

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 383 474**

51 Int. Cl.:
H04L 12/56 (2006.01)
H04L 12/28 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **08863220 .3**
96 Fecha de presentación: **24.11.2008**
97 Número de publicación de la solicitud: **2157736**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **24.02.2010**

54 Título: **Un método y servidor para determinar la ruta óptica directa y un sistema para establecer la ruta óptica directa**

30 Prioridad:
27.11.2007 CN 200710187372

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
21.06.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
21.06.2012

73 Titular/es:
**Huawei Technologies Co., Ltd.
Huawei Administration Building Bantian
Longgang District, Shenzhen
Guangdong 518129 , CN**

72 Inventor/es:
**ZHENG, Yuanming;
HE, Jianfei;
XIA, Hongmiao;
LIU, Qingzhi;
LI, Qiming y
XU, Huiying**

74 Agente/Representante:
Lehmann Novo, Isabel

ES 2 383 474 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

Un método y servidor para determinar la ruta óptica directa y un sistema para establecer la ruta óptica directa

5 CAMPO DE LA TECNOLOGÍA

La presente invención se refiere al campo de las comunicaciones y más en particular, a un método y servidor para determinar una ruta óptica directamente conectada y un sistema para establecer una ruta óptica directamente conectada.

10 ANTECEDENTES DE LA INVENCION

15 Con el rápido desarrollo de la red Internet de banda ancha, se expande cada vez más la escala de redes, con lo que la estructura de redes se hace cada vez más complicada, los servicios de redes son muy diversos y el tráfico de red aumenta a una alta velocidad. Los operadores de telecomunicaciones necesitan, de forma exacta y a su debido tiempo, analizar el tráfico y la dirección del flujo de las redes y diversos servicios soportados por la red utilizando un sistema de control del tráfico de red que sea efectivo y fiable, con el fin de explotar el potencial de recursos de la red, controlar el coste de la interconexión de redes y proporcionar una base para la planificación de redes, la optimización y el ajuste así como el desarrollo del servicio.

20 En el proceso de poner en práctica la presente invención, el inventor encontró que la técnica anterior presenta al menos los problemas siguientes.

25 Los datos de control del tráfico, obtenidos por el sistema de control del tráfico de red anterior, se utilizan principalmente por un administrador de red como datos para análisis de la red, de modo que el administrador de red tome una decisión para optimizar la red mediante el ajuste del ancho de banda, el equilibrado de la carga y el establecimiento de la calidad de servicio (QoS). La optimización de la red es, en realidad, una planificación de red a largo plazo en lugar de un ajuste dinámico de la topología de la red o la optimización de la red en función de las condiciones del tráfico.

30 En otro aspecto de la invención, actualmente, en una red constituida por encaminadores y equipos de transmisión óptica, las tecnologías para optimizar la red mediante la cooperación entre los encaminadores y el equipo de transmisión óptica no están contrastadas. Por ejemplo, en la capa del encaminador, se suele obtener una ruta óptica directamente conectada entre dos encaminadores mediante una pre-configuración estática. Es decir, dos encaminadores se preseleccionan como dos puntos terminales de la ruta óptica directamente conectada y a continuación, la ruta óptica directamente conectada se obtiene mediante una configuración estática. En este caso, la ruta óptica directamente conectada se refiere a una ruta entre los dos encaminadores en la capa de transmisión óptica. Puede deducirse de lo anterior que dicho método de configuración estática no puede ajustar, de forma dinámica, la topología de la red ni optimizar los recursos de la red. Por ejemplo, el ancho de banda de tráfico entre los dos encaminadores (también referidos como nodos) en la ruta pueden ser demasiado grandes o demasiado pequeños y si ninguna ruta óptica directamente conectada se ha preconfigurado entre los dos nodos, se producirá una congestión de la red cuando el ancho de banda de tráfico entre los dos nodos sea demasiado grande. Es decir, no se puede determinar, de forma dinámica, como los dos puntos terminales para los que necesita establecerse la ruta óptica directamente conectada, la topología de la red no se puede ajustar de forma dinámica, de modo que no pueden utilizarse efectivamente los recursos de redes de capa óptica, lo que da lugar a una carga de trabajo excesiva sobre los nodos en la capa de encaminador.

45 Se deduce a partir de la descripción anterior que el método actual para determinar una ruta óptica directamente conectada no puede determinar, de forma dinámica, dos puntos terminales para los que necesita establecerse la ruta óptica directamente conectada ni ajustarse, de forma dinámica, la topología de la red.

50 El documento US 2005232157 A1 da a conocer un método para gestionar el tráfico de red que incluye el aprovisionamiento de una red de protocolo Internet (IP) para comunicar el tráfico. La red del protocolo IP comprende una pluralidad de nodos acoplados por enlaces IP.

55 El documento DAHEB B ET AL: "Calidad del encaminamiento de servicios para la conformidad del acuerdo de nivel de servicio en redes ópticas" GLOBAL TELECOMMUNICATIONS CONFERENCE, 2005. GLOBECOM '05. IEEE ST LOUIS, MO, ESTADOS UNIDOS 28 NOV.-2 DIC 2005, PISCATAWAY, NJ, ESTADOS UNIDOS, IEEE LNKD-DOI: 10.1109/ GLOCOM.2005.1578021, vol. 4, 28 noviembre 2005 (2005-11-28), páginas 2024-2028, XP010879542 ISBN: 978-0-7803-9414-8 da a conocer un marco de trabajo para gestionar la calidad de servicio en las futuras redes ópticas de núcleos WDM, con lo que estas redes resuelven el problema del ancho de banda, pero trasladan complejidad a las capas de control y de gestión.

60 SUMARIO DE LA INVENCION

65 En consecuencia, la presente invención da a conocer un método y un servidor para determinar una ruta óptica directamente conectada, con el fin de determinar, de forma dinámica, dos puntos terminales para los que se necesita establecer la ruta óptica directamente conectada.

La presente invención da a conocer, además, un sistema para establecer una ruta óptica directamente conectada, con el fin de ajustar, de forma dinámica, una topología de red.

Para poder conseguir los objetivos anteriores, las soluciones técnicas de la presente invención son como sigue:

5 Se da a conocer un método para determinar una ruta óptica directamente conectada, cuyo método es como sigue:
obtener pares de nodos candidatos en función de un ancho de banda controlado ocupado por cada una de las rutas y los nodos de encaminador controlados por los que pasa cada una de las rutas, en donde un ancho de banda entre cada par de nodos candidato supera un umbral del ancho de banda preestablecido y

10 seleccionar un par de nodos a partir de los pares de nodos candidatos como dos puntos terminales de la ruta óptica directamente conectada en conformidad con una regla de encaminamiento preestablecida;

15 en donde, la obtención de los pares de nodos candidatos comprende:
el cálculo de un ancho de banda entre cualesquiera dos nodos de cada una de las rutas, en donde el ancho de banda entre los dos nodos es igual a una suma de anchos de banda de todas las rutas que pasan a través de los dos nodos y la utilización de los dos nodos como un par de nodos candidato cuando el ancho de banda entre los dos nodos supera el umbral del ancho de banda o

20 encontrar rutas que tengan al menos dos nodos comunes a partir de las rutas, la suma de los anchos de banda de las rutas encontradas para obtener un ancho de banda entre los nodos comunes y la utilización de cualesquiera dos nodos de los nodos comunes como un par de nodos candidato cuando el ancho de banda entre los nodos comunes supera el umbral del ancho de banda.

Se da a conocer un servidor para determinar una ruta óptica directamente conectada. El método comprende un módulo de obtención de pares de nodos candidato y un módulo de determinación de puntos terminales:

30 El módulo de obtención de pares de nodos candidatos está adaptado para obtener pares de nodos candidatos en función de un ancho de banda controlado ocupado por cada una de las rutas y los nodos de encaminador controlados por los que pasa cada una de las rutas, en los que un ancho de banda entre cada par de nodos candidato supera un umbral del ancho de banda preestablecido;

35 el módulo de determinación de puntos terminales está adaptado para seleccionar un par de nodos a partir de los pares de nodos candidatos obtenidos por el módulo de obtención de pares de nodos candidatos como dos puntos terminales de la ruta óptica directamente conectada en conformidad con una regla de encaminamiento preestablecida;

40 en donde el módulo de obtención de pares de nodos candidatos (711) está adaptado para calcular un ancho de banda entre cualesquiera dos nodos de cada una de las rutas, en donde el ancho de banda entre los dos nodos es igual a una suma de anchos de banda de todas las rutas que pasan a través de los dos nodos, utilizando los dos nodos como un par de nodos candidatos cuando el ancho de banda entre los dos nodos supera el umbral del ancho de banda o

45 el módulo de obtención de pares de nodos candidatos (711) adaptado para encontrar rutas que tengan al menos dos nodos comunes a partir de las rutas, para sumar los anchos de banda de las rutas encontradas para obtener un ancho de banda entre los nodos comunes, utilizando cualesquiera dos nodos de los nodos comunes como un par de nodos candidato cuando el ancho de banda entre los nodos comunes supera el umbral del ancho de banda.

50 Se da a conocer un sistema para establecer una ruta óptica directamente conectada. El sistema incluye al menos dos nodos y comprende, además, el servidor anterior, un elemento de cálculo de ruta a nivel alto (PCE-Hi) y un elemento de cálculo de ruta al nivel bajo (PCE-Lo).

55 El servidor está adaptado para dar instrucciones a un elemento de cálculo de ruta, de nivel alto, para asignar direcciones de protocolo Internet (IP) a los dos puntos terminales de la ruta óptica directamente conectada y para dar instrucciones a los dos puntos terminales para realizar un anuncio de ruta directa en función de las direcciones IP asignadas.

60 El elemento PCE-Hi está adaptado para asignar las direcciones IP a los dos puntos terminales determinados por el servidor y para iniciar operativamente un primer nodo de una ruta en donde la ruta óptica directamente conectada está situada para modificar un registro de nodos por los que pasa la ruta en función del anuncio de ruta directa de los dos puntos terminales. El elemento PCE-Lo está adaptado para calcular una ruta de capa óptica entre los dos puntos terminales determinados por el servidor.

65 En comparación con la técnica anterior, con el método y servidor para determinar una ruta óptica directamente conectada y el sistema para establecer una ruta óptica directamente conectada de la presente invención, se obtienen pares de nodos candidatos que tienen un ancho de banda que supera un umbral del ancho de banda preestablecido en función de un ancho de banda controlado, ocupado por cada una de las rutas y nodos de encaminador controlados por los que pasa

5 cada una de las rutas, se selecciona un par de nodos a partir de los pares de nodos candidatos y se establece una ruta óptica directamente conectada en la capa óptica entre los dos nodos, de modo que los dos puntos terminales para los que necesita establecerse la ruta óptica directamente conectada se pueden determinar, de forma dinámica, en función del ancho de banda del tráfico, con lo que se obtiene el ajuste dinámico de la topología de red. Por lo tanto, se pueden utilizar efectivamente los recursos de redes de capa óptica, se puede reducir la carga entre los encaminadores, con la consiguiente optimización de los recursos de la red.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

10 La Figura 1 es un diagrama de flujo esquemático de un método para determinar una ruta óptica directamente conectada según una forma de realización de la presente invención;

La Figura 2 es una vista esquemática que ilustra un proceso para determinar una ruta óptica directamente conectada entre dos encaminadores según una primera forma de realización de la presente invención;

15 La Figura 3 es un diagrama de flujo esquemático de un método para determinar una ruta óptica directamente conectada según la primera forma de realización de la presente invención;

20 La Figura 4 es una vista esquemática que ilustra un proceso para determinar una ruta óptica directamente conectada entre dos encaminadores según una segunda forma de realización de la presente invención;

La Figura 5 es una vista esquemática que ilustra un proceso para determinar una ruta óptica directamente conectada entre dos encaminadores según una tercera forma de realización de la presente invención;

25 La Figura 6 es una vista esquemática que ilustra un proceso para determinar una ruta óptica directamente conectada entre dos encaminadores según una cuarta forma de realización de la presente invención y

La Figura 7 es una vista estructural esquemática de un sistema para establecer una ruta óptica directamente conectada según una forma de realización de la presente invención.

30 DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

Con el fin de hacer más evidentes los objetivos, las soluciones técnicas y las ventajas de la presente invención, se describe a continuación, en detalle, haciendo referencia a algunas formas de realización ejemplo y a los dibujos adjuntos.

35 La Figura 1 es un diagrama de flujo esquemático de un método para determinar una ruta óptica directamente conectada según una forma de realización de la presente invención. Haciendo referencia a la Figura 1, el método comprende las etapas siguientes:

40 Etapa 101: Al menos un par nodos candidato se obtiene en función de un ancho de banda vigilado ocupado por cada una de las rutas y un registro controlado de nodos por los que pasa cada una de las rutas. Un ancho de banda entre cada par de nodos candidato supera un umbral del ancho de banda preestablecido.

45 En esta etapa, un método para controlar el ancho de banda ocupado por cada una de las rutas comprende: la recogida de una estadística de tráfico de la ruta en un tiempo predeterminado y la división del tráfico de la ruta por el tiempo predeterminado para obtener un ancho de banda de la ruta en el tiempo predeterminado.

50 Los pares de nodos candidatos se pueden obtener calculando un ancho de banda entre cualesquiera dos nodos, en donde el ancho de banda entre los dos nodos es igual a una suma de anchos de banda de todas las rutas que pasan a través de los dos nodos y la utilización de los dos nodos como un par de nodos candidato cuando el ancho de banda entre los dos nodos excede (es decir, es mayor que) el umbral del ancho de banda.

55 Los pares de nodos candidatos se pueden obtener también encontrando rutas que tengan al menos dos nodos comunes a partir de las rutas, sumando los anchos de banda de las rutas encontradas para obtener un ancho de banda entre los nodos comunes y utilizando cualesquiera dos nodos de los nodos comunes como un par de nodos candidato cuando el ancho de banda entre los nodos comunes supera el umbral del ancho de banda. En este caso, un nodo común se refiere a un nodo por el que al menos pasan dos rutas.

60 Etapa 102: Se selecciona un par de nodos a partir de los pares de nodos candidatos obtenidos como dos puntos terminales de la ruta óptica directamente conectada en conformidad con una regla de encaminamiento preestablecida.

65 En esta etapa, se pueden adoptar numerosas reglas de encaminamiento. Por ejemplo, si la regla de encaminamiento es determinar los dos puntos terminales de la ruta óptica directamente conectada cuando una ruta de entre las rutas ópticas directamente conectadas es la más larga, esta etapa comprende: seleccionar un par de nodos con la mayor distancia entre sus dos nodos de entre los pares de nodos candidatos como los dos puntos terminales de la ruta óptica directamente conectada; mientras que si la regla de encaminamiento es determinar los dos puntos terminales de la ruta

5 óptica directamente conectada cuando dicha ruta óptica directamente conectada pasa a través de la mayor parte de las rutas, esta etapa comprende: seleccionar un par de nodos con la mayor parte de las rutas entre sus dos nodos a partir de los nodos de pares candidatos como los dos puntos terminales de la ruta óptica directamente conectada. En definitiva, los dos puntos terminales de la ruta óptica directamente conectada pueden seleccionarse también mediante otras reglas de encaminamiento.

10 La Figura 2 es una vista esquemática que ilustra un proceso para determinar una ruta óptica directamente conectada entre dos encaminadores según una primera forma de realización de la presente invención. Haciendo referencia a la Figura 2, una capa de Conmutación de Etiquetas Multiprotocolo - Ingeniería de Tráfico (MPLS-TE) incluye tres rutas de conmutación de etiquetas (LSPs), respectivamente expresadas como LSP1, LSP2 y LSP3. La línea de trazos representa LSP1, la línea de puntos y trazos representa LSP2 y la línea continua representa LSP3. Cada LSP no solamente contiene nodos de borde adaptados para recibir datos IP, expresados como PE1, PE2, PE3 y PE4, sino que también contiene nodos intermedios adaptados para transmitir datos en la capa MPLS, expresados como P1, P2, P3, P4, P5 y P6. En este caso, los nodos son nodos de encaminadores.

15 Cada nodo de borde controla un ancho de banda ocupado por una ruta LSP que pasa a través del mismo y comunica el ancho de banda a un servidor. El servidor está adaptado para obtener dos nodos de la ruta que tienen un ancho de banda entre ellos que supera un umbral del ancho de banda preestablecido, en función del ancho de banda controlado ocupado por la ruta y el umbral del ancho de banda preestablecido y para demandar un elemento de cálculo de ruta (PCE) para establecer una ruta óptica directamente conectada en la capa óptica después de obtener los dos nodos que presentan un ancho de banda entre ellos que supera el umbral del ancho de banda preestablecido. En esta forma de realización, el elemento PCE está dividido en dos capas, a saber, elemento de cálculo de ruta-alto nivel (PCE-Hi) y elemento de cálculo de ruta-bajo nivel (PCE-Lo). El elemento PCE-Hi es responsable del cálculo de rutas en la capa MPLS y el elemento PCE-Lo es responsable del cálculo de rutas en la capa óptica. En esta forma de realización, se supone que el servidor, el elemento PCE-Hi y el elemento PCE-Lo están separados. Con referencia a la Figura 2, se describe a continuación un diagrama de flujo esquemático del método para determinar una ruta óptica directamente conectada en esta forma de realización. Haciendo referencia a la Figura 3, el método comprende las etapas siguientes.

20 Etapa 301: Un elemento PE recoge datos estadísticos del tráfico de LSP.

25 En esta forma de realización, el elemento PE está adaptado para recibir paquetes de datos desde la capa de IP y efectuar un mapeado de correspondencia de los paquetes de datos a las correspondientes rutas LSPs para el reenvío de MPLS. Además, la estadística de tráfico de una ruta se recoge en un momento definido. El método específico es como sigue: un temporizador está dispuesto en cada PE, los números de bytes de los paquetes de datos se acumulan en un tiempo definido como el tráfico de la ruta, que se registrará en una Tabla estadística de tráfico de LSP mantenida. Por ejemplo, una Tabla estadística de tráfico de LSP, según se ilustra en la Tabla 1, se mantiene en el elemento PE2.

LSP	Interfaz de salida	Etiqueta de salida	ERO	Tráfico (bytes)
LSP1: PE2 -> PE3	1	5	PE2, P1, P3, P5, PE3	4500 M
LSP2: PE2 -> PE4	2	6	PE2, P1, P3, P6, PE4	2250 M

30 **Tabla 1**

35 Esta Tabla contiene entradas LSP, interfaz de salida, etiqueta de salida, ERO (Objeto de Ruta Explícito) y tráfico.

40 El tiempo definido utilizado en esta forma de realización se puede establecer en conformidad con una regla de usuario. transcurrido el tiempo definido, se realiza la etapa 302.

45 Etapa 302: El equipo PE calcula el ancho de banda de la ruta que pasa a través del PE en función del tiempo definido y del tráfico y comunica el ancho de banda de ruta obtenido al servidor.

50 En esta forma de realización, según un método para calcular el ancho de banda, el ancho de banda ocupado por la ruta, en el tiempo definido, se obtiene dividiendo el tráfico de la ruta por el tiempo definido, en una unidad de bit/s. Por ejemplo, si el intervalo de tiempo definido es 1 minuto y el tráfico en el tiempo definido es 4500 Mbytes, el ancho de banda es $(4500 \times 8) / 60 = 600$ Mbit/s.

55 Después de obtener el ancho de banda realmente ocupado por cada LSP, el elemento PE comunica el ancho de banda obtenido al servidor y reestablece el tráfico de entrada a cero en la Tabla local.

Etapa 303: El servidor mide el ancho de banda ocupado por cada LSP en función del ancho de banda comunicado por el elemento PE.

60 En esta forma de realización, el servidor mide los anchos de banda ocupados por todas las rutas LSPs. Por ejemplo, una Tabla estadística de anchos de banda de LSP según se ilustra por la Tabla 2, se mantiene por el servidor incluyendo dos

5 entradas de datos históricos, que muestran los datos del ancho de banda correspondientes a todas las rutas LSPs en un tiempo histórico. Las dos entradas de datos históricos en la Tabla 2 muestran, respectivamente, el ancho de banda en el último minuto y el ancho de banda medio en una hora transcurrida. En esta forma de realización, el tiempo histórico es un ciclo para controlar los anchos de banda ocupados por las rutas LSPs. Según los valores estadísticos en un ciclo de control anterior, el servidor determina si necesita establecerse una ruta óptica directamente conectada o no es necesario. En esta forma de realización, la duración del tiempo histórico se puede establecer en conformidad con una regla del usuario.

LSP	Interfaz de salida	Etiqueta de salida	ERO	Ancho de banda en un último minuto (bit/s)	Ancho de banda en una hora transcurrida (bit/s)
LSP1: PE2 -> PE3	1	5	PE2, P1, P3, P5, PE3	600 M	300 M
LSP2: PE2 -> PE4	2	6	PE2, P1, P3, P6, PE4	300 M	600 M
LSP3: PE1 -> PE3	1	4	PE1, P1, P4, P6, P5, PE3	600 M	500 M

10 **Tabla 2**

Etapa 304: El servidor analiza el ancho de banda realmente ocupado por cada LSP y encuentra un par de nodos que tiene un ancho de banda superior a un umbral del ancho de banda preestablecido según el ERO de cada LSP.

15 En esta forma de realización, los nodos que tienen un ancho de banda superior al umbral del ancho de banda preestablecido se pueden encontrar en función de pares de nodos. Es decir, en primer lugar, todas las rutas LSPs entre dos nodos se encuentran en función del ancho de banda de cada una de las rutas y del ERO de cada una de las rutas y el ancho de banda entre los dos nodos es igual a una suma de anchos de banda de todas las rutas que pasan a través de los dos nodos. Por ejemplo, el ancho de banda entre PE2 y P1 en la Tabla 2 es igual a una suma de anchos de banda de LSP1 y LSP2. En adelante, el ancho de banda entre los dos nodos se compara con el umbral del ancho de banda preestablecido.

20 Definitivamente, los nodos que tengan un ancho de banda superior al umbral del ancho de banda preestablecido se pueden encontrar también en función de las rutas. Es decir, en primer lugar se seleccionan las rutas que tengan al menos dos nodos comunes y los anchos de banda de las rutas seleccionadas se suman para obtener un ancho de banda entre los nodos comunes. Por ejemplo, LSP1, LSP2 y LSP3 en la Tabla 2 sólo tienen un nodo común, por lo que no se sumen los anchos de banda de las rutas LSPs. Sin embargo, LSP1 y LSP3 tienen tres nodos comunes, a saber, P1, P5 y PE3, de modo que el ancho de banda entre cualesquiera dos de los tres nodos comunes es igual a una suma de anchos de banda de LSP1 y LSP3. Es decir, el ancho de banda que pasa a través de P1, P5 y PE3 es (300 M + 500 M) bit/s en la última hora y es (600 M + 600 M) bit/s en el último minuto. Si el umbral del ancho de banda preestablecido es 1000 Mbit/s, los anchos de banda entre P1->P5, P5->PE3 y P1->PE3 exceden todos ellos el umbral del ancho de banda preestablecido. De forma similar, para LSP2 y LSP3, los anchos de banda entre P1->P6 superan todos ellos el umbral del ancho de banda preestablecido en la última hora.

35 Etapa 305: El servidor selecciona un par de nodos con un ancho de banda que supera el umbral del ancho de banda preestablecido en conformidad con una regla de encaminamiento preestablecida como dos puntos terminales de la ruta óptica directamente conectada.

40 En esta forma de realización, si la regla de encaminamiento es seleccionar dos nodos con una distancia más larga entre sus dos nodos como los dos puntos terminales de la ruta óptica directamente conectada, después de analizar que el ancho de banda que pasa a través de P1, P5 y PE3 supera el umbral del ancho de banda preestablecido en el último minuto, el servidor seleccionará dos nodos con una distancia más larga entre sus dos nodos, es decir, P1 y PE3, como los dos puntos terminales de la ruta óptica directamente conectada. En definitiva, se pueden adoptar también otras reglas de encaminamiento, por ejemplo, seleccionando preferentemente nodos en posiciones importantes como los puntos terminales. De este modo, el servidor determina los dos puntos terminales de la ruta óptica directamente conectada.

Etapa 306: El servidor envía una demanda de establecimiento de una ruta óptica directamente conectada entre los dos puntos terminales al PCE-Lo por intermedio del PCE-Hi.

50 En esta forma de realización, se supone que el servidor puede determinar también el número de rutas ópticas directamente conectadas que necesitan establecerse en función de un ancho de banda entre los dos puntos terminales y un ancho de banda de una ruta óptica preestablecida. Por ejemplo, si una suma de anchos de banda de rutas LSPs entre los dos puntos terminales es 10 Gbit/s y la ruta óptica preestablecida es 2,5 Gbit/s, necesita establecerse cuatro rutas ópticas entre los dos puntos terminales.

55 Etapa 307: El elemento PCE-Lo calcula las rutas de capa óptica en función de la topología en la capa óptica.

En esta forma de realización, el elemento PCE-Lo puede calcular las rutas de capa óptica en función de la topología en la capa óptica y puede calcular también las rutas de capa óptica en función de la topología en la capa óptica tomando en consideración la pérdida de longitud de onda con el fin de obtener rutas óptimas de la capa óptica. Después de calcular las rutas de capa óptica, el elemento PCE-Lo inicia operativamente los nodos de capa óptica para establecer la ruta óptica directamente conectada.

5 Etapa 308: El elemento PCE-Lo reenvía una respuesta para establecer la ruta óptica directamente conectada al servidor por intermedio del PCE-Hi.

10 En esta forma de realización, si el elemento PCE-Lo deja de obtener una ruta óptica adecuada después de calcular las rutas de capa óptica, el elemento PCE-Lo reenvía una respuesta de fallo de establecimiento y se finaliza el proceso. Si el elemento PCE-Lo obtiene las rutas óptimas y establece la ruta óptica directamente conectada, el elemento PCE-Lo reenvía una respuesta de éxito del establecimiento y el servidor inicia una re-optimización de ruta y el proceso de transferencia de servicios después de tener conocimiento de que la ruta óptica directamente conectada está establecida en la capa óptica, se realiza, a continuación, la etapa 309.

15 Etapa 309: El servidor da instrucciones al elemento PCE-Hi para asignar direcciones de interfaz IP a los dos puntos terminales en la capa MPLS.

20 En esta forma de realización, con el fin de establecer la ruta óptica directamente conectada entre los dos puntos terminales, necesitan asignarse direcciones de interfaz IP a los dos puntos terminales en la capa MPLS y necesita mantenerse una agrupación de direcciones dedicadas para enlaces directos en el elemento PCE-Hi. Por ejemplo, la agrupación de direcciones pertenece al mismo segmento de red. Cuando las direcciones de interfaz IP necesitan asignarse a los dos puntos terminales de la ruta óptica directamente conectada, los dos puntos terminales de la ruta óptica directamente conectada realizan una negociación de direcciones en función de la concentración de direcciones y se seleccionan dos direcciones desde la concentración de direcciones.

25 Etapa 310: El servidor da instrucciones a los dos puntos terminales de la ruta óptica directamente conectada para anunciar el enlace directo, recientemente establecido, a todos los encaminadores en la capa MPLS.

30 Una vez establecida satisfactoriamente la ruta óptica directamente conectada en la capa óptica, necesita realizarse un anuncio de ruta en la capa MPLS. En esta forma de realización, se ejecuta un protocolo de Primero la Ruta Libre más Corta (OSPF) entre los dos puntos terminales de la ruta óptica directamente conectada para anunciar el enlace directo recientemente establecido, de modo que todos los nodos en la capa MPLS puedan tener conocimiento del enlace directo recientemente establecido. En esta forma de realización, se realiza el anuncio enviando rutas que transmiten información en la topología de red, en las que se transmite información sobre el enlace directo recientemente establecido. En definitiva, el anuncio de ruta se puede realizar también en otras formas. Puesto que el elemento PCE-Hi está en la capa MPLS, el elemento PCE-Hi puede recibir el anuncio de ruta. Después de que el elemento PCE-Hi reciba el anuncio de ruta, se realiza la etapa 311.

35 Etapa 311: El elemento PCE-Hi inicia operativamente un primer nodo de una ruta LSP para modificar un registro de nodos por los que pasa la ruta en función del anuncio de ruta y establece una nueva ruta LSP.

40 En esta forma de realización, el elemento PCE-Hi inicia operativamente un primer nodo en una ruta LSP, en donde los dos puntos terminales están situados (o referidos como un primer nodo por el que pasa la ruta LSP) para volver a registrar nodos por los que pasa la nueva LSP en función del enlace directo recientemente establecido. En esta forma de realización, ERO, en el mensaje de ruta es modificado y el ERO contiene los dos puntos terminales de la ruta óptica directamente conectada.

45 Cada nodo borde garantiza que los flujos de datos sean objeto de un tránsito suave a la nueva ruta LSP en conformidad con un principio de *make-before-break* 'conexión antes de desconexión'. Tomando por ejemplo los datos en la Tabla 2, cuando el ancho de banda en el último minuto se compara con el umbral del ancho de banda y una ruta óptica se establece recientemente entre P1-PE3 los nodos por los que pasa la ruta LSP1 son PE2, P1 y PE3 y los nodos por los que pasa la ruta LSP3 son PE1, P1 y PE3; cuando el ancho de banda en la última hora se compara con el umbral del ancho de banda, se establece una nueva ruta óptica entre P1-P6, los nodos por los que pasa la ruta LSP2 son PE2, P1, P6 y PE4 y los nodos por los que pasa la ruta LSP3 son PE1, P1, P6, P5 y PE3. Es decir, cada flujo de datos de ruta LSP se transporta a través de la ruta óptica recientemente establecida.

50 Etapa 312: Se registra una relación correspondiente entre una ruta LSP original y la ruta óptica directamente conectada, recientemente establecida.

55 En esta forma de realización, la relación correspondiente entre la ruta LSP original y la ruta óptica directamente conectada, recientemente establecida, se registra en el elemento PCE-Hi. Por ejemplo, cuando se controla que el tráfico o el ancho de banda entre los dos puntos terminales de la ruta óptica directamente conectada disminuya a un umbral preestablecido, el elemento PCE-Hi puede activar el PCE-Lo de nuevo para liberar la ruta óptica directamente conectada. En este caso, necesita habilitar primero el tráfico para un tránsito suave a la ruta LSP original y a continuación, notificar al

PCE-Lo para suprimir la ruta óptica directamente conectada correspondiente y para recuperar las direcciones de interfaz IP que han sido asignadas.

5 En esta forma de realización, en términos de los encaminadores, la relación de situación adyacente entre los encaminadores no se establece mediante la configuración de órdenes en la técnica anterior, sino que se modifica de forma dinámica, de modo que la ruta óptica directamente conectada, en la capa óptica, se puede utilizar efectivamente para conseguir la transmisión de datos inter-encaminadores en una red constituida por encaminadores y equipos de transmisión óptica.

10 En definitiva, en esta forma de realización, el servidor, el elemento PCE-Hi y el elemento PCE-Lo pueden integrarse también en el PCE, según se ilustra en la Figura 4, con el fin de permitir al PCE poseer la topología de la capa MPLS y la capa óptica y para calcular rutas en cada capa. El servidor puede integrarse también en el elemento PCE-Hi según se ilustra en la Figura 5. Como alternativa, los elementos PCE-Hi y PCE-Lo pueden integrarse también según se representa en la Figura 6.

15 La Figura 7 es una vista estructural esquemática de un sistema para establecer una ruta óptica directamente conectada según una forma de realización de la presente invención. Haciendo referencia a la Figura 7, el sistema incluye al menos dos nodos 740 e incluye, además, un servidor 710, un elemento PCE-Hi 720 y un elemento PCE-Lo 730.

20 El servidor 710 está adaptado para obtener pares de nodos candidatos en función de un ancho de banda controlado ocupado por cada una de las rutas y un registro controlado de nodos por los que pasa cada una de las rutas, en donde un ancho de banda entre cada par de nodos candidato supera un umbral del ancho de banda preestablecido y seleccionar un par de nodos a partir de los pares de nodos candidatos como dos puntos terminales de la ruta óptica directamente conectada en conformidad con la regla de encaminamiento preestablecida.

25 El elemento PCE-Hi 720 está adaptado para asignar direcciones IP a los dos puntos terminales determinados por el servidor.

30 El elemento PCE-Lo 730 está adaptado para calcular una ruta óptica entre los dos puntos terminales determinados por el servidor.

El servidor 710 incluye un módulo de obtención de pares de nodos candidatos 711 y un módulo de determinación de puntos terminales 712.

35 El módulo de obtención de pares de nodos candidatos 711 está adaptado para obtener pares de nodos candidatos en función de un ancho de banda controlado, ocupado por cada una de las rutas y un registro controlado de nodos por los que pasa cada una de las rutas, en donde un ancho de banda entre cada par de nodos candidato supera un umbral del ancho de banda preestablecido.

40 El módulo de determinación de puntos terminales 712 está adaptado para seleccionar dos puntos terminales de la ruta óptica directamente conectada a partir de los pares de nodos candidatos obtenidos por el módulo de obtención de pares de nodos candidatos en conformidad con una regla de encaminamiento preestablecida.

45 El servidor 710 y el elemento PCE-Hi 720 están situados en la misma entidad física o el elemento PCE-Lo 730 y el elemento PCE-Hi 720 están situados en la misma entidad física o el servidor 710, el elemento PCE-Hi 720 y el elemento PCE-Lo 730 están situados en la misma entidad física.

50 El servidor 710 puede incluir, además, un módulo de iniciación de re-optimización de ruta para iniciar un proceso de re-optimización de rutas que está adaptado para dar instrucciones a un elemento PCE para asignar direcciones IP a los dos puntos terminales obtenidos por el módulo de determinación de puntos terminales y para dar instrucciones a los dos puntos terminales obtenidos por el módulo de determinación de puntos terminales para realizar un anuncio de ruta directa en función de las direcciones IP asignadas.

55 El servidor 710 puede incluir, además, un módulo de registro y un módulo de liberación. El módulo de registro está adaptado para registrar una relación correspondiente entre una ruta original y la ruta óptica directamente conectada. El módulo de liberación está adaptado para dar instrucciones al PCE para liberar la ruta óptica directamente conectada y para reestablecer la ruta original en función de la relación correspondiente en el módulo de registro, cuando un ancho de banda entre los dos puntos terminales de la ruta óptica directamente conectada disminuye a un umbral de liberación preestablecido.

60 A través de la descripción anterior detallada, resulta evidente para los expertos en esta materia que la presente invención se puede poner en práctica mediante hardware o mediante software junto con la plataforma de hardware universal necesaria. Sobre esta base, las soluciones técnicas de la presente invención se pueden realizar en la forma de un producto de software. El producto de software se puede memorizar en un medio de memorización no volátil (por ejemplo, memoria CD-ROM, unidad USB flash o disco duro extraíble) y contener varias instrucciones adaptadas para controlar un

65

equipo informático (por ejemplo, un ordenador personal, un servidor o un equipo de red) para realizar el método según las formas de realización de la presente invención.

- 5 Por último, debe entenderse que las formas de realización anteriores solamente se utilizan para explicar, pero no para limitar, la solución técnica de la presente invención. A pesar de la descripción detallada de la presente invención haciendo referencia a las formas de realización anteriores, debe entenderse que se pueden realizar, por los expertos en esta materia, varias modificaciones, cambios o sustituciones equivalentes sin desviarse por ello del alcance de protección de la presente invención y están bajo la cobertura de las reivindicaciones de la presente invención.

REIVINDICACIONES

- 5 **1.** Un método para determinar y establecer una ruta óptica directamente conectada, cuyo método comprende las etapas siguientes:
- la obtención de pares de nodos candidatos en función de un ancho de banda controlado, ocupado por cada una de las rutas y de los nodos de encaminadores controlados a través de los cuales pasa cada una de las rutas, en donde un ancho de banda entre cada par de nodos candidatos supera un umbral del ancho de banda preestablecido y
- 10 la selección de un par de nodos a partir de los pares de nodos candidatos como dos puntos terminales de la ruta óptica conectada directamente en función de una regla de encaminamiento preestablecida;
- en donde la etapa de obtención de los pares de nodos candidatos comprende, además:
- 15 el cálculo de un ancho de banda entre cualesquiera dos nodos de cada una de las rutas, en donde el ancho de banda entre los dos nodos es igual a una suma de anchos de banda de todas las rutas que pasan a través de los dos nodos y utilizando los dos nodos como un par de nodos candidatos cuando el ancho de banda entre los dos nodos supera el umbral del ancho de banda o
- 20 encontrar rutas que tengan al menos dos nodos comunes a partir de las rutas, adición de anchos de banda de las rutas encontradas para obtener un ancho de banda entre los nodos comunes y la utilización de cualesquiera dos nodos de los nodos comunes como un par de nodos candidatos cuando el ancho de banda entre los nodos comunes supera el umbral del ancho de banda.
- 25 **2.** El método según la reivindicación 1, en donde después de que se determinen los dos puntos terminales de la ruta óptica directamente conectada, el método comprende, además:
- la asignación de direcciones de protocolo Internet, IP, a los dos puntos terminales de la ruta óptica directamente conectada;
- 30 la realización, por los dos puntos terminales, de un anuncio de ruta directa en función de las direcciones asignadas al protocolo IP y
- la iniciación operativa de un primer nodo de una ruta en donde está situada la ruta óptica directamente conectada para modificar un registro de nodos por los que pasa la ruta en función del anuncio de ruta directa.
- 35 **3.** El método según la reivindicación 2, en donde, después de la iniciación operativa del primer nodo de la ruta en donde la ruta óptica directamente conectada está situada para modificar el registro de los nodos por los que pasa la ruta, dicho método comprende, además:
- 40 el registro de una relación correspondiente entre una ruta original y la ruta óptica directamente conectada y la liberación de la ruta óptica directamente conectada y el reestablecimiento de la ruta original en función de la relación correspondiente cuando un ancho de banda entre los dos puntos terminales de la ruta óptica directamente conectada disminuye hasta un umbral de liberación preestablecido.
- 45 **4.** El método según la reivindicación 1, 2 o 3, en donde el control del ancho de banda ocupado por cada una de las rutas comprende:
- la recogida de estadísticas de tráfico de cada una de las rutas en un tiempo predeterminado y la división del tráfico de cada una de las rutas por el tiempo predeterminado con el fin de obtener el ancho de banda ocupado por cada una de las rutas en el tiempo predeterminado.
- 50 **5.** El método según una de las reivindicaciones 1 a 4, en donde un par de nodos con la mayor distancia entre sus dos nodos, se selecciona a partir de los pares de nodos candidatos como los dos puntos terminales de la ruta óptica directamente conectada o un par de nodos que presentan la mayoría de las rutas entre sus dos nodos, se selecciona a partir de los pares de nodos candidatos como los dos puntos terminales de la ruta óptica directamente conectada.
- 55 **6.** Un servidor (710) para determinar y establecer una ruta óptica directamente conectada, comprendiendo dicho servidor:
- 60 un módulo de obtención de pares de nodos candidatos (711) adaptado para obtener pares de nodos candidatos en función de un ancho de banda controlado ocupado por cada una de las rutas y de los nodos de encaminadores controlados a través de los cuales pasa cada una de las rutas, superando el ancho de banda entre cada par de nodos candidatos un umbral del ancho de banda preestablecido y
- 65

un módulo de determinación de puntos terminales (712) adaptado para seleccionar un par de nodos a partir de los pares de nodos candidatos obtenidos por el módulo de obtención de pares de nodos candidatos como representando dos puntos terminales de la ruta óptica directamente conectada, en función de una regla de encaminamiento preestablecida;

5 en donde el módulo de obtención de pares de nodos candidatos (711) está adaptado, además, para calcular un ancho de banda entre dos nodos cualesquiera de cada una de las rutas, en donde el ancho de banda entre los dos nodos es igual una suma de los anchos de banda de la totalidad de las rutas que pasan a través de los dos nodos y para utilizar los dos nodos como un par de nodos candidatos cuando el ancho de banda entre los nodos supera el umbral del ancho de banda o

10 el módulo de obtención de pares de nodos candidatos (711) está adaptado, además, para encontrar rutas que presentan al menos dos nodos comunes a partir de las rutas, para sumar los anchos de banda de las rutas encontradas con el fin de obtener un ancho de banda entre los nodos comunes y para utilizar dos nodos cualesquiera entre los nodos comunes como un par de nodos candidato cuando el ancho de banda entre los nodos comunes supere el umbral del ancho de banda.

15 **7.** El servidor según la reivindicación 6, que comprende, además:

20 un módulo de iniciación operativa de nueva optimización de ruta, adaptado para ordenar a un elemento de cálculo de ruta la asignación de las direcciones al protocolo Internet IP, a los dos puntos terminales obtenidos por el módulo de determinación de puntos terminales y para ordenar a los dos puntos terminales obtenidos, por el módulo de determinación de puntos terminales, realizar un anuncio de ruta directa en función de las direcciones asignadas al protocolo IP.

25 **8.** El servidor según la reivindicación 6 o 7, que comprende, además:

un módulo de registro, adaptado para registrar una relación correspondiente entre una ruta original y la ruta óptica directamente conectada y

30 un módulo de liberación, adaptado para ordenar al elemento de cálculo de ruta la liberación de la ruta óptica directamente conectada y para reestablecer la ruta original en función de la relación correspondiente, en el módulo de registro, cuando el ancho de banda entre los dos puntos terminales de la ruta óptica directamente conectada disminuye hasta un umbral de liberación preestablecido.

35 **9.** Un sistema para establecer una ruta óptica directamente conectada, en donde:

40 el sistema comprende al menos dos nodos y comprende, además, el servidor conforme a una cualquiera de las reivindicaciones 6 a 8, estando el servidor, además, adaptado para ordenar a un elemento de alto nivel de cálculo de ruta la asignación de las direcciones al protocolo Internet IP, a los dos puntos terminales de la ruta óptica directamente conectada así como para ordenar a los dos puntos terminales la realización de un anuncio de ruta directa en función de las direcciones asignadas al protocolo IP

45 el elemento de alto nivel de cálculo de ruta (720) está adaptado, además, para asignar las direcciones al protocolo IP a los dos puntos terminales determinados por el servidor así como para iniciar operativamente un primer nodo de una ruta en donde está situada la ruta óptica directamente conectada con el fin de modificar un registro de nodos a través de los cuales pasa la ruta en función del anuncio de ruta directa de los dos puntos terminales y

50 un elemento de bajo nivel de cálculo de ruta (730) está adaptado para calcular una ruta de capa óptica entre los dos puntos terminales determinados por el servidor.

55 **10.** El sistema según la reivindicación 9, en donde el servidor (710) y el elemento de alto nivel de cálculo de ruta (720) están situados en la misma entidad física o bien, el elemento de bajo nivel de cálculo de ruta (730) y el elemento de alto nivel de cálculo de ruta (720) están situados en la misma entidad física o bien, el servidor (710), el elemento de alto nivel de cálculo de ruta (720) y el elemento de bajo nivel de cálculo de ruta (730) están situados en la misma entidad física.

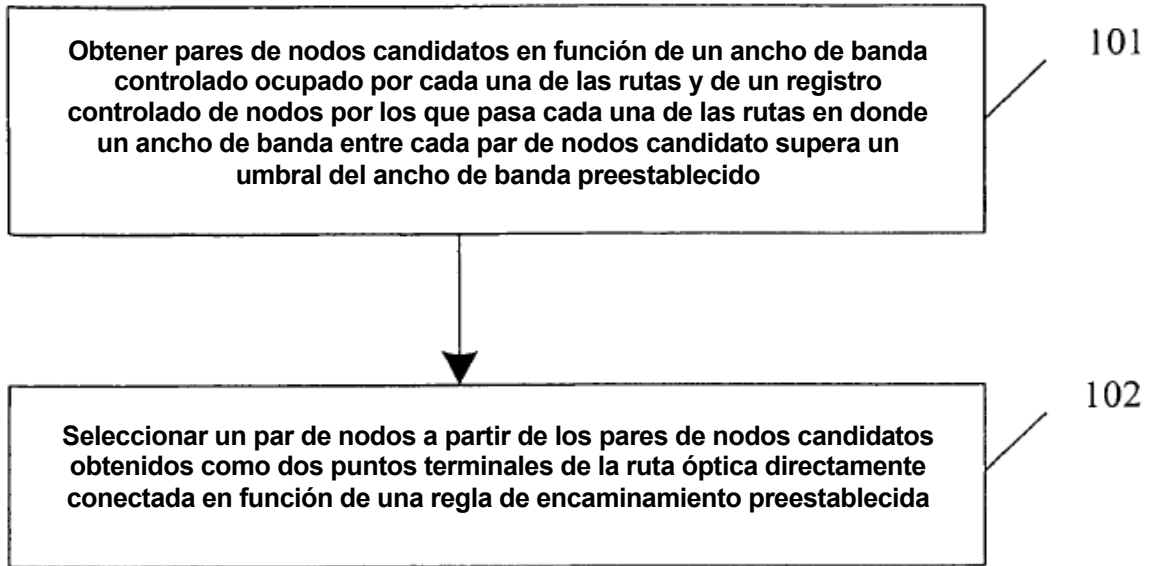


Figura 1

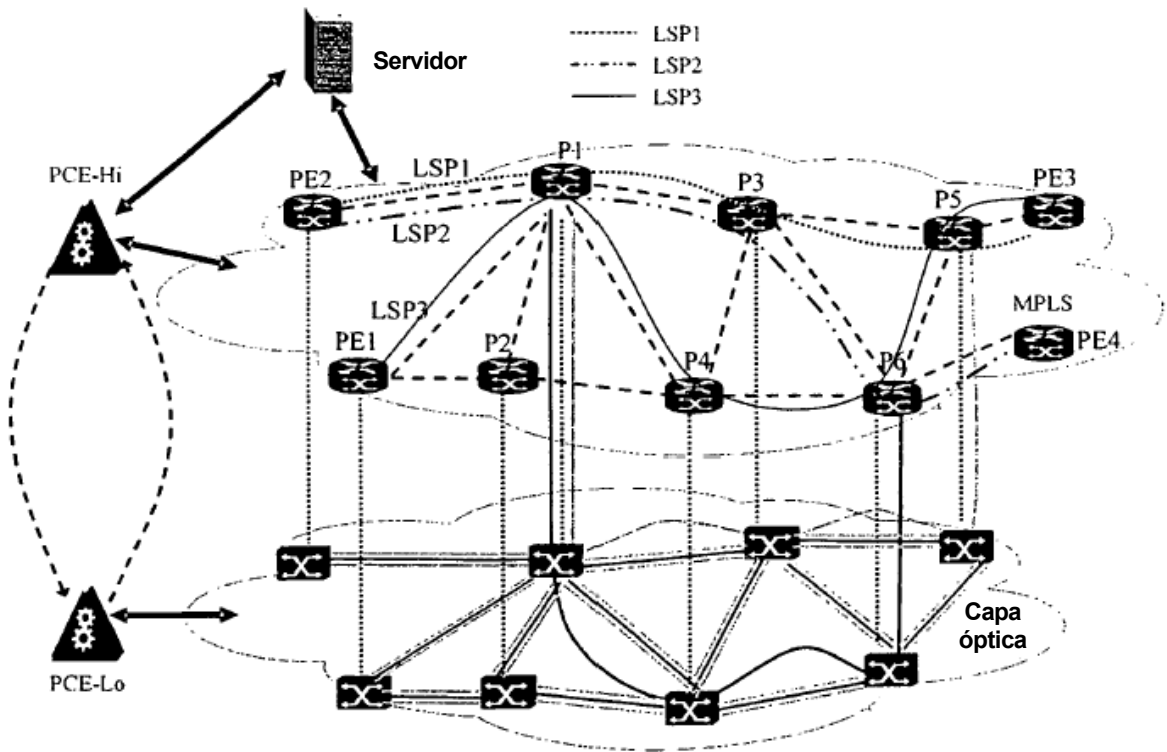


Figura 2

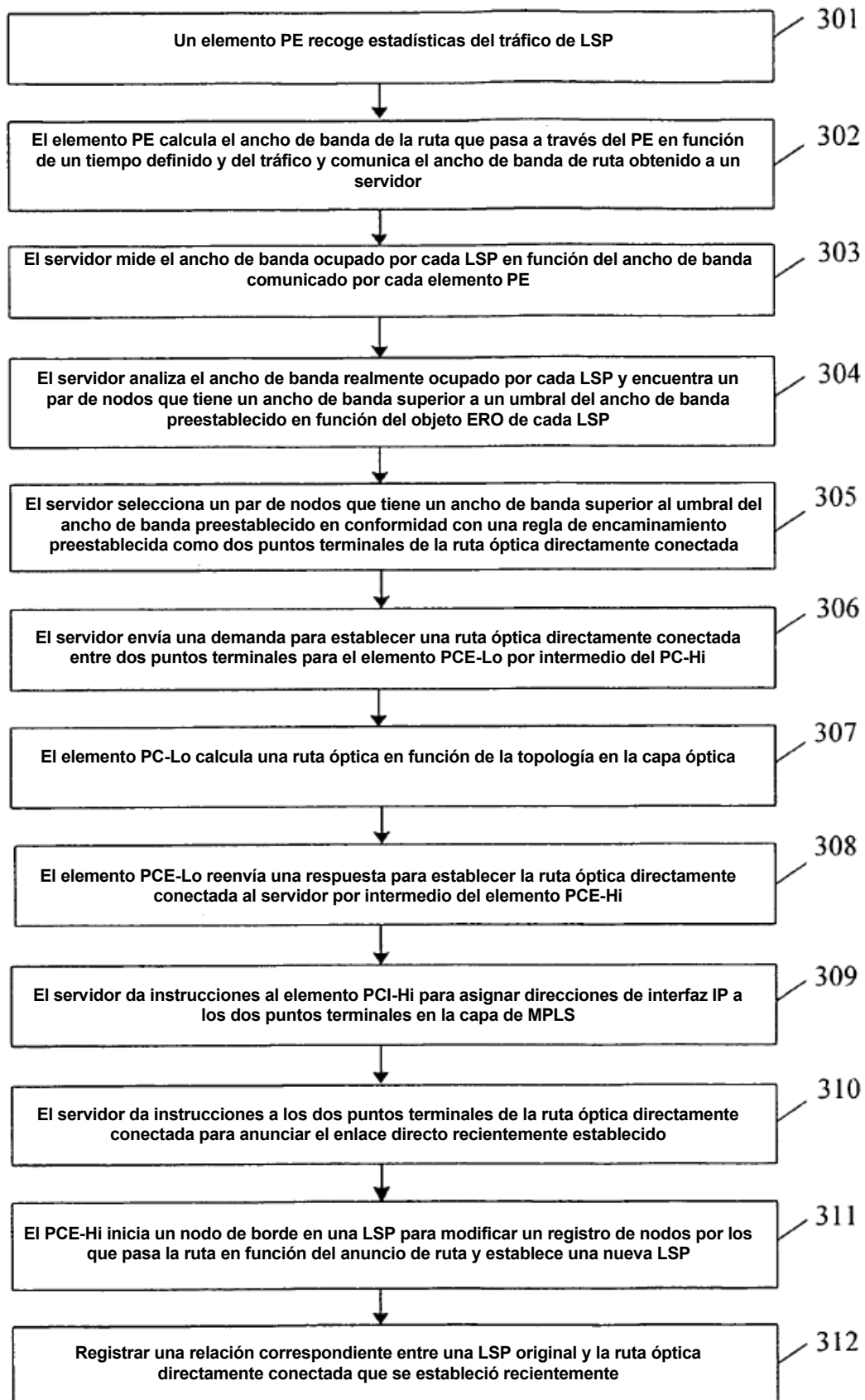


Figura 3

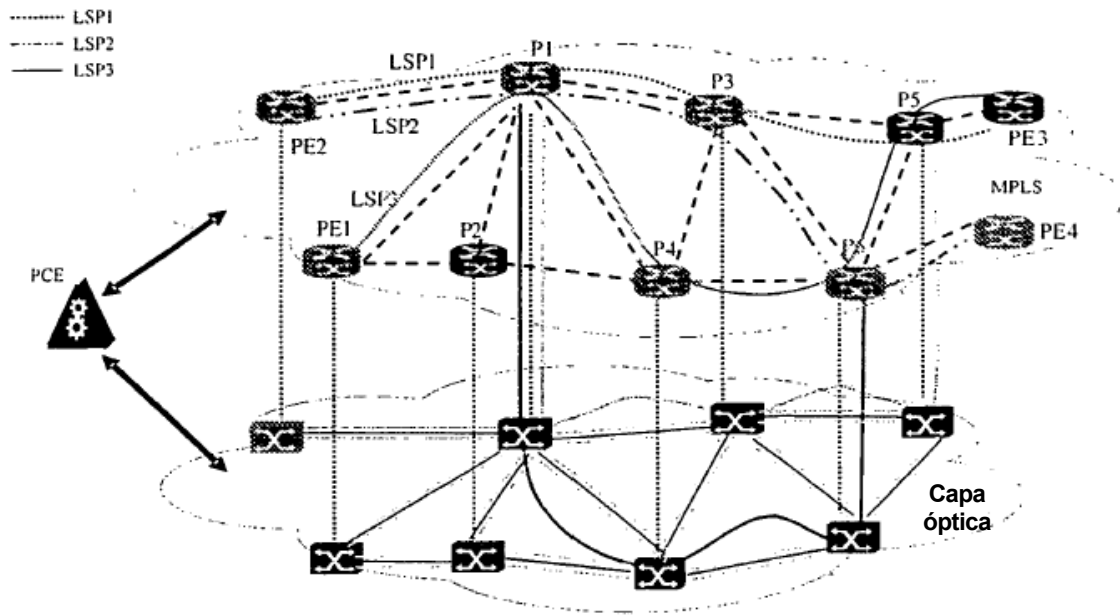


Figura 4

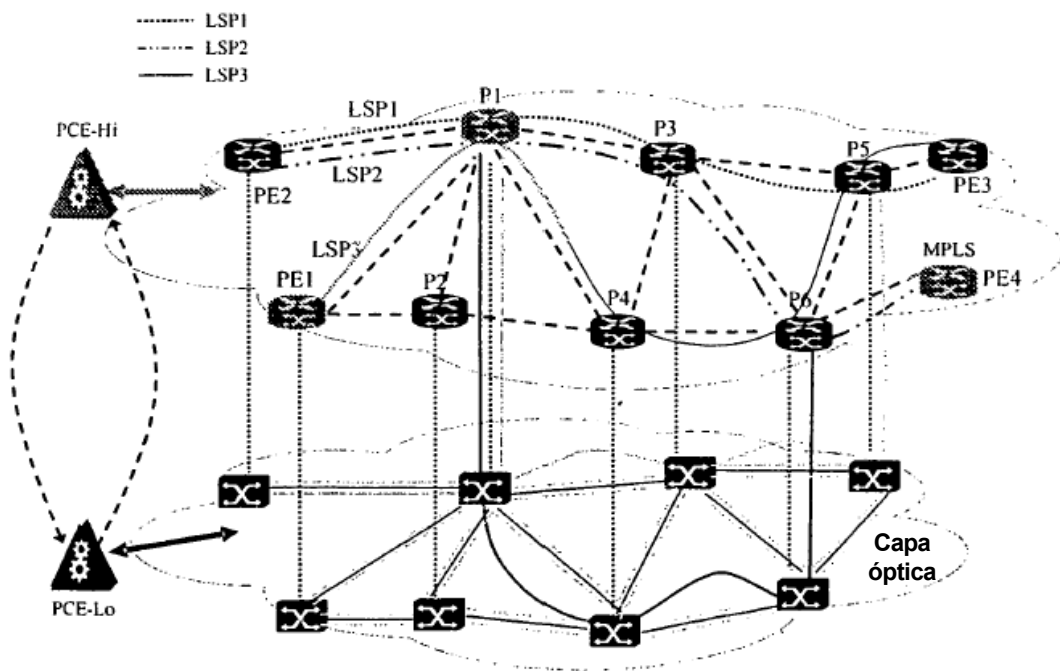


Figura 5

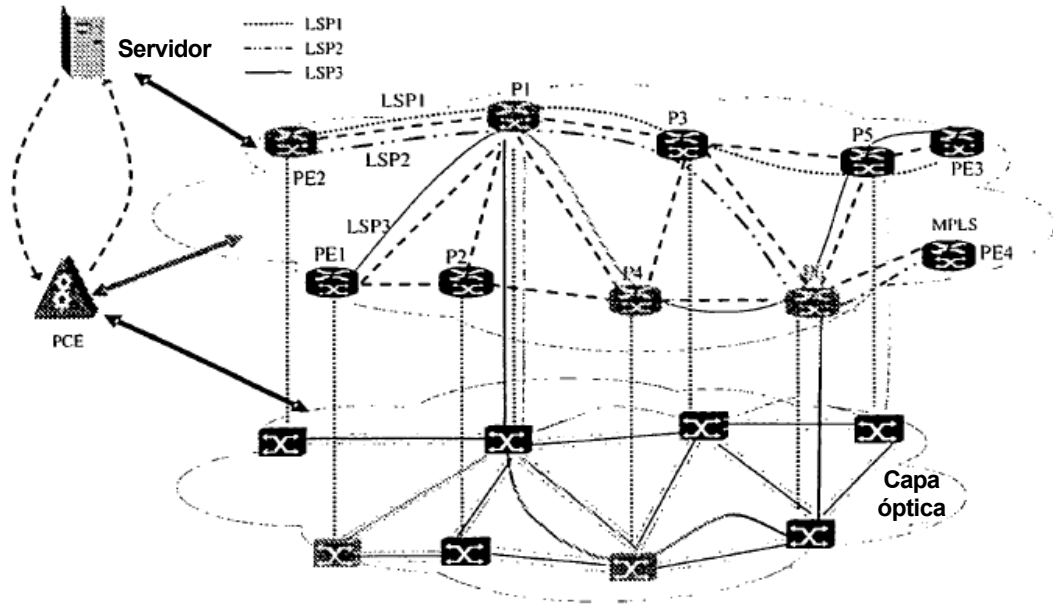


Figura 6

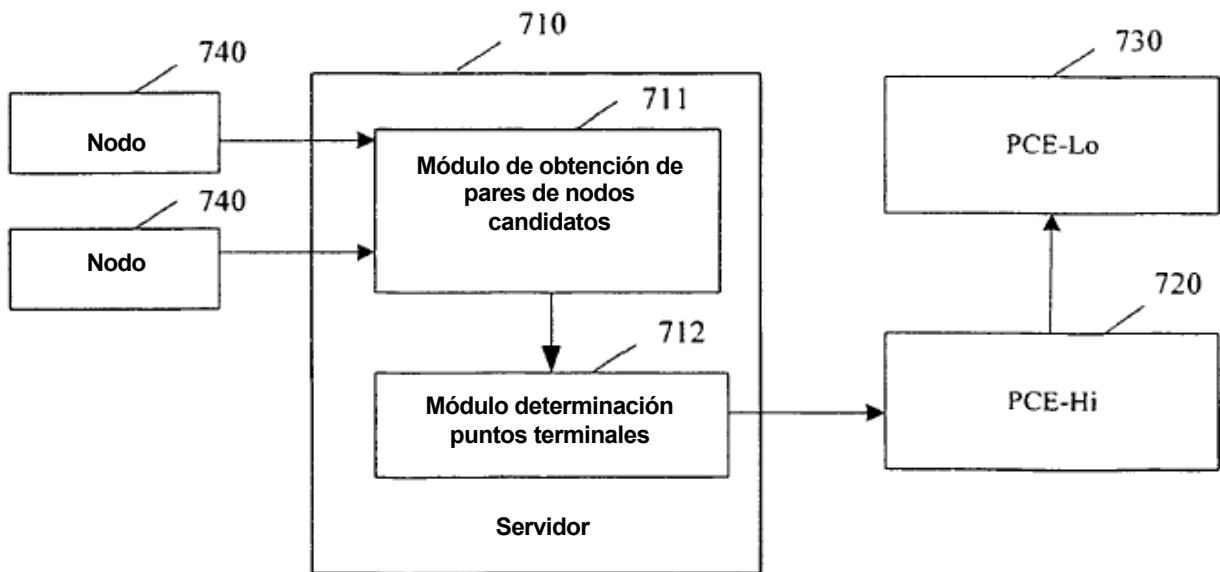


Figura 7