

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 972 036**

51 Int. Cl.:

H04L 69/14 (2012.01)
H04L 69/163 (2012.01)
H04L 47/33 (2012.01)
H04L 47/34 (2012.01)
H04L 12/46 (2006.01)
H04L 45/24 (2012.01)
H04W 76/12 (2008.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **06.11.2019** **E 19207381 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.01.2024** **EP 3820088**

54 Título: **Procedimiento y dispositivo de red para comunicación de múltiples rutas**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la
traducción de la patente:
10.06.2024

73 Titular/es:
DEUTSCHE TELEKOM AG (100.0%)
Friedrich-Ebert-Allee 140
53113 Bonn, DE

72 Inventor/es:
AMEND, MARKUS

74 Agente/Representante:
ISERN JARA, Jorge

ES 2 972 036 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 dispositivo de red para comunicación de múltiples rutas

5 Campo Técnico

La invención se refiere a un procedimiento para transmitir paquetes de datos de al menos un servicio de comunicación desde una primera entidad de red a al menos una entidad de red de destino a través de múltiples rutas.

10 Antecedentes

Una Red de Acceso Híbrida es una arquitectura especial para redes de acceso de banda ancha donde se combinan dos tecnologías de red diferentes, por ejemplo, combinando una red xDSL con una red inalámbrica como LTE. De manera similar, 3GPP ATSSS (Dirección, Conmutación y División de Tráfico de Acceso del Proyecto de Asociación de Tercera Generación) se refiere a una arquitectura en la que se combinan accesos 3GPP y no 3GPP. El direccionamiento del tráfico de acceso se refiere a un procedimiento que selecciona una red de acceso para un nuevo flujo de datos y transfiere el tráfico de este flujo de datos a través de la red de acceso seleccionada. El cambio de tráfico de acceso se refiere a un procedimiento que mueve todo el tráfico de un flujo de datos en curso de una red de acceso a otra red de acceso de manera que se mantenga la continuidad del flujo de datos. La división del tráfico de acceso se refiere a un procedimiento que divide el tráfico de un flujo de datos en múltiples redes de acceso, en el que cuando se aplica la división del tráfico a un flujo de datos, parte del tráfico del flujo de datos se transfiere a través de una red de acceso y otra parte del mismo flujo de datos se transfiere a través de otra red de acceso. El direccionamiento, conmutación y división del tráfico de acceso es aplicable entre accesos 3GPP y no 3GPP. Los dispositivos que se pueden conectar a más de una red también se conocen como dispositivos multiconectados.

Con el fin de utilizar simultáneamente múltiples rutas entre pares, existen varios protocolos de red de múltiples rutas como MPTCP (Protocolo de control de transmisión de múltiples rutas) estandarizado por IETF en RFC 6824, enero de 2013, CMT-SCTP descrito por P. Amer y otros en el documento "Load Sharing for the Stream Control Transmission Protocol (SCTP), draft-tuexen-tsvwg-sctp-multipath-18, 22 de julio de 2019" y MP-DCCP como se describe en el documento "DCCP Extensions for Multipath Operation with Multiple Addresses, draft-amend-tsvwg-multipath-dccp-02" de M. Amend y otros, 8 de julio de 2019.

Para superar las limitaciones de TCP y HTTP, se inició en 2013 el llamado protocolo QUIC, cuyo nombre "QUIC" fue propuesto originalmente como el acrónimo de "Conexiones UDP rápidas en internet". Un esfuerzo anterior en ese contexto fue el llamado SPDY. La decisión de no evolucionar TCP en sí mismo se tomó debido a razones de compatibilidad hacia atrás y a la lenta penetración e implementación de dichas evoluciones. QUIC se ejecuta sobre UDP y promete beneficios de rendimiento sobre TCP, aunque imita muchas de sus características como el control de congestión y la entrega confiable en orden. Sin embargo, amplía el alcance sobre TCP al incluir multiplexación de flujo y cifrado de extremo a extremo. En 2018 se tomó la decisión de que la próxima versión de HTTP, HTTP/3, se ejecutará sobre QUIC. QUIC necesita, al igual que otros protocolos de transporte, una implementación y selección explícita por parte de los servicios.

El protocolo QUIC es, por lo tanto, un protocolo de red de capa de transporte de propósito general, que actualmente se encuentra en proceso de estandarización dentro de la IETF. El estado actual de la estandarización por parte del Grupo de Trabajo de la IETF se describe en el borrador de Internet "QUIC: A UDP-Based Multiplexed and Secure Transport, draft-ietf-quic-transport-23" por J. Iyengar y otros, 12 de septiembre de 2019. En lo siguiente, el contenido de dicho borrador de Internet también se refiere como el diseño actual de QUIC. Versiones no estandarizadas de QUIC ya están en uso y, por ejemplo, se implementan en ciertos navegadores web.

El artículo "Innovating Transport with QUIC: Design Approaches and Research Challenges" por Yong Cui y otros, IEEE INTERNET COMPUTING, INSTITUTO DE INGENIEROS ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS, US, vol. 21, núm. 2, 1 de marzo de 2017, páginas 72-76, describe el protocolo de transporte QUIC y aborda el aspecto de la multiplexación de flujos, en el que la multiplexación de flujos es un procedimiento para enviar múltiples flujos de datos a través de una única conexión de transporte, es decir, a través de una única ruta, mediante el cual se puede evitar el bloqueo de cabeza de línea.

La tesis de maestría "Reliability enhancement for LTE using MPQUIC in a mixed traffic scenario - A novel MPQUIC Selective Redundant Scheduling implementation" de Rasmus Suhr Mogensen y otros, 6 de julio de 2018, páginas 1-108, se refiere a la comunicación de acceso híbrido confiable a través de redes celulares utilizando un protocolo MPQUIC, en la que el protocolo está particularmente complementado por funcionalidades adicionales en forma de un gestor de ruta y un programador, y en la que se propone en particular la programación redundante para aumentar la confiabilidad.

En "QUIC-proxy based architecture for satellite communication to enhance a 5G scenario" por A. Abdelsalam y otros, 2019 SIMPOSIO INTERNACIONAL SOBRE REDES, COMPUTADORAS Y COMUNICACIONES (ISNCC), IEEE, 18 de junio de 2019, páginas 1-6, se describe el establecimiento de un túnel QUIC entre dos proxies QUIC, en el que los

proxies QUIC están conectados entre sí a través de diferentes enlaces de comunicación, en particular a través de una conexión satelital y una conexión terrestre, y en el que el túnel QUIC se establece a través de uno solo de los enlaces de comunicación.

5 Sumario de la Invención

La presente invención se define en las reivindicaciones independientes adjuntas a las cuales se debe hacer referencia. Las características ventajosas se describen en las reivindicaciones dependientes adjuntas.

10 Es un objeto de la presente invención mostrar una forma en la que los paquetes de datos de al menos un servicio de comunicación pueden ser transmitidos desde una primera entidad de red hacia al menos una entidad de red de destino a través de múltiples rutas utilizando un protocolo QUIC.

15 Se debe tener en cuenta que, en el contexto de la presente invención, el término QUIC abarcará, a menos que se indique lo contrario, un protocolo que tenga las características de acuerdo con el estado actual de estandarización del protocolo QUIC por parte del IETF o un protocolo de acuerdo con un futuro estándar del protocolo QUIC. Dado que la invención propone ciertas extensiones y/o modificaciones del protocolo QUIC, sin embargo, en el contexto de la presente invención, el término QUIC no se limitará al estado actual de estandarización del protocolo QUIC por parte de la IETF, sino que también comprenderá estas extensiones y/o modificaciones, en particular en lo que respecta al establecimiento de un túnel y el uso de MP-QUIC y, en ciertas realizaciones, también en lo que respecta a la utilización de la transmisión de datos no confiable.

20 Un aspecto fundamental de la presente invención puede verse en que se establece un túnel QUIC entre una primera entidad de red y una segunda entidad de red, y para la transmisión de datos entre la primera y segunda entidad de red se utiliza un protocolo QUIC de múltiples rutas (MP-QUIC). Un aspecto preferido de la invención radica además en la utilización de una transmisión de datos no confiable entre la primera entidad de red y la segunda entidad de red.

Breve descripción de las figuras

30 Se muestra en

La Figura 1 una vista esquemática de un sistema de comunicación no funcional que ilustra un problema que es resuelto por la invención,

La Figura 2 una vista esquemática de una realización preferente de un sistema de comunicación de la invención, y

35 La Figura 3 una vista esquemática de una topología de referencia para Acceso híbrido.

Descripción Detallada de la Invención

40 En la Figura 1 se muestra una arquitectura de sistema no funcional para ilustrar un problema que se encuentra cuando se utiliza el protocolo QUIC a través de múltiples rutas, por ejemplo, en una red de acceso híbrida o en el contexto de 3GPP ATSSS. En el único sistema de comunicación teórico, no operativo 10' mostrado en la Figura 1, un equipo de usuario 100' está conectado simultáneamente a un servidor convertidor 200' a través de una red LTE 310 y una red xDSL 320. El equipo de usuario 100' podría ser un enrutador de equipo de cliente híbrido y el convertidor 200' podría ser una puerta de enlace de agregación híbrida en un servidor de un proveedor de comunicaciones.

45 Dado que QUIC y TCP comparten muchas similitudes en cuanto a sus características de transporte, la experiencia con el protocolo MP-TCP podría ser utilizada y transferida al protocolo MP-QUIC. Un protocolo MP-QUIC que es comparable a MP-TCP puede dividir las conexiones QUIC en múltiples rutas y se basa en la entrega confiable y en orden de QUIC.

50 En el sistema 10', las aplicaciones 110', 120', 130' y 140' que indican un número de n aplicaciones en ejecución en el equipo de usuario 100', deberán utilizar el protocolo MP-QUIC para transmitir paquetes de datos a través de múltiples rutas, es decir, a través de las redes 310 y 320, hacia el convertidor 200'. El convertidor 200' enviará los paquetes de datos recibidos a través de Internet 400 a las respectivas aplicaciones de destino 510', 520', 530' y 540', indicando un
55 número de n aplicaciones de destino, las cuales utilizan el protocolo QUIC y podrían estar en funcionamiento en varios dispositivos o servidores.

60 Sin embargo, un protocolo MP-QUIC que es comparable a MP-TCP solo puede funcionar de extremo a extremo y no tolera una interceptación, debido a su cifrado inherente de extremo a extremo. Por lo tanto, no se puede realizar un proxy 250' que sería necesario para traducir el protocolo MP-QUIC al protocolo QUIC, y, en consecuencia, el sistema de comunicación 10' mostrado en la Figura 1 es un sistema no funcional que ilustra un problema general que se encuentra al intentar utilizar el protocolo QUIC a través de múltiples rutas. Como resultado, la inclusión en Acceso híbrido o 3GPP ATSSS para la gestión de tráfico controlado por el operador no funciona a nivel de protocolo QUIC o MP-QUIC.

65

En la Figura 2 se muestra una vista esquemática de una realización preferente de un sistema de comunicación 10 de la invención, en el cual se resuelve el problema descrito anteriormente.

El sistema de comunicación 10 comprende equipo de usuario 100, en el que en un número de n aplicaciones se están ejecutando servicios de comunicación que generan respectivamente paquetes de datos que deben ser transmitidos a una entidad de red de destino respectiva. Los paquetes de datos se generan en base a un protocolo de comunicación que se selecciona en función del servicio de comunicación respectivo. En la realización mostrada en la Figura 2, una primera aplicación 110 está generando paquetes de datos QUIC, una segunda aplicación 120 está generando paquetes de datos UDP, una tercera aplicación 130 está generando paquetes de datos IP, y una enésima aplicación 140 está generando paquetes de datos TCP. En la realización mostrada, los diferentes paquetes de datos de las diferentes aplicaciones se enrutan a una interfaz de red virtual VNIF 150 que puede implementarse en un enrutador de equipos de cliente híbrido. Las aplicaciones 110, 120, 130 y 140 pueden estar en funcionamiento en dicho enrutador o en cualquier tipo de dispositivo terminal que esté conectado al enrutador, en las que dicho dispositivo terminal puede ser un teléfono móvil, una computadora personal, una tableta, un televisor inteligente, u otro similar.

En la realización mostrada, la interfaz de red virtual 150 está conectada a una interfaz de red virtual 250 en un convertidor 200, en la que dicho convertidor 200 preferentemente es una pasarela de agregación híbrida en un servidor de un proveedor de comunicaciones. El equipo de usuario híbrido 100 y el convertidor híbrido 200 están conectados simultáneamente a través de al menos dos redes diferentes, lo que permite la transmisión de datos a través de múltiples caminos. En la realización mostrada, la interfaz de red virtual 150 está conectada a la interfaz de red virtual 250 a través de una red LTE 310 y a través de una red xDSL 320. Es importante destacar que también se pueden utilizar otros tipos de redes, en cuyo caso el equipo de usuario 100 y el convertidor 200 están provistos de interfaces de red respectivas adaptadas para la comunicación a través de dichos otros tipos de redes.

La invención propone establecer un túnel QUIC entre una primera entidad de red y una segunda entidad de red, en la que en la realización mostrada en la Figura 2, la primera entidad de red es el equipo de usuario 100 y la segunda entidad de red es el convertidor 200, y el túnel QUIC se establece entre la interfaz de red virtual 150 y la interfaz de red virtual 250. Establecer un túnel QUIC significa establecer una conexión utilizando un protocolo de túnel basado en el protocolo QUIC.

TCP se utiliza frecuentemente como protocolo de túnel. QUIC también se puede utilizar como un protocolo de túnel, permitiendo que los servicios de túnel mantengan los beneficios de QUIC, sin degradar las características de rendimiento y seguridad.

Un protocolo de túnel es un protocolo de comunicaciones que permite la transmisión de datos desde una entidad de red a otra entidad de red a través de un proceso llamado encapsulación. Debido a que el túnel QUIC implica volver a empaquetar los datos de tráfico en una forma diferente, con encriptación como estándar, debido al uso del protocolo QUIC, puede ocultar la naturaleza del tráfico que se ejecuta a través de un túnel. Un protocolo de túnel funciona utilizando la parte de datos de un paquete, es decir, la carga útil, para transportar los paquetes que realmente proporcionan el servicio. El túnel utiliza un modelo de protocolo en capas como los del conjunto de protocolos OSI o TCP/IP, pero generalmente viola la estratificación al utilizar la carga útil para transportar un servicio que normalmente no es proporcionado por la red. Normalmente, el protocolo de entrega opera a un nivel igual o superior en el modelo de capas que el protocolo de carga útil.

Un túnel QUIC entre dos entidades capaces de múltiples rutas, como las entidades 100 y 200, típicamente puede transportar cualquier tráfico de red desde la Capa 2 hacia arriba. En la realización mostrada en la Figura 2, los paquetes de datos que se encapsulan en los paquetes QUIC ejemplares comprenden paquetes de datos QUIC de la aplicación 110, paquetes de datos UDP de la aplicación 120, paquetes de datos IP de la aplicación 130 y paquetes de datos TCP de la aplicación 140.

La invención propone además que ambos puntos de terminación del túnel QUIC, en la realización mostrada en la Figura 2 interfaces de red virtuales 150 y 250, utilicen un protocolo MP-QUIC, de modo que el propio túnel QUIC se distribuya sobre las múltiples rutas.

El diseño actual de QUIC no permite que los dispositivos de acceso multiconectados o híbridos utilicen de manera eficiente diferentes rutas simultáneamente. Por lo tanto, para utilizar un protocolo MP-QUIC dentro del túnel QUIC, la invención propone una respectiva extensión del protocolo QUIC actual.

Normalmente, una ruta se define mediante una 4-tuplas, que comprende la Dirección IP de origen, el Número de Puerto de origen, la Dirección IP de destino y el Número de Puerto de destino. Las rutas QUIC son específicas del host, es decir, la ruta de A a B es diferente de la de B a A, lo que permite el uso de redes unidireccionales como satélites, que no son aplicables cuando se utiliza TCP.

Además, QUIC no está limitado a una 4-tuplas particular durante la vida útil de una conexión. Una conexión QUIC se identifica mediante un ID de conexión, ubicado en el encabezado público de cada paquete QUIC. Esto permite a los anfitriones mantener la conexión incluso si cambia la 4-tuplas. Esta capacidad de cambiar una conexión de una 4-

tupla a otra se llama Migración de Conexión. Un par de QUIC puede comenzar en un camino dado, denominado como el camino inicial, y terminar en otro. Sin embargo, el diseño actual de QUIC asume que solo se utiliza una ruta simétrica para una conexión dada.

En lo siguiente se describe de manera ejemplar el posible establecimiento de una conexión QUIC de múltiples rutas entre una primera entidad de red y una segunda entidad de red. Una conexión QUIC de múltiples rutas puede comenzar como una conexión QUIC regular, en la que se lleva a cabo un apretón de manos de acuerdo con el diseño actual de QUIC. Durante este apretón de manos se puede negociar una capacidad de múltiples rutas entre las entidades de la red, en la realización mostrada en la Figura 2 entre el equipo de usuario 100 y el convertidor 200 utilizando interfaces de red virtuales 150 y 250. Con este fin, se transmite un parámetro respectivo entre las entidades de la red que indica la capacidad de la respectiva entidad de red para la transmisión de múltiples rutas. El parámetro puede indicar, por ejemplo, el número de rutas que pueden ser soportadas simultáneamente por la entidad de red respectiva. También es concebible que ningún parámetro transmitido o un parámetro con un valor de cero indique la falta de soporte para la transmisión de múltiples rutas, mientras que cualquier otro valor de parámetro indique el soporte para la transmisión de múltiples rutas.

Una conexión QUIC de múltiples rutas establecida comprende al menos dos rutas, en la que cada ruta está asociada con un cuádruple diferente y se identifica mediante un ID de Ruta, en la que los respectivos ID de Ruta son negociados entre las entidades de red. Como una extensión sobre el diseño actual de QUIC, el ID de ruta se transmite en todos o al menos en ciertos paquetes de QUIC, en la que el ID de ruta puede ser colocado en el encabezado público de los respectivos paquetes de QUIC.

Así, un aspecto fundamental de la invención se puede observar en la combinación de un túnel QUIC y el uso de un protocolo MP-QUIC para la transmisión de datos entre una primera y una segunda entidad de red, en el que la primera entidad de red en particular es un dispositivo de usuario, como un enrutador de acceso híbrido o un teléfono inteligente que tiene dos interfaces de red para conectarse a redes diferentes, y en el que la segunda entidad de red en particular es un servidor en la red central de un proveedor de comunicaciones, como una puerta de agregación híbrida.

Nuevamente haciendo referencia a la Figura 2, un servicio que utiliza el marco de múltiples rutas compatible con IP descrito anteriormente, basado en la encapsulación QUIC en el túnel QUIC, envía su carga útil a través de la interfaz de red virtual 150. Los servicios ejemplares mostrados proporcionados por las aplicaciones 110, 120, 130 y 140 generan diferentes tipos de paquetes de datos, por ejemplo, paquetes IP, datagramas UDP, segmentos QUIC, segmentos TCP o tramas Ethernet. Cada una de las interfaces de red virtuales 150 y 250 actúa como el punto de entrada o salida del marco de múltiples rutas compatible con IP, en función de la dirección de transmisión del tráfico. Después de ingresar a la respectiva interfaz de red virtual 150 o 250, la carga útil se encapsula en el túnel QUIC. En un siguiente paso, MP-QUIC se encarga del control de transmisión y decide por qué ruta de un conjunto potencial de rutas se envía la carga útil encapsulada. En el lado del receptor, los paquetes son recibidos por la pila MP-QUIC. Cuando se liberan y se eliminan los MP-QUIC, es decir, se elimina la encapsulación, la carga útil acoplada sale de la interfaz de red virtual correspondiente en el lado del receptor, lista para ser reenviada al respectivo punto final de servicio original 510, 520, 530 o 540 a través de Internet 400.

Como se describe anteriormente, dentro del túnel QUIC se pueden encapsular y transmitir varios tipos de paquetes de datos como carga útil, en el que ciertos tipos de paquetes de datos pueden ser transmitidos entre los puntos finales de comunicación utilizando una transmisión confiable, como por ejemplo los paquetes de datos TCP transmitidos entre las aplicaciones 140 y 540.

El Protocolo de Control de Transmisión, o abreviado TCP, tiene como objetivo proporcionar una interfaz para enviar flujos de datos de manera confiable entre dos puntos finales, en el que los datos son entregados al sistema TCP, el cual se encarga de asegurar que los datos lleguen al otro extremo en exactamente la misma forma, o la conexión indicará que existe una condición de error. Para hacer esto, TCP divide los datos en paquetes de red y agrega pequeñas cantidades de datos a cada paquete. Estos datos adicionales incluyen un número de secuencia que se utiliza para detectar paquetes que se pierden o se transmiten fuera de orden, y una suma de verificación que permite detectar los errores dentro de los datos del paquete. Cuando ocurre alguno de estos problemas, TCP utiliza la solicitud de repetición automática (ARQ) para indicar al remitente que vuelva a enviar el paquete perdido o dañado. En la mayoría de las implementaciones, TCP considerará cualquier error en una conexión como una operación de bloqueo, deteniendo las transferencias adicionales hasta que se resuelva el error o se considere que la conexión ha fallado. Si se está utilizando una única conexión para enviar múltiples flujos de datos, como es el caso en el protocolo HTTP/2, todos estos flujos se bloquean, aunque solo uno de ellos pueda tener un problema. Este fenómeno se llama bloqueo de cabeza de línea.

QUIC tiene como objetivo ser casi equivalente a una conexión TCP, pero con una latencia reducida. QUIC utiliza UDP como base, lo cual no incluye recuperación de pérdidas. En cambio, cada flujo QUIC se controla por separado y los datos perdidos se retransmiten a nivel de QUIC, no de UDP. Esto significa que, si ocurre un error en un flujo, la pila de protocolos puede continuar atendiendo otros flujos de forma independiente. Sin embargo, todavía se produce bloqueo de cabeza de línea con respecto a la única corriente que tiene el error.

Para garantizar que no haya bloqueo de cabeza de línea por el túnel QUIC en caso de perturbación, se aplica preferentemente un mecanismo dentro de QUIC que relaja su transmisión confiable.

Además, si los paquetes de datos de un protocolo como TCP, que utiliza transmisión confiable y realiza retransmisiones en caso de error y reordenamiento de paquetes de datos, se encapsulan dentro del túnel QUIC, puede surgir un conflicto cuando también dentro del túnel QUIC se realiza una transmisión confiable con retransmisiones y reordenamiento de paquetes TCP embebidos y paquetes subyacentes de QUIC simultáneamente. Un conflicto de este tipo podría llevar a un aumento significativo de la latencia y/o una disminución del rendimiento.

Por lo tanto, en una realización preferente de la invención, los paquetes de conexión rápida a internet del protocolo de datagramas de usuario o paquetes QUIC se transmiten de manera no confiable entre las primeras y segundas entidades de red 100 y 200. Con este propósito, preferentemente se transmite información desde la primera entidad de red a la segunda entidad de red indicando una transmisión no confiable dentro del túnel QUIC, en el que esta información puede ser transmitida en un apretón de manos de acuerdo con el diseño actual de QUIC. En respuesta, los paquetes de conexión rápida a internet del protocolo de datagramas de usuario o paquetes QUIC se transmiten de manera no confiable, es decir, sin retransmisiones en caso de pérdida de paquetes y sin reordenamiento.

Una transmisión de datos no confiable, como se propone preferentemente para la transmisión de datos dentro del túnel QUIC, es otra extensión del diseño actual de QUIC. Con este propósito, preferentemente se puede definir y señalar un tipo de marco diferente o adicional mediante un parámetro dentro de un paquete QUIC.

Las características de transmisión muy diferentes de las múltiples rutas pueden llevar a una cantidad de mezcla de los paquetes de datos encapsulados, lo que podría resultar en problemas para los servicios de comunicación que utilizan transmisión confiable, por ejemplo, la transmisión confiable de paquetes de datos TCP. Por lo tanto, en una realización preferente, el reenvío de los paquetes de datos extraídos desde la segunda entidad de red, por ejemplo, el convertidor 200, hacia la respectiva entidad de red de destino, por ejemplo, la entidad de red 510, 520, 530 o 540, se realiza en un orden que depende de la información de ordenamiento que se encuentra en los paquetes de datos encapsulados, como un paquete de datos TCP y/o en los paquetes de conexión rápida a internet del protocolo de datagramas de usuario o paquetes QUIC.

En otras palabras, se realiza preferentemente un cierto reordenamiento, que sin embargo típicamente no es un reordenamiento completo, en el que en particular se tolera la pérdida de paquetes y en consecuencia no se realizan retransmisiones.

En una realización preferente, los paquetes de datos recibidos se ponen en cola en una cola de reordenamiento en la segunda entidad de red para su reenvío, en la que los paquetes de datos en la cola de reordenamiento se reordenan de acuerdo con un criterio de reordenamiento predefinido, y en la que los paquetes de datos que se pierden en la transmisión desde la primera entidad de red hasta la segunda entidad de red a través del túnel se omiten en el reordenamiento. Además, se pueden utilizar mecanismos para el reordenamiento tal como se describe en EP 3 531 637 A1.

El esquema de control de congestión definido por el diseño actual de QUIC no es adecuado para la transmisión de datos a través de múltiples rutas. Por lo tanto, preferentemente no se utiliza este esquema de control de congestión.

Para la transmisión de datos MP-QUIC dentro del túnel QUIC, se puede utilizar el esquema de control de congestión LIA, tal como se especifica en el RFC 6356, que también es utilizado por TCO de múltiples rutas.

En una realización preferente, la información de control de congestión puede extraerse de los paquetes de datos transmitidos como carga útil dentro del túnel QUIC en la primera y/o en la segunda entidad de red, en la que en particular dicha información de control de congestión extraída se utiliza para adaptar un control de congestión del túnel QUIC entre la primera entidad de red y una segunda entidad de red.

En una realización adicional preferente de la invención, se determina una unidad de transmisión máxima de al menos una vía de transmisión disponible para transmitir datos desde la primera entidad de red hasta la segunda entidad de red, y se selecciona el tamaño de los paquetes de conexión rápida a internet del protocolo de datagramas de usuario en función de la unidad de transmisión máxima determinada.

Resumiendo, la invención combina preferentemente tres tecnologías para dar forma a un marco de múltiples rutas compatible con IP, como se muestra en la Figura 2, capaz de transportar paquetes IP, datagramas UDP y segmentos QUIC a través de múltiples rutas, en la que dichas tecnologías son:

- Encapsulación QUIC utilizando un túnel QUIC,
- empleo de QUIC de múltiples rutas dentro del túnel QUIC
- transmisión no confiable de la carga útil dentro del túnel QUIC.

Todas estas tecnologías son extensiones y/o modificaciones del diseño actual de QUIC.

Como se describe anteriormente, una característica adicional para garantizar un procesamiento eficiente de la carga útil acoplada a través del túnel QUIC podría ser una unidad de reensamblaje en el lado del receptor para colocar la carga útil en el mismo orden o casi idéntico al que se originaron. La unidad de reensamblaje puede ser colocada dentro de QUIC o MP-QUIC, pero también como una entidad externa siempre y cuando se disponga de alguna información de ordenamiento.

Como característica adicional, se puede emplear una sonda de Unidad Máxima de Transferencia de Ruta (PMTU,) cuando una nueva ruta se une a la sesión MP-QUIC, para asegurar que no haya discrepancias con la Unidad Máxima de Transferencia de la Interfaz de Red Virtual (VNIF MTU) y evitar la fragmentación. En caso de que el PMTU sea menor que la diferencia entre el MTU de VNIF y la sobrecarga de encapsulación, se adapta preferentemente el MTU de VNIF.

Como otra característica adicional para evitar la degradación del rendimiento por el túnel QUIC, se puede emplear alguna interacción con un posible control de congestión interno de la carga útil acoplada, como se describe anteriormente, en la que los parámetros de control de congestión de la carga útil acoplada solo se pueden medir con fines de monitoreo sin realizar control de congestión del túnel QUIC en base a eso.

La Figura 3 muestra una topología de referencia 600 para Acceso Híbrido (HA). La topología de referencia 600 ilustra la zona de la Red Doméstica 610 con la Red del Cliente 611 y la Puerta de Enlace Doméstica con Cliente de Acceso Híbrido 612, la Red del Operador Integrado 620 con una variedad de redes de operadores 621, 622, 623, 624, 625, 626 y la zona de Internet 630 con Internet 631. En las redes de operadores 621, 622, 623, 624, 625, 626 se implementan algoritmos y protocolos de acceso híbrido 627 para conectar el Cliente de Acceso Híbrido 612 con el Servidor de Acceso Híbrido 628 para la conexión con Internet 631. La topología de referencia 600, como se muestra en la Figura 3, es un ejemplo de un sistema en el que se puede emplear la invención, en la que en la Figura 3, la primera entidad de red descrita anteriormente es el Cliente de Acceso Híbrido 612 y la segunda entidad de red es el Servidor de Acceso Híbrido 628.

Al menos algunos de los aspectos preferidos se resumen a continuación. En lo siguiente, el término "paquete de conexión de protocolo de datagramas de usuario a través de Internet" se refiere a un paquete QUIC como se describe anteriormente, cuyo formato se basa en el diseño actual de QUIC extendido y/o modificado por las respectivas extensiones y/o modificaciones propuestas por la invención según se describe en la presente memoria.

De acuerdo con un aspecto, se proporciona un procedimiento para transmitir paquetes de datos de al menos un servicio de comunicación desde una primera entidad de red a al menos una entidad de red de destino, que comprende los pasos de establecer un túnel de conexión rápida a internet del protocolo de datagramas de usuario entre la primera entidad de red y una segunda entidad de red, transmitir los paquetes de datos desde la primera entidad de red a la segunda entidad de red a través de dicho túnel, en el que los paquetes de datos están encapsulados dentro de paquetes de conexión rápida a internet del protocolo de datagramas de usuario, y en el que los paquetes de conexión rápida a internet del protocolo de datagramas de usuario se transmiten desde la primera entidad de red a la segunda entidad de red a través de múltiples rutas, extraer los paquetes de datos de los paquetes de conexión rápida a internet del protocolo de datagramas de usuario recibidos en la segunda entidad de red, y reenviar los paquetes de datos extraídos desde la segunda entidad de red a la respectiva entidad de red de destino.

En una realización preferente del procedimiento, se transmite una información desde la primera entidad de red hasta la segunda entidad de red indicando una transmisión no confiable dentro del túnel de conexión rápida a internet del protocolo de datagramas de usuario, en la que en respuesta se transmiten paquetes de conexión rápida a internet del protocolo de datagramas de usuario de manera no confiable.

Preferentemente, los paquetes de datos y/o los paquetes de conexión rápida a internet del protocolo de datagramas de usuario (UDP) comprenden información de ordenamiento, en la que el reenvío de los paquetes de datos extraídos desde la segunda entidad de red hacia la respectiva entidad de red de destino se realiza en un orden que depende de dicha información de ordenamiento.

Preferentemente, para reenviar los paquetes de datos recibidos, se ponen en cola en una cola de reordenamiento en la segunda entidad de red, y en el que los paquetes de datos en la cola de reordenamiento se reordenan de acuerdo con un criterio de reordenamiento predefinido, y en el que los paquetes de datos que se pierden en la transmisión desde la primera entidad de red a la segunda entidad de red a través del túnel se omiten en el reordenamiento.

El túnel de conexión rápida a internet del protocolo de datagramas de usuario se establece preferentemente entre una primera interfaz de red virtual en la primera entidad de red y una segunda interfaz de red virtual en la segunda entidad de red. Las interfaces de red virtuales son conocidas per se, en las que el uso de interfaces de red virtuales permite un enrutamiento sencillo en las entidades de red respectivas.

Preferentemente, los paquetes de datos originados de diferentes servicios de comunicación se encapsulan en el mismo paquete de conexión rápida de protocolo de datagramas de usuario de Internet.

5 El procedimiento comprende preferentemente los pasos de determinar una unidad de transmisión máxima de al menos una ruta de transmisión disponible para transmitir paquetes de datos desde la primera entidad de red hasta la segunda entidad de red, y seleccionar el tamaño de datos de los paquetes de conexión rápida a internet del protocolo de datagramas de usuario en función de la unidad de transmisión máxima determinada.

10 Además, el procedimiento comprende preferentemente el paso de extraer información de control de congestión de los paquetes de datos en la primera y/o en la segunda entidad de red, en el que en particular dicha información de control de congestión extraída se utiliza para adaptar un control de congestión del túnel de conexión rápida a internet del protocolo de datagramas de usuario entre la primera entidad de red y una segunda entidad de red.

15 De acuerdo con otro aspecto, se proporciona un dispositivo de red que comprende al menos dos interfaces de red, dicho dispositivo de red está adaptado para la comunicación de múltiples rutas utilizando dichas al menos dos interfaces de red, en el que el dispositivo de red está además adaptado para establecer un túnel de conexión de protocolo de datagramas de usuario rápido a un dispositivo de red adicional, dicho dispositivo de red adicional está adaptado para la comunicación de múltiples rutas, en el que el dispositivo de red está adaptado para transmitir paquetes de datos al dispositivo de red adicional a través de dicho túnel, dichos paquetes de datos están encapsulados dentro de paquetes de conexión de protocolo de datagramas de usuario rápido, en el que los paquetes de conexión de protocolo de datagramas de usuario rápido se transmiten a través de múltiples rutas, extrayendo paquetes de datos de los paquetes de conexión de protocolo de datagramas de usuario rápido recibidos, y para reenviar los paquetes de datos extraídos al destino respectivo.

25 El dispositivo de red preferentemente es un enrutador de equipos de cliente híbrido, una puerta de enlace de agregación híbrida o un dispositivo de comunicación móvil.

30 En otro aspecto, se proporciona un sistema de comunicación que comprende al menos dos dispositivos de red como se describe anteriormente, en particular una combinación de un equipo de usuario y un servidor de un proveedor de comunicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento para transmitir paquetes de datos de al menos un servicio de comunicación desde una primera entidad de red (100), teniendo dicha primera entidad de red (100) al menos dos interfaces de red para conectarse a redes respectivamente diferentes, a al menos una entidad de red de destino (510, 520, 530, 540), que comprende los pasos de:
 - establecer un túnel de conexión rápida a internet del protocolo de datagramas de usuario (300) entre la primera entidad de red (100) y una segunda entidad de red (200), en el que se transmite información desde la primera entidad de red (100) a la segunda entidad de red (200) indicando una transmisión no confiable dentro del túnel de conexión rápida a internet del protocolo de datagramas de usuario (300), y en respuesta se transmiten paquetes de conexión rápida a internet del protocolo de datagramas de usuario de manera no confiable,
 - transmitir los paquetes de datos desde la primera entidad de red (100) a la segunda entidad de red (200) a través de dicho túnel (300), en el que los puntos de terminación del túnel utilizan un protocolo MP-QUIC, en el que los paquetes de datos están encapsulados dentro de paquetes de conexión rápida a internet del protocolo de datagramas de usuario, y en el que los paquetes de conexión rápida a internet del protocolo de datagramas de usuario son transmitidos desde la primera entidad de red (100) a la segunda entidad de red (200) a través de múltiples rutas, en el que dichas múltiples rutas son utilizadas simultáneamente, y en el que la comunicación de múltiples rutas utiliza al menos dos interfaces de red de la primera entidad de red (100),
 - extraer los paquetes de datos de los paquetes de conexión rápida a internet del protocolo de datagramas de usuario recibidos en la segunda entidad de red (200),
 - reenviar los paquetes de datos extraídos desde la segunda entidad de red (200) hacia la respectiva entidad de red de destino (510, 520, 530, 540).
2. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que los paquetes de datos y/o los paquetes de conexión rápida a internet del protocolo de datagramas de usuario (UDP) comprenden información de ordenamiento, y en el que el reenvío de los paquetes de datos extraídos desde la segunda entidad de red hacia la respectiva entidad de red de destino (510, 520, 530, 540) se realiza en un orden en función de dicha información de ordenamiento.
3. El procedimiento de la reivindicación 2, en el que para reenviar los paquetes de datos recibidos se ponen en cola en una cola de reordenamiento en la segunda entidad de red (200), y en el que los paquetes de datos en la cola de reordenamiento se reordenan de acuerdo con un criterio de reordenamiento predefinido, y en el que los paquetes de datos que se pierden en la transmisión desde la primera entidad de red (100) a la segunda entidad de red (200) a través del túnel (300) se omiten en el reordenamiento.
4. El procedimiento de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el túnel de conexión rápida a internet del protocolo de datagramas de usuario (300) se establece entre una primera interfaz de red virtual (150) en la primera entidad de red (100) y una segunda interfaz de red virtual (250) en la segunda entidad de red (200).
5. El procedimiento de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que los paquetes de datos originados de diferentes servicios de comunicación (110, 120, 130, 140) son encapsulados en el mismo paquete de conexión rápida a internet del protocolo de datagramas de usuario.
6. El procedimiento de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende los pasos de
 - determinar una unidad de transmisión máxima de al menos una ruta de transmisión disponible para transmitir paquetes de datos desde la primera entidad de red (100) a la segunda entidad de red (200), y
 - seleccionar el tamaño de los paquetes de conexión rápida a internet del protocolo de datagramas de usuario en función de la unidad máxima de transmisión determinada.
7. El procedimiento de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende el paso de
 - extraer información de control de congestión de los paquetes de datos en la primera (100) y/o en la segunda entidad de red (200), en el que en particular dicha información de control de congestión extraída se utiliza para adaptar un control de congestión del túnel de conexión rápida a internet del protocolo de datagramas de usuario (300) entre la primera entidad de red (100) y una segunda entidad de red (200).
8. Un dispositivo de red (100, 200, 612, 628), que comprende al menos dos interfaces de red para conectarse a redes respectivamente diferentes, dicho dispositivo de red está adaptado para la comunicación de múltiples rutas utilizando dichas al menos dos interfaces de red, en el que el dispositivo de red está además adaptado para

- 5 - establecer un túnel de conexión rápida a internet del protocolo de datagramas de usuario (300) a un dispositivo de red adicional, adaptándose dicho dispositivo de red adicional para la comunicación de múltiples rutas, en el que el dispositivo de red (100, 200, 612, 628) está adaptado para transmitir paquetes de datos al dispositivo de red adicional a través de dicho túnel (300), en el que los puntos de terminación del túnel utilizan un protocolo MP-QUIC, estando encapsulados dichos paquetes de datos dentro de paquete de conexión rápida a internet del protocolo de datagramas de usuario, en el que los paquete de conexión rápida a internet del protocolo de datagramas de usuario se transmiten a través de múltiples rutas, en el que dichas múltiples rutas se utilizan simultáneamente, y en el que la comunicación de múltiples rutas utiliza al menos dos interfaces de red,
- 10 - transmitir una información al dispositivo de red adicional indicando una transmisión no confiable dentro del túnel de conexión rápida a internet del protocolo de datagramas de usuario (300), en el que en respuesta los paquetes de conexión rápida a internet del protocolo de datagramas de usuario se transmiten de manera no confiable,
- 15 - extraer paquetes de datos de los paquetes de conexión rápida a internet del protocolo de datagramas de usuario recibidos, y para
- reenviar los paquetes de datos extraídos a su respectivo destino (510, 520, 530, 540).
9. El dispositivo de red de la reivindicación 8, en el que dicho dispositivo de red es un enrutador de equipos de instalaciones de clientes híbrido (612), una puerta de enlace de agregación híbrida (628) o un dispositivo de comunicación móvil.
- 20 10. Un sistema de comunicación (10, 600), que comprende al menos dos dispositivos de red (100, 200; 612, 628) de acuerdo con la reivindicación 8 o 9.

Figura 1

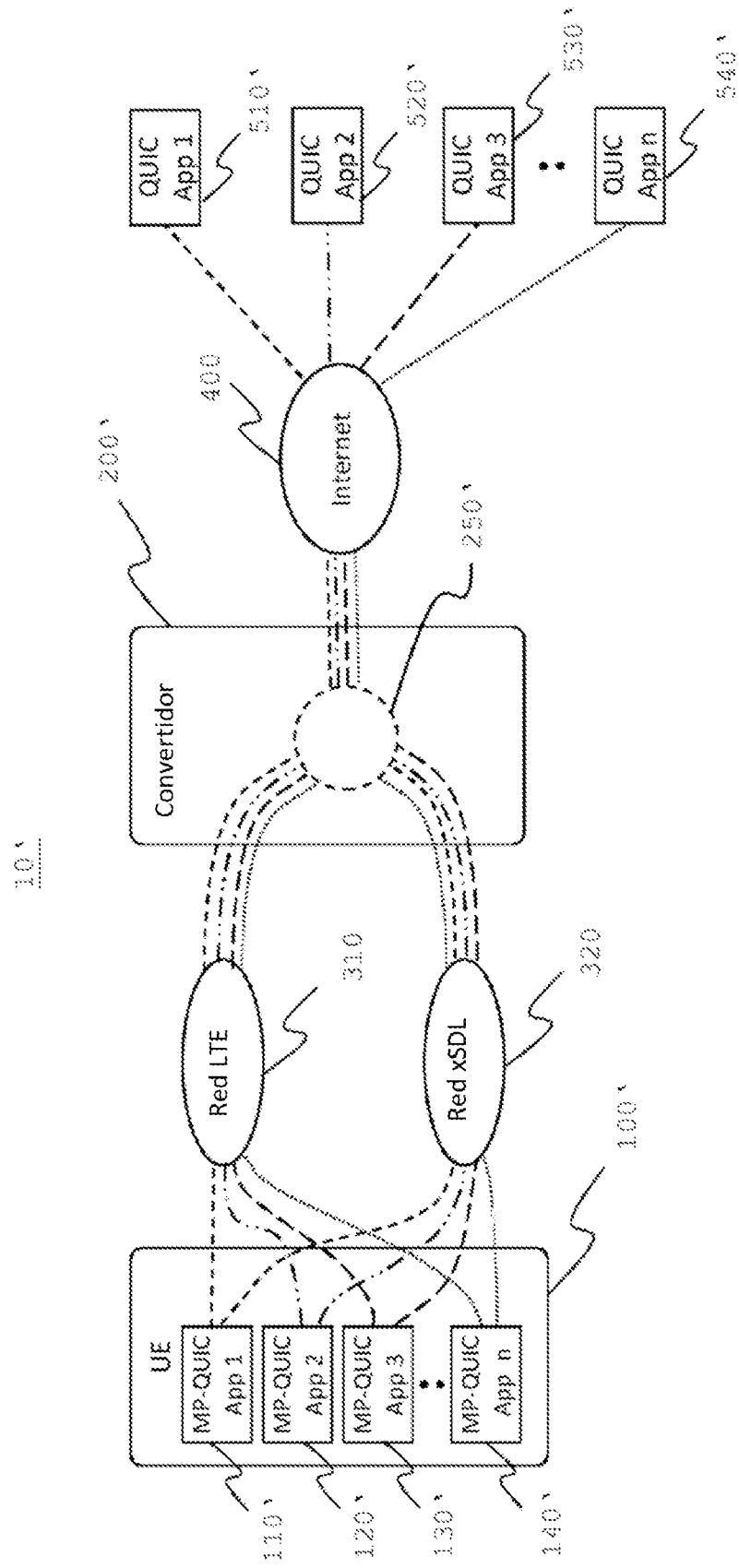


Figura 2

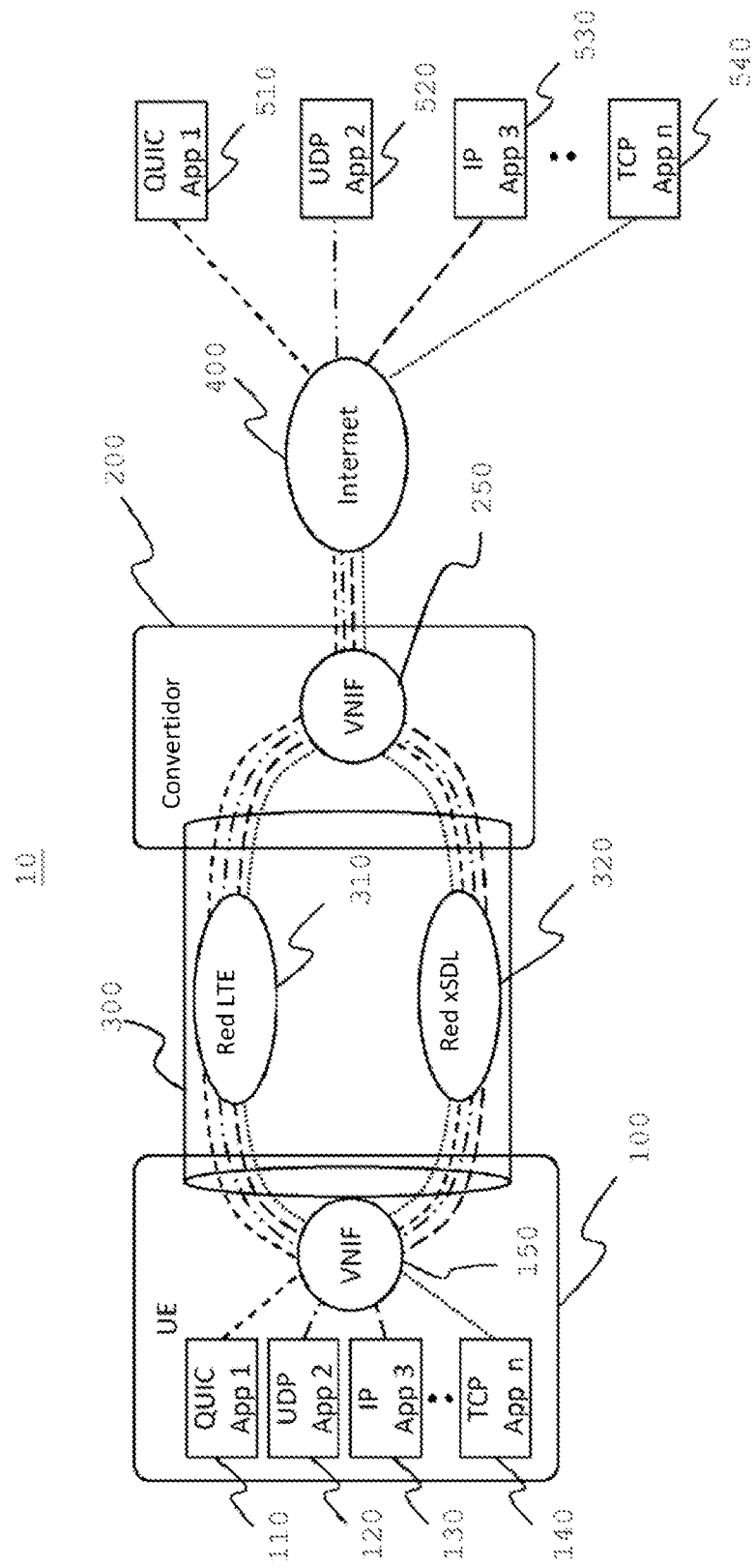


Figura 3

