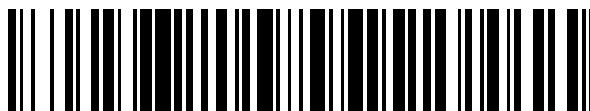


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 586 840**

51 Int. Cl.:

H04L 29/08 (2006.01)

H04L 12/715 (2013.01)

G06F 9/50 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.12.2013** **E 13382547 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **22.06.2016** **EP 2887621**

54 Título: **Método y aparato para calcular la ruta de cruce de estrato en una red**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
19.10.2016

73 Titular/es:

TELEFÓNICA S.A. (100.0%)
C/ Gran Vía 28
28013 Madrid, ES

72 Inventor/es:

LÓPEZ ÁLVAREZ, VÍCTOR;
CONTRERAS MURILLO, LUIS MIGUEL y
R. LÓPEZ, DIEGO

74 Agente/Representante:

ARIZTI ACHA, Monica

ES 2 586 840 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).

Método y aparato para calcular la ruta de cruce de estrato en una red

DESCRIPCIÓN

5 **Campo de la técnica**
 La presente invención se refiere, en general, al campo de las redes de comunicación. En particular, la presente invención se refiere a un método y un aparato para calcular la ruta de cruce de estrato en una red.

10 Por cruce de estrato ha de entenderse la cooperación entre la capa de aplicación y la capa de red de dicha red.

Antecedentes de la invención

15 El protocolo de optimización de tráfico de la capa de aplicación (ALTO) se usa para difundir información de red abstracta a elementos que usan la infraestructura de red, habitualmente las otras capas superiores en la pila del protocolo [1]. Esta información se envía usando un mapa de costes. Las aplicaciones deciden, teniendo en cuenta la información de coste ALTO, qué conexiones de red deberían solicitar a la capa de red. Sin embargo, no existe un mecanismo para correlacionar la creación del mapa de coste y la ruta calculada por el motor de encaminamiento en el proceso de aprovisionamiento. Esto es más importante en escenarios en los que los costes ALTO no se actualizan con frecuencia sino que se almacenan en la caché. En el caso de que exista algún cambio en la red, ya que ALTO envía su mapa de coste hasta las solicitudes de aplicación de la ruta, el motor de encaminamiento puede calcular una ruta diferente para la solicitud debido a los cambios de red.

25 El problema de esta situación es que puede conducir a un uso de una conexión con un coste diferente y, en consecuencia, al uso ineficiente de la red.

30 Las nuevas y emergentes aplicaciones basadas en la nube requieren una colaboración más estrecha entre la capa de aplicación y la capa de red [2]. Entre estas aplicaciones pueden considerarse la copia de seguridad de datos en tiempo real, la migración de máquinas virtuales, la agrupación de servidores o la reasignación de cargas de trabajo. En estas aplicaciones, es necesario asignar los recursos de IT en múltiples localizaciones e interconectar los centros de datos (DC) remotos. De manera similar que para las redes de entrega de contenidos (CDN), el proceso de asignación de usuarios que se conectan a los diferentes puntos de inyección puede usar mapas de coste ALTO para asignar las localizaciones que son óptimas.

35 Tal como se propone en la Patente de Estados Unidos 2012/0054347, se requiere un protocolo para intercambiar información entre la capa de aplicación y la de red. Desde un punto de vista funcional, se requieren dos funciones principales, que soportan: (1) la entrega de información de red a la capa de aplicación y (2) el manejo de las conexiones solicitadas desde la capa de aplicación a la capa de red (figura 1). Para esta coordinación aplicación-red, un flujo de trabajo típico es el siguiente: 1. Elementos de la red difunden información del estado de ingeniería del tráfico; 2. La capa de red circula información sobre la conectividad de red; 3. La capa de aplicación en base a esta información decide dos puntos finales y solicita una conexión entre ellos a la red; y 4. La capa de red calcula la ruta entre estas dos localizaciones y configura los elementos de red.

45 El protocolo ALTO se define como un servicio que proporciona información de red a la capa de aplicación en base a los mapas abstractos de una red. Esta información da una visión simplificada, pero es útil para encaminar el tráfico de las capas de aplicación. Los servicios ALTO permiten a los proveedores de servicio compartir información sobre las localizaciones de red y los costes entre ellas. Los criterios de selección para elegir dos localizaciones pueden depender de la información, tal como el ancho de banda máximo, el tráfico mínimo entre dominios, el menor coste para el usuario, etc.

50 Ya que el protocolo ALTO intercambia información entre la capa de red y la de aplicación, ALTO define los identificadores definidos por el proveedor (PID) como los puntos de entrada a la red. Cada nodo en la capa de aplicación se conoce como un punto final (EP). Cada PE se asigna a un PID, porque los PID son el punto de entrada de la aplicación en la red. Normalmente, se agrupan múltiples EP en un solo PID, como se muestra en la figura 2.

60 ALTO se define como un protocolo cliente-servidor (figura 3). Un cliente ALTO usa el servicio de descubrimiento ALTO para encontrar el servidor ALTO más cercano. Una vez que el cliente ALTO conoce la localización de su servidor ALTO, el cliente ALTO puede enviar solicitudes al servidor. El servidor ALTO agrega información de múltiples sistemas para proporcionar información de la red abstracta, unificada y útil. Esta información puede provenir de los protocolos de encaminamiento, las interfaces externas, la información de red dinámica o la política de aprovisionamiento. Esta información abstracta es la que se envía al cliente ALTO.

El protocolo ALTO define cuatro servicios:

- *Servicio de mapeo*. Este servicio devuelve un mapa al cliente ALTO. Hay dos mapas diferentes:
 - Mapa de red: asocia todos los puntos finales a los PID.
 - Mapa de coste: proporciona el coste entre todos los PID en base a múltiples criterios.
- *Servicio de filtrado de mapa*. Este servicio devuelve un mapa de red o un mapa de coste para un subconjunto de PID.
- *Servicio de Propiedad del punto final*. Este servicio permite buscar propiedades para los puntos finales individuales, al igual que su localización o tipo de conectividad.
- *Servicio de coste de punto final*. Este servicio consulta los costes y la clasificación directamente entre los puntos finales, no entre los PID como el mapa de costes.

El protocolo ALTO no define cómo se actualizan el mapa de red y el mapa de coste. Se mencionan diferentes opciones en [1]. Como un PCE es una entidad de cálculo encargada de calcular rutas en redes MPLS y GMPLS, un servidor ALTO podría hablar con un PCE para obtener información de red dinámica. El servidor ALTO puede decidir costes en base a la información de red proporcionada por el PCE o cualquier otro motor de encaminamiento. Periódicamente, o desencadenado por un evento, el servidor ALTO puede actualizar esta información para que esté disponible para los clientes ALTO.

Existen múltiples estructuras de nube que consideran la solicitud directa para las conexiones a las redes. Las estructuras de nube más extendidas para crear nubes privadas son *OpenNebula*, *Eucalyptus* y *OpenStack*. El proyecto Eucalyptus apareció originalmente como una solución más centrada en las empresas. Sin embargo, últimamente OpenStack está extendiéndose en la comunidad comercial. La principal ventaja de OpenNebula es que la comunidad de investigadores lo está usando y extendiendo para múltiples fines.

La figura 4 muestra la arquitectura en OpenStack. Existe una interfaz en la que la API de OpenStack puede solicitar recursos de cálculo, de almacenamiento y de redes. Gracias a estas interfaces la estructura de la nube puede controlar cada uno de los recursos requeridos por la capa superior. Dentro de la plataforma de OpenStack, existe un módulo de extensión que permite NaaS (la red como un servicio). Al usar este módulo de extensión (en el momento de escribir esta patente Quantum/Neutron), la capa de aplicación puede solicitar conexiones de la capa de red. Esta interfaz que proporciona soporte a las solicitudes de recursos de red es lo que se denomina en este documento "interfaz de aprovisionamiento".

Las propuestas actuales no tienen en cuenta una arquitectura global capaz de proporcionar una solución para el proceso de aprovisionamiento de conexión desde la aplicación a la red. No existe un mecanismo para correlacionar la creación del mapa de coste y la ruta calculada por el motor de encaminamiento. En el caso de que exista cualquier cambio en la red, el motor de encaminamiento debería calcular una ruta diferente para la solicitud, diferente de la ruta calculada anteriormente. Esto puede conducir a usar una conexión con un coste diferente y, por lo tanto, a una utilización de la red ineficaz.

Aunque este análisis se centra esencialmente en un escenario de conmutación de circuitos orientado a la conexión (por ejemplo, en referencia a MPLS y PCE), los resultados son directamente aplicables en un entorno de conmutación de paquetes sin conexión, siempre y cuando la rutas estén asociadas a las opciones entre los diferentes sistemas autónomos (AS) IP para encaminar el tráfico a su través.

La figura 5 muestra en una línea de tiempo el proceso de aprovisionamiento desde que ocurre cualquier cambio en la red hasta que la capa de red crea una conexión solicitada por la capa de aplicación. La capa de red difunde la información de los recursos en un t_0 . La información de topología se anuncia en la solicitud de la capa de aplicación en t_1 usando el protocolo ALTO. Si existiera un cambio en la red después de t_1 , la capa de aplicación solicitaría una conexión (t_2), suponiendo que existe un mapa de costes determinado. La capa de red aprovisionaría tal conexión en t_3 , y la capa de aplicación supondría el mismo coste que aplica el ALTO anunciado. No existe una arquitectura capaz de asegurar que el coste difundido usando ALTO sea el de la conexión aprovisionada.

El número de solicitud de patente europea EP2391092A1 describe un método de mejora del servicio ALTO para red de entrega de contenido. El método implica generar mapas de coste que comprenden puntos finales, valor de coste para especificar el coste para atravesar la ruta de red, y en el que se recibe el mapa de red que incluye los puntos finales de manera que cada conjunto de puntos finales está asociado con el subconjunto de puntos finales. Se genera un mapa de coste maestro que comprende entradas de coste maestras con puntos finales y valor de coste que representa el coste para atravesar la ruta de red y dicho mapa de coste maestro se emite desde el servidor ALTO al cliente ALTO.

Referencias:

[1] R. Alimi, R. Penno e Y. Yang. ALTO Protocol. IETF Internet-draft (trabajo en progreso), draft-ietf-alto-protocol-13, septiembre de 2013.

[2] Young Lee, Yangsong Xia y Susan Hares, "Method and System for Cross-Stratum Optimization in Application-Transport Networks", Patente de Estados Unidos 20120054346.

5 [3] Dhody, D.; Young Lee; Hui Yang; "Cross Stratum Optimization (CSO) Enabled PCE Architecture", Parallel and Distributed Processing with Applications (ISPA), 2012 IEEE 10th International Symposium on, vol., n. °, páginas 500-505, 10-13 de julio de 2012

[4] A. Farrel, J.P. Vasseur y J. Ash, "A path computation element (PCE)-based architecture", IETF RFC 4655, páginas 1-40, agosto de 2006. En línea (diciembre de 2009).

10 [5] D. King y A. Farrel, "A PCE-based Architecture for Application-based Network Operations".

[6] B. Niven-Jenkins, N. Bitar, J. Medved, S. Previdi, "Use Cases for ALTO within CDNs", draft-jenkins-alto-cdn-use-cases-02

Resumen de la invención

15 De acuerdo con un primer aspecto, se proporciona un método para calcular la ruta de cruce de estrato en una red, que comprende: a) recibir, un servidor de optimización de tráfico de la capa de aplicación (ALTO) en una capa de red de una red, una solicitud de un cliente ALTO en una capa de aplicación de dicha red para obtener un mapa de coste de red para ayudar a una conexión de un usuario final; b) calcular, mediante un encaminamiento y/o un motor de cálculo de ruta de dicha capa de red, la información de coste de red con respecto a una pluralidad de identificadores definidos por el proveedor (PID) almacenados en dicho servidor ALTO; y c) transmitir, el servidor ALTO, tras recibir dicha información de coste de red calculada a partir de dicho encaminamiento y/o motor de cálculo de ruta, el mapa de coste de red obtenido a dicho cliente ALTO, decidiendo este último a través de qué PID de dicha pluralidad realizar dicha conexión con dicho usuario final.

25 Al contrario de las propuestas conocidas, en el método propuesto, dicha etapa b) comprende usar un controlador de solicitud en dicha capa de red y consultado por dicho servidor ALTO adaptar la información de coste de red calculada a una información de coste ALTO, enviando además dicho controlador de solicitud dicha información de coste ALTO adaptada al servidor ALTO y también almacenarla en una base de datos de solicitud. Adicionalmente, el método comprende además: d) recibir, mediante un servidor de aprovisionamiento en dicha capa de red, una solicitud de un cliente de aprovisionamiento de dicha capa de aplicación para calcular una ruta para establecer una conexión entre dicha pluralidad de PID decidida, dicho servidor de aprovisionamiento transmitiendo además dicha solicitud a un controlador de aprovisionamiento; e) mapear, mediante dicho controlador de aprovisionamiento, dicha solicitud recibida desde el servidor de aprovisionamiento en las direcciones de red que usan identificadores ALTO; f) consultar, mediante dicho controlador de aprovisionamiento, dicho encaminamiento y/o motor de cálculo de ruta para calcular dicha ruta de acuerdo con dichas direcciones de red; y g) comparar, mediante el controlador de aprovisionamiento, tras recibir dicha ruta calculada a partir del encaminamiento y/o el motor de cálculo de ruta, un coste de red de la ruta calculada con dicha información de coste almacenada en dicha base de datos de solicitud.

40 Por coste de red tiene que entenderse los costes asociados con las características de red, tales como el ancho de banda, la distancia en términos de nodos intermedios, y la ocupación de los enlaces, etc.

45 En la etapa g), si dicha información de coste almacenada es igual o superior a dicho coste de red de la ruta calculada, debería permitirse dicho establecimiento de conexión. Como alternativa, si dicha información de coste almacenada es inferior a dicho coste de red de la ruta calculada, debería rechazarse el establecimiento de conexión.

En una realización, en el caso en que se rechace el establecimiento de conexión, el método puede generar una alerta, tal como una alarma, a dicho usuario final.

50 De acuerdo con un segundo aspecto, se proporciona un aparato para calcular la ruta de cruce de estrato en una red, que comprende, como de manera común en el campo, un servidor de optimización del tráfico de la capa de aplicación (ALTO) en una capa de red de una red configurado para comunicarse con al menos un cliente ALTO en una capa de aplicación de dicha red y con un encaminamiento y/o un motor de cálculo de ruta de dicha capa de red para obtener un mapa de coste de red para ayudar a una conexión de un usuario final.

55 Al contrario de las propuestas conocidas, el aparato incluye además:

60 un servidor de aprovisionamiento en dicha capa de red configurado para comunicarse con al menos un cliente de aprovisionamiento de dicha capa de aplicación y con un gestor de aprovisionamiento de dicha capa de red; un controlador de solicitud en dicha capa de red configurado para:

adaptar, tras recibir una consulta desde dicho servidor ALTO, una información de coste de red calculada por dicho encaminamiento y/o un motor de cálculo de ruta con respecto a una pluralidad de identificadores definidos por el proveedor (PID) almacenados en dicho servidor ALTO, a una información de coste ALTO; y

enviar dicha información de coste ALTO adaptada al servidor ALTO y almacenarla también en una base de datos de solicitud; y

un controlador de aprovisionamiento en la capa de red configurado para:

- 5 recibir una solicitud desde dicho servidor de aprovisionamiento con respecto a un cálculo de una ruta para establecer una conexión entre una pluralidad decidida de PID para realizar dicha conexión con dicho usuario final;
- 10 mapear dicha solicitud recibida en las direcciones de red usando identificadores ALTO;
- consultar dicho encaminamiento y/o motor de cálculo de ruta para calcular dicha ruta solicitada de acuerdo con dichas direcciones de red; y
- comparar un coste de red de la ruta calculada con dicha información de coste almacenada en dicha base de datos de solicitud; y

- 15 una pluralidad de interfaces dispuestas para los diferentes elementos y/o módulos que los conectan.

El encaminamiento y/o motor de cálculo de ruta comprenderá preferentemente un cliente de cálculo de ruta (PCC) configurado para comunicarse con un elemento de cálculo de ruta (PCE).

20 Breve descripción de los dibujos

Las anteriores y otras ventajas y características se entenderán más plenamente a partir de la siguiente descripción detallada de las realizaciones, con referencia a lo adjunto, que debe considerarse de una manera ilustrativa y no limitante, en las que:

- 25 La figura 1 es un ejemplo de una aplicación y un caso de uso de una capa de red para la difusión de la topología y el aprovisionamiento.
- La figura 2 ilustra la relación de la capa de aplicación y de red en la nomenclatura ALTO.
- La figura 3 ilustra la arquitectura del protocolo ALTO cliente-servidor.
- 30 La figura 4 es un ejemplo de la arquitectura OpenStack.
- La figura 5 ilustra la línea de tiempo de las etapas en un proceso de coordinación de aplicación-red.
- La figura 6 es una ilustración de la arquitectura propuesta de la presente invención de acuerdo con diferentes realizaciones.
- 35 Las figuras 7a y 7b ilustran las diferentes etapas realizadas para calcular la información de coste de red con el fin de ayudar a una conexión y cómo se correlaciona dicha información de coste de red calculada.
- La figura 8 es un diagrama de flujo que ilustra los procesos propuestos para calcular la ruta de cruce de estrato en una red.

40 Descripción detallada de varias realizaciones

- 40 La figura 6 ilustra la arquitectura propuesta, de acuerdo con algunas realizaciones, para realizar un cálculo de la ruta de cruce de estrato en una red. Los elementos o módulos principales que forman parte del aparato del segundo aspecto de la presente invención o correlacionador de gestión del aprovisionamiento ALTO son:
- 45 - Cliente 100 ALTO - servidor 10 ALTO: estas entidades se definen en [1], como los elementos para realizar una consulta ALTO.
- Cliente 200 de aprovisionamiento - servidor 20 de aprovisionamiento: estas entidades son capaces de solicitar las conexiones desde la capa de aplicación a la de red. Aunque no existe una tecnología única para aplicarse en esta interfaz, el módulo de extensión de red de OpenStack (Quantum/Neutron) parece ser la solución mejor
- 50 posicionada.
- PCE - PCC 40: el elemento de cálculo de ruta y el cliente de cálculo de ruta se definen en [4]. Ambas entidades permiten una solicitud de ruta usando la arquitectura PCE. El PCE en la figura 6 se muestra como un ejemplo de un motor de cálculo de encaminamiento en la arquitectura descrita en la presente propuesta. Sin embargo, cualquier otra implementación de un motor de cálculo de encaminamiento está cubierta por la invención.
- 55 - Gestor 30 de aprovisionamiento: este elemento se define en [5] es capaz de configurar los elementos desplegados dentro de la infraestructura de red.
- Controlador 50 de solicitud: crea un mapa de coste para el servidor 10 ALTO. Consulta al motor 40 de cálculo de ruta por el coste de red entre los identificadores definidos por el proveedor o PID almacenados en el servidor 10 ALTO y transforma los costes de red proporcionados por la respuesta del PCEP en costes ALTO. Por otra parte,
- 60 este controlador 50 almacena información en una base de datos de solicitud o Req DB 60 permitiendo la correlación en un controlador 70 de aprovisionamiento.
- Req DB 60: almacena información sobre las solicitudes del controlador 50 de solicitud y recupera tal información desde el controlador 70 de aprovisionamiento. La información contenida en la Req DB 60 enlaza el mapa de coste de red procesado con la solicitud 100 de cliente ALTO (provocada por una solicitud de aplicación) y lo

indexa para futuras consultas.

- Controlador 70 de aprovisionamiento. Recibe solicitudes del servidor 20 de aprovisionamiento y mapea dichas solicitudes en las direcciones de red usando la información ALTO. También consulta a la entidad 40 de cálculo de ruta para una ruta con dichas direcciones de red, traduce los costes de red en costes ALTO y además compara esta información con la información almacenada en la Req DB 60 mediante el controlador 50 de solicitud.

Las siguientes interfaces también están relacionadas con la arquitectura propuesta.

- Interfaz iarc (servidor 10 ALTO a controlador 50 de solicitud): esta interfaz se usa para alimentar el servidor 10 ALTO con un mapa de coste del controlador 50 de solicitud. Dicho mapa de coste se ha procesado y adaptado mediante el controlador 50 de solicitud e incluye la información obtenida desde el motor 40 de cálculo de ruta.
- Interfaz ircp (controlador 50 de solicitud a cliente de cálculo de ruta): esta interfaz permite que el módulo 50 del controlador de solicitud solicite el cálculo de los costes de red entre la pluralidad de PID al motor de cálculo de ruta a través del cliente de cálculo de ruta. La información del coste de red recuperada podría procesarse y adaptarse posteriormente para ser compatible con el modelo de información del servidor 10 ALTO.
- Interfaz ippc (controlador 70 de aprovisionamiento a servidor 20 de aprovisionamiento): esta interfaz se usa para recibir la solicitud del servidor 20 de aprovisionamiento para establecer las conexiones.
- Interfaz ipcnp (controlador 70 de aprovisionamiento a gestor 30 de aprovisionamiento): esta interfaz se usa para enviar las solicitudes de conexión al gestor 70 de aprovisionamiento para establecer las conexiones en la red. Antes de enviar la solicitud de conexión, se comprueba si existe coherencia con la indicación proporcionada anteriormente al servidor ALTO.
- Interfaz ipcp (controlador 70 de aprovisionamiento a cliente de cálculo de ruta): esta interfaz permite que el controlador 70 de aprovisionamiento solicite el cálculo de los costes de red entre dicha pluralidad de PID al motor de cálculo de ruta a través del cliente de cálculo de ruta. La información de coste de red recuperada podría procesarse y adaptarse posteriormente para ser compatible con el modelo de información usado por ALTO.
- Interfaz ircdb (controlador 50 de solicitud a Req DB 60): esta interfaz permite al controlador 50 de solicitud cargar y recuperar información a y desde la Req DB 60.
- Interfaz ipcdb (controlador 70 de aprovisionamiento a Req DB 60): esta interfaz permite que el controlador 70 de aprovisionamiento recupere la información de la Req DB 60 para comprobar la coherencia de la solicitud de conexión recibida desde el cliente 200 de aprovisionamiento con la información enviada anteriormente al servidor 10 ALTO.

En referencia a las figuras 7a y 7b, se ilustra el proceso de cruce de estrato propuesto que correlaciona un mapa de coste creado y una ruta calculada. En este caso, el rendimiento de la arquitectura se describe para un caso de uso en el que una CDN solicita información ALTO para seleccionar al sustituto más conveniente o al punto final desde el punto de vista del coste de red. El flujo de acciones se ilustra también en la figura 8. Un controlador de CDN recibe una solicitud desde un usuario final de CDN para el contenido (1). De esta forma, el controlador de CDN, a través de un cliente 100 ALTO, consulta a un servidor 10 ALTO presente en la red para obtener un mapa de coste de red en relación con los PID que contienen los puntos finales de la CDN (2). El servidor 10 ALTO envía una solicitud al controlador 50 de solicitud para crear un mapa de coste de red para alimentar al servidor 10 ALTO con información de coste de red en tiempo real (3). El controlador 50 de solicitud envía una solicitud al cliente de cálculo de ruta desencadenando el cálculo de la ruta en los PID de interés (4). En ese punto, el cliente de cálculo de ruta responde con la información de coste de red al controlador 50 de solicitud (5) y, a continuación, este último 50, procesa la información recibida y adapta dicha información al modelo de información ALTO (6).

A continuación, el controlador 50 de solicitud puede responder al servidor 10 ALTO con la información procesada recibida de la red. Preferentemente, al mismo tiempo de dicha respuesta (incluso es posible también en momentos diferentes), el controlador 50 de solicitud almacena dicha información en la Req DB 60, y la indexa de forma adecuada para un proceso adicional (8). El servidor 10 ALTO, tras recibir la información de un controlador 50 de solicitud devuelve el mapa de coste de red generado al controlador de CDN, a través del cliente 100 ALTO conectado a ella (9) permitiendo que el controlador de CDN procese la información recibida y seleccione uno de los puntos finales a través del PID correspondiente, para conectarse al usuario final que desencadenó el proceso, identificado también por su PID correspondiente (10).

Ahora, el controlador de CDN solicita al servidor 20 de aprovisionamiento, a través de un cliente 200 de aprovisionamiento, el establecimiento de una conexión entre los PID implicados (11). De esta manera, el servidor 20 de aprovisionamiento solicita al controlador 70 de aprovisionamiento proceder con la conexión, pasando información ALTO al mismo (12). El controlador 70 de aprovisionamiento envía una solicitud al cliente de cálculo de ruta desencadenando el cálculo de la ruta en los PID de interés (13), y el cliente de cálculo de ruta responde con la información de coste de red al controlador 70 de aprovisionamiento (14). A continuación, con la información recibida de la red, el controlador 70 de aprovisionamiento podría consultar la Req DB 60 para comprobar la coherencia con el coste de red calculado en el momento de construir el mapa de coste de red ALTO (15). Si existe coherencia entre los costes, es decir, si el coste almacenado en la Req DB 60 es el mismo o superior que el difundido usando ALTO, el coste de red de la ruta calculada, el controlador 70 de aprovisionamiento solicita al gestor 30 de aprovisionamiento proceder con el establecimiento de la conexión. En cambio, si el coste almacenado es inferior que dicho coste de red

de la ruta calculada, se rechaza el establecimiento de la conexión y/o se toman acciones por defecto, por ejemplo, puede generarse una alarma con el fin de alertar al usuario final, etc.

El alcance de la invención se define en el siguiente conjunto de reivindicaciones.

5

REIVINDICACIONES

1. Un método para calcular la ruta de cruce de estrato en una red, que comprende:

- 5 a) recibir, en un servidor (10) de optimización de tráfico de la capa de aplicación (ALTO) en una capa de red de una red, una solicitud de un cliente (100) ALTO en una capa de aplicación de dicha red para obtener un mapa de coste de red para ayudar a una conexión de un usuario final;
- 10 b) calcular, mediante un encaminamiento y/o un motor (40) de cálculo de ruta de dicha capa de red, la información de coste de red con respecto a una pluralidad de identificadores definidos por el proveedor (PID) almacenados en dicho servidor (10) ALTO; y
- 15 c) transmitir, desde el servidor (10) ALTO, tras recibir dicha información de coste de red calculada a partir de dicho encaminamiento y/o motor (40) de cálculo de ruta, el mapa de coste de red obtenido para dicho cliente (100) ALTO, decidiendo este último a través de qué PID de dicha pluralidad realizar dicha conexión con dicho usuario final,
- d) recibir, mediante un servidor (20) de aprovisionamiento en dicha capa de red, una solicitud de un cliente (200) de aprovisionamiento de dicha capa de aplicación para calcular una ruta para establecer una conexión entre dicha pluralidad de PID decidida,

en el que dicho método está **caracterizado porque**

- 20 en dicha etapa b) comprende usar un controlador (50) de solicitud en dicha capa de red y consultado por dicho servidor (10) ALTO que adapta la información de coste de red calculada a una información de coste ALTO, enviando además dicho controlador (50) de solicitud dicha información de coste ALTO adaptada al servidor (10) ALTO y también almacenarla en una base de datos (60) de solicitud, y
- 25 en dicha etapa d) comprende transmitir además dicho servidor (20) de aprovisionamiento dicha solicitud a un controlador (70) de aprovisionamiento;
- y el método comprende además:

- e) mapear, mediante dicho controlador (70) de aprovisionamiento, dicha solicitud recibida desde el servidor (20) de aprovisionamiento en las direcciones de red que usan identificadores ALTO;
- 30 f) consultar, mediante dicho controlador (70) de aprovisionamiento, dicho encaminamiento y/o motor (40) de cálculo de ruta para calcular dicha ruta de acuerdo con dichas direcciones de red; y
- 35 g) comparar, mediante el controlador (70) de aprovisionamiento, tras recibir dicha ruta calculada a partir del encaminamiento y/o el motor (40) de cálculo de ruta, un coste de red de la ruta calculada con dicha información de coste almacenada en dicha base de datos (60) de solicitud, en el que si dicha información de coste almacenada es igual o superior a dicho coste de red de la ruta calculada, se permite dicho establecimiento de conexión o como alternativa, si dicha información de coste almacenada es inferior a dicho coste de red de la ruta calculada, se rechaza el establecimiento de la conexión.

40 2. El método de la reivindicación 1, en el que en el caso en que se rechace dicho establecimiento de conexión, el método comprende generar una alerta a dicho usuario final.

3. El método de la reivindicación 1, en el que dicho envío y dicho almacenamiento hechos por el controlador (50) de solicitud se realizan al mismo tiempo.

45 4. El método de la reivindicación 1, en el que dicho envío y dicho almacenamiento hechos por el controlador (50) de solicitud se realizan en diferentes periodos de tiempo.

50 5. Un aparato para calcular la ruta de cruce de estrato en una red, que comprende un servidor (10) de optimización del tráfico de la capa de aplicación (ALTO) en una capa de red de una red configurada para comunicarse con al menos un cliente (100) ALTO en una capa de aplicación de dicha red y con un encaminamiento y/o un motor (40) de cálculo de ruta de dicha capa de red para obtener un mapa de coste de red para ayudar a una conexión de un usuario final, en el que dicho aparato está **caracterizado porque** comprende además:

- 55 - un servidor (20) de aprovisionamiento en dicha capa de red configurado para comunicarse con al menos un cliente (200) de aprovisionamiento de dicha capa de aplicación y con un gestor (30) de aprovisionamiento de dicha capa de red,
- un controlador (50) de solicitud en dicha capa de red configurado para:

- 60 adaptar, tras recibir una consulta desde dicho servidor (10) ALTO, una información de coste de red calculada por dicho encaminamiento y/o un motor (40) de cálculo de ruta con respecto a una pluralidad de identificadores definidos por el proveedor (PID) almacenados en dicho servidor (10) ALTO, a una información de coste ALTO; y
- enviar dicha información de coste ALTO adaptada al servidor (10) ALTO y almacenarla también en una base de datos (60) de solicitud; y

- un controlador (70) de aprovisionamiento en la capa de red configurado para:
 - 5 recibir una solicitud desde dicho servidor (20) de aprovisionamiento con respecto a un cálculo de una ruta para establecer una conexión entre una pluralidad decidida de PID para realizar dicha conexión con dicho usuario final;
 - mapear dicha solicitud recibida en las direcciones de red usando identificadores ALTO;
 - consultar dicho encaminamiento y/o motor (40) de cálculo de ruta para calcular dicha ruta solicitada de acuerdo con dichas direcciones de red; y
 - 10 comparar un coste de red de la ruta calculada con dicha información de coste almacenada en dicha base de datos (60) de solicitud, en el que si dicha información de coste almacenada es igual o superior a dicho coste de red de la ruta calculada, se permite dicho establecimiento de conexión o como alternativa, si dicha información de coste almacenada es inferior a dicho coste de red de la ruta calculada, se rechaza el establecimiento de la conexión; y
 - 15 - una pluralidad de interfaces.
6. El aparato de la reivindicación 5, en el que dicho encaminamiento y/o motor (40) de cálculo de ruta comprende al menos un cliente de cálculo de ruta (PCC).
- 20 7. El aparato de la reivindicación 6, en el que el PCC está configurado para comunicarse con un elemento de cálculo de ruta (PCE).

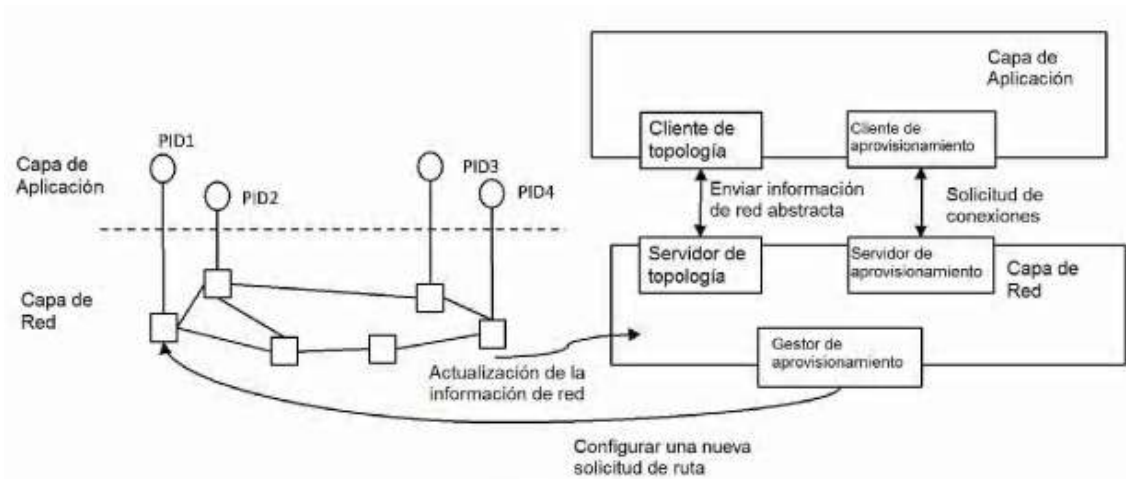


Fig. 1

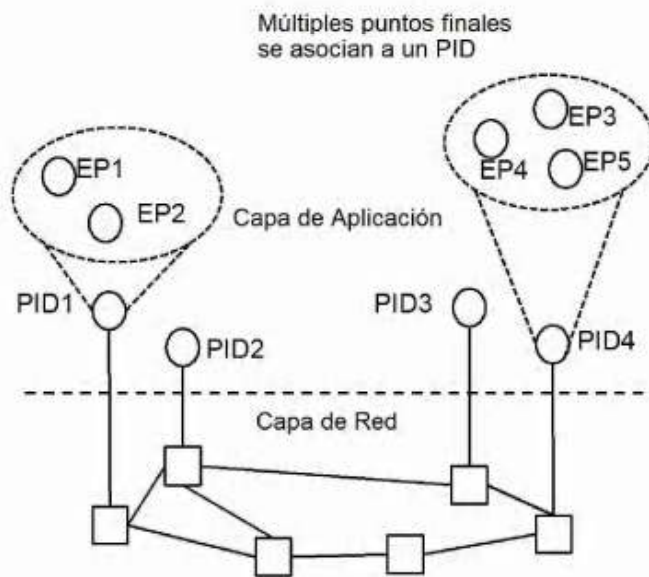


Fig. 2



Fig. 3

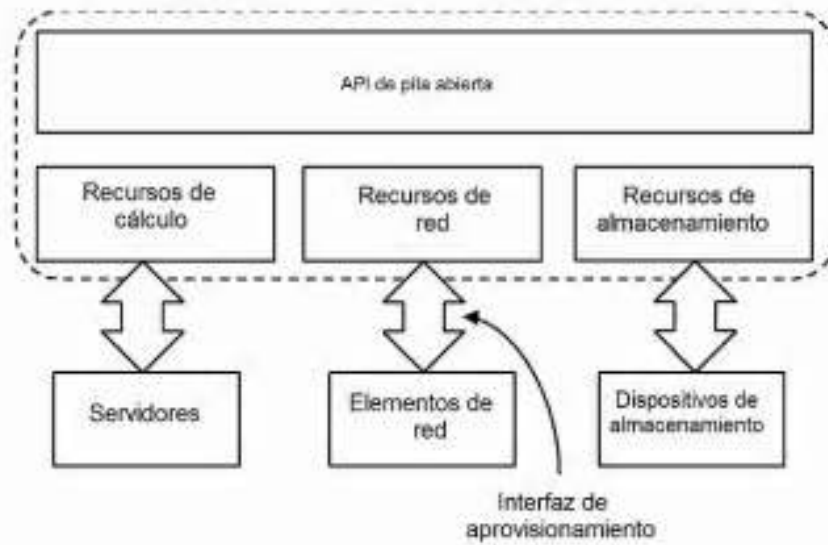


Fig. 4

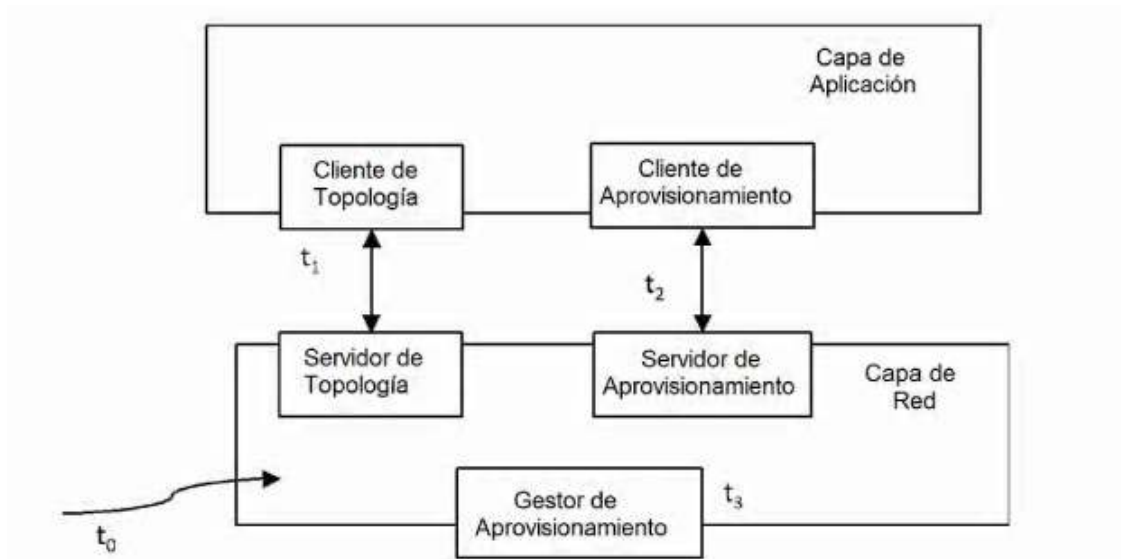


Fig. 5

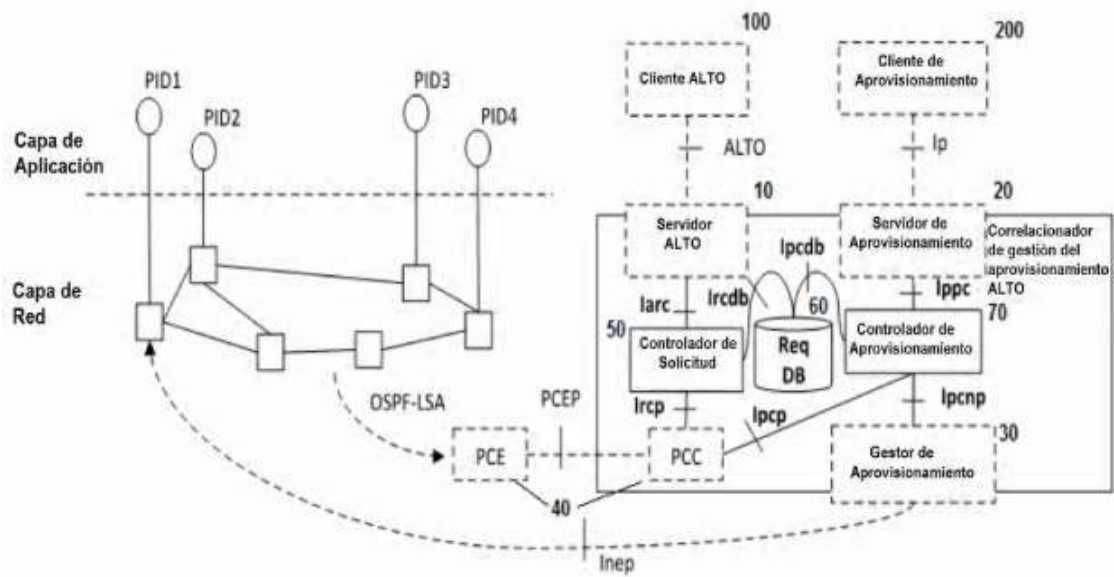


Fig. 6

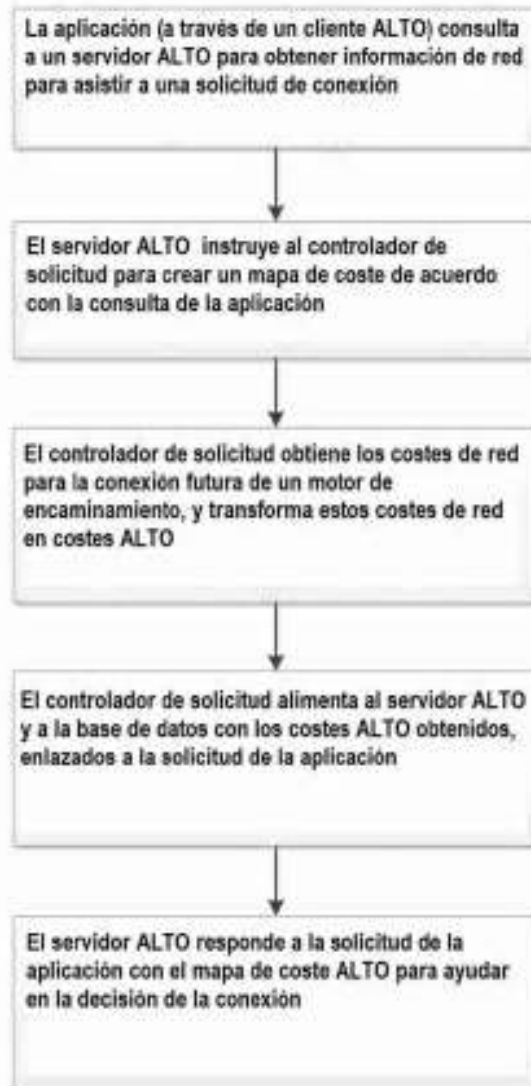


Fig. 7a

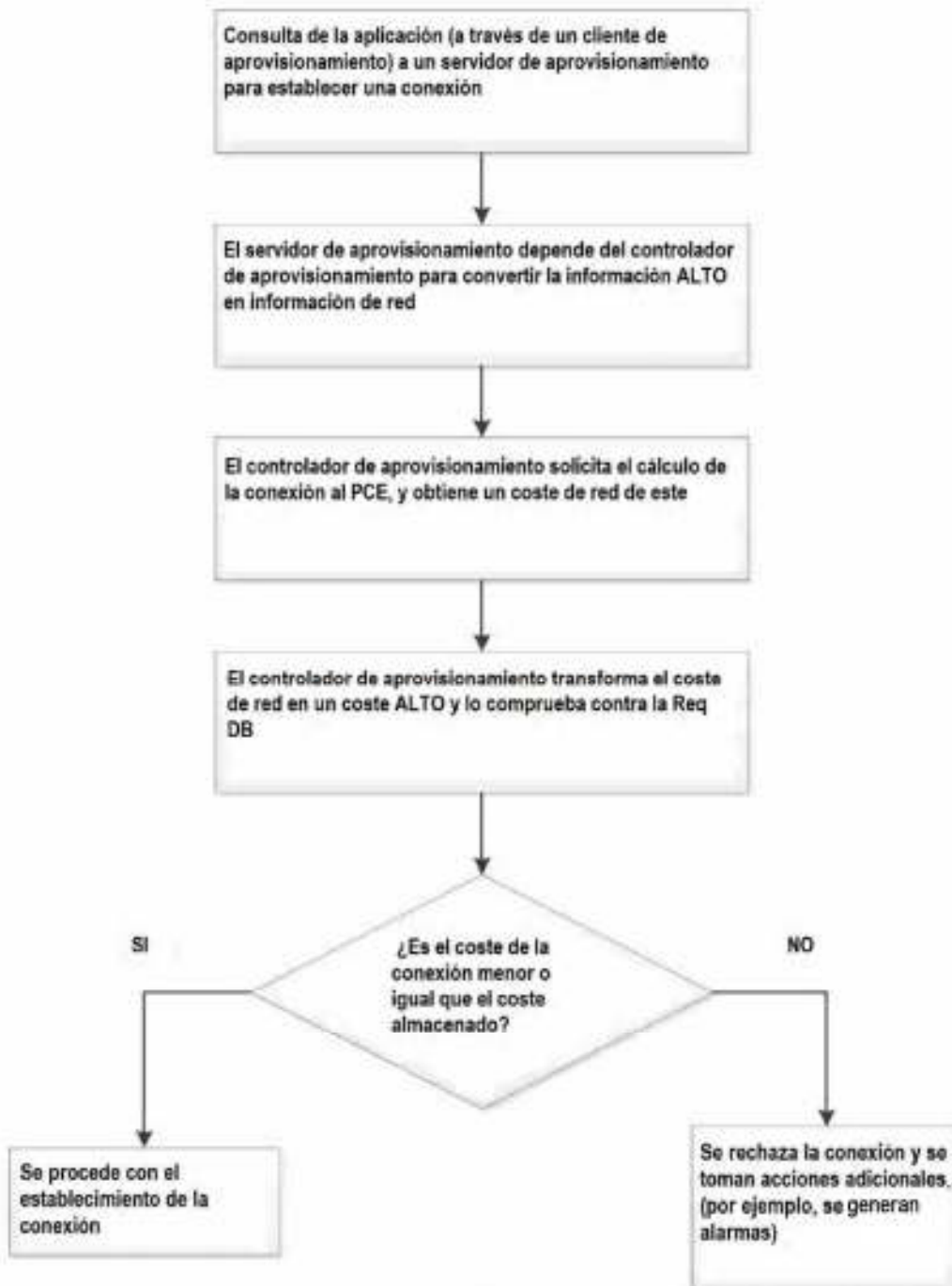


Fig. 7b

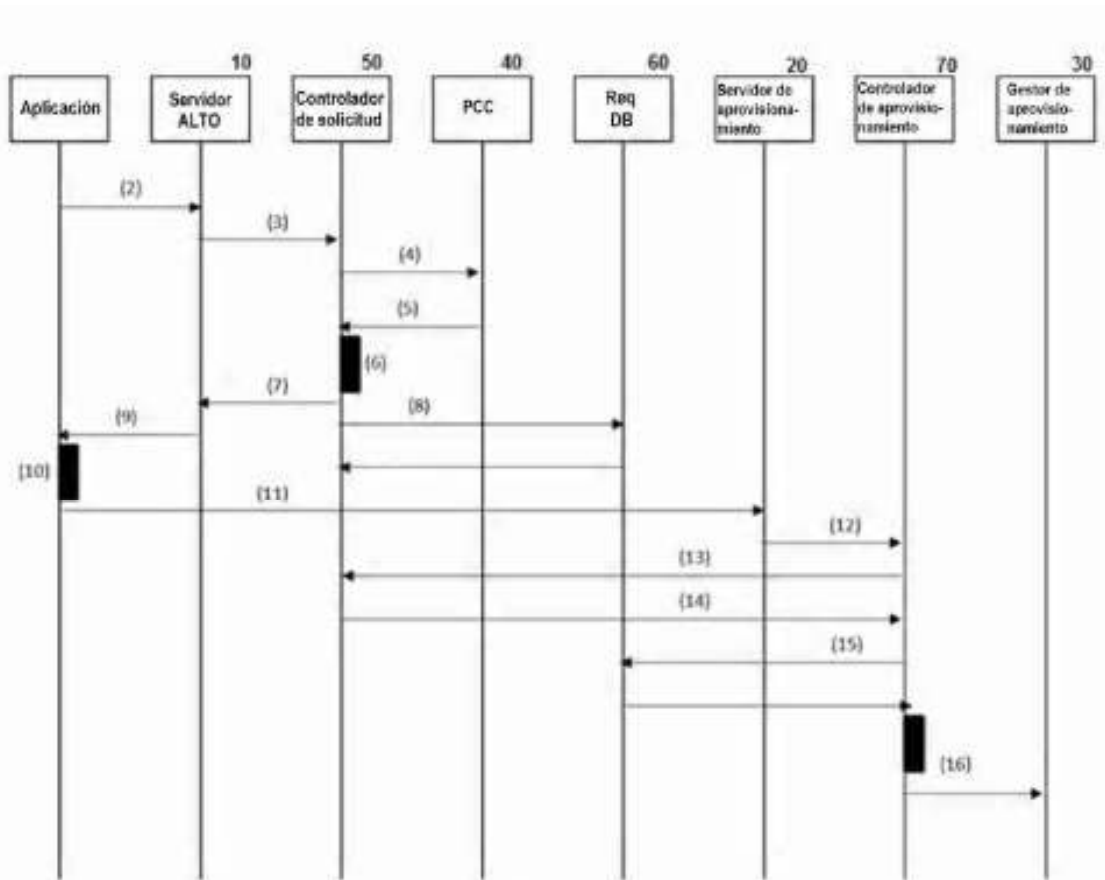


Fig. 8