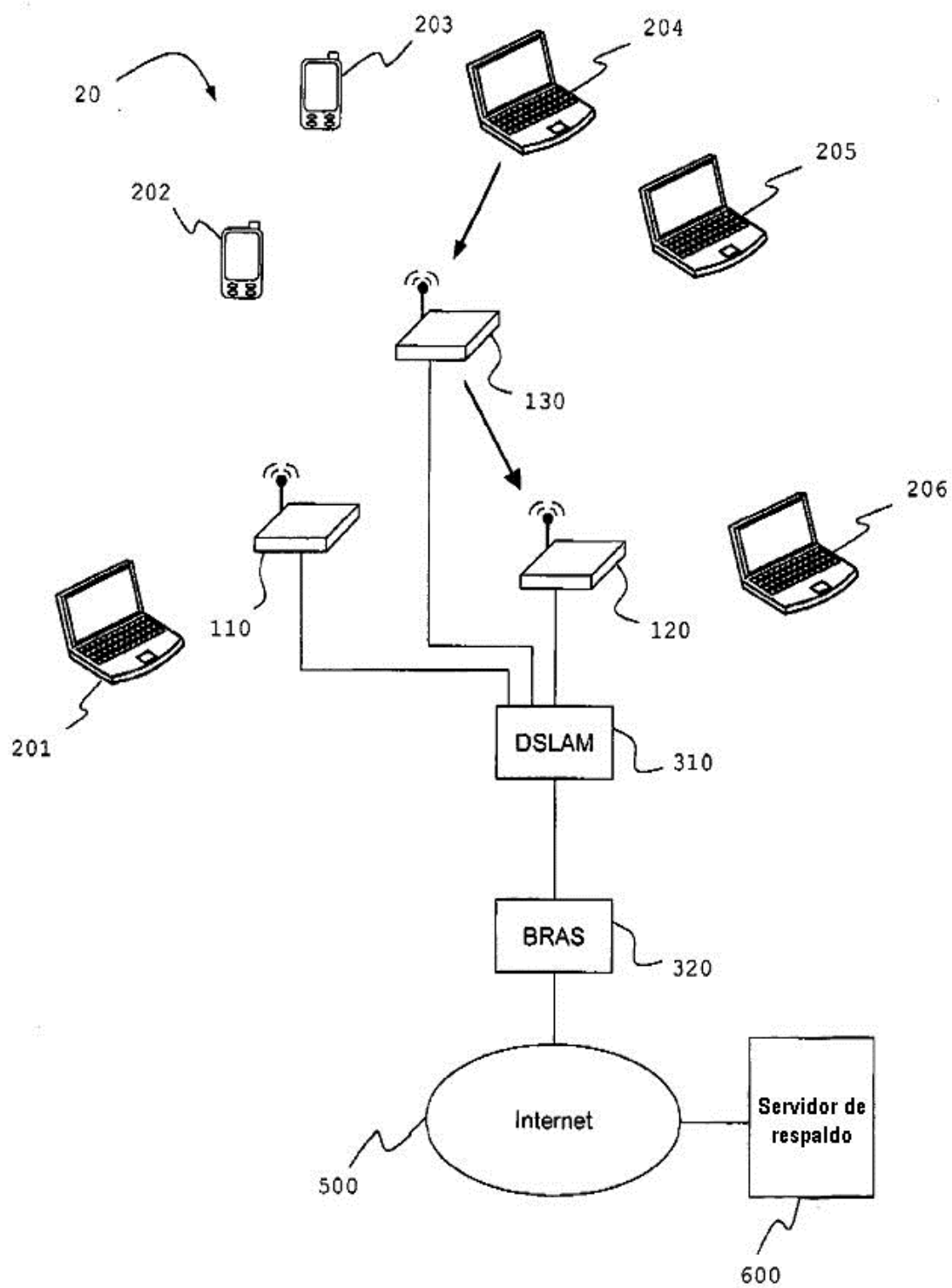


Fig. 4

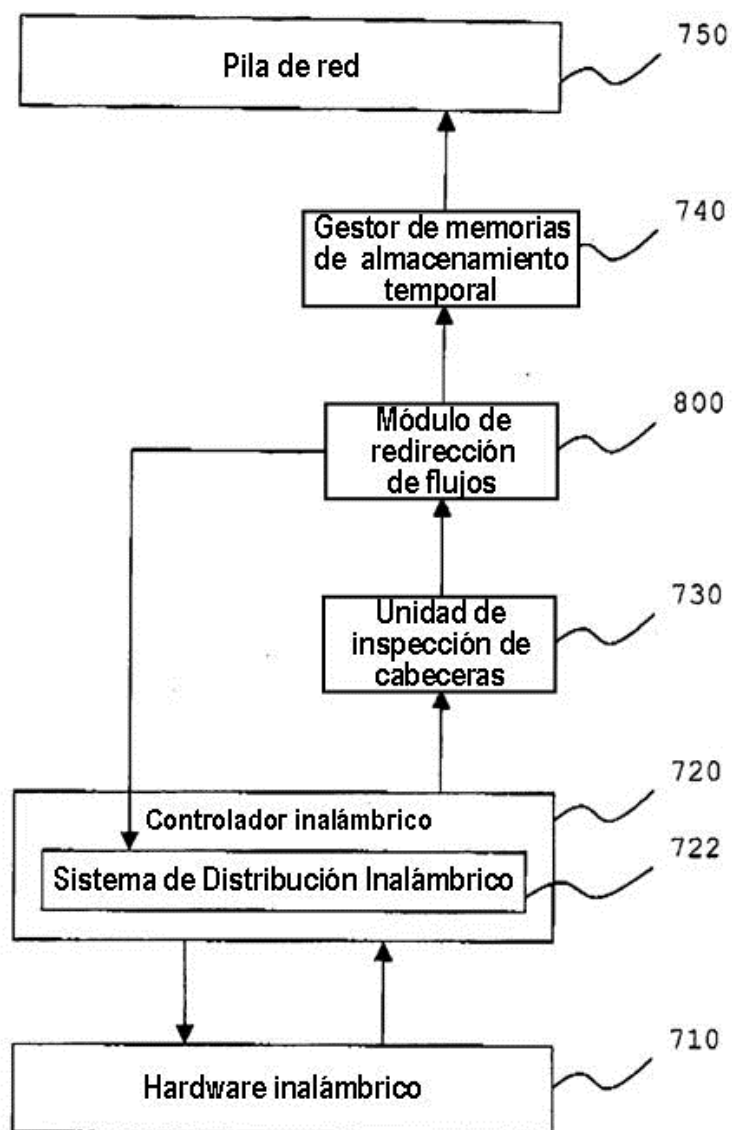


Fig. 5

