(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 375 110**

(51) Int. CI.:
H04B 10/00 (2006.01)
H04Q 11/00 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(96) Número de solicitud europea: **03782047 .9**
(96) Fecha de presentación: **05.12.2003**
(97) Número de publicación de la solicitud: **1653639**
(97) Fecha de publicación de la solicitud: **03.05.2006**

(54) Título: **APARATO Y PROCEDIMIENTO DE ENCAMINAMIENTO DE SEÑALIZACIÓN EN UNA RED ÓPTICA.**

(30) Prioridad:
16.07.2003 CN 03139901

(45) Fecha de publicación de la mención BOPI:
24.02.2012

(45) Fecha de la publicación del folleto de la patente:
24.02.2012

(73) Titular/es:
ZTE CORPORATION
ZTE PLAZA, KEJI ROAD SOUTH, HI-TECH INDUSTRIAL PARK, NANSHAN DISTRICT
518057 SHENZHEN CITY, GUANDONG, CN

(72) Inventor/es:
MA, Heng;
GAO, Feng y
LIU, Jianguo

(74) Agente: **Carpintero López, Mario**

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

Aparato y procedimiento de encaminamiento de señalización en una red óptica

Campo técnico de la invención

La presente invención se refiere al campo de la comunicación óptica y, en particular, al aparato y procedimiento de transmisión de información de señalización en una red óptica, usando tecnología de conmutación por paquetes.

Antecedentes de la invención

En la red óptica moderna (p. ej., el estándar G.8080), la red de transporte se divide en tres planos independientes, esto es, el plano de transporte, el plano de control y el plano de gestión. Además, hay una red de señalización relativamente independiente en la red, para proporcionar soporte de comunicación de señalización; la red de señalización define un protocolo de transmisión de señalización para la interacción, y es responsable de pasar información de señalización entre los planos de control de respectivos dispositivos de nodo en la red óptica.

Habitualmente, en la Red de Transporte Óptico (OTN) y la Jerarquía Digital Síncrona / Red Óptica Síncrona (SDH / SONET), se usa un canal de ECC (Comprobación y Corrección de Errores) para transportar la información de señalización entre planos de control y la información de gestión de red entre planos de gestión de red.

En un sistema de Multiplexado por División de Longitud Densa de Onda (DWDM), en general, se usa un Canal Supervisor Óptico (OSC) para transferir la señalización de control de comunicación. Cada canal OSC usa un grupo primario, y cada grupo primario se divide en 32 ranuras temporales. Dentro de las 32 ranuras temporales del grupo primario, varias ranuras temporales fijas están asignadas como el Canal de Comunicación de Datos (DCC), la señalización de control de comunicación se multiplexa al Canal de Comunicación de Datos (DCC) a través del multiplexado por división del tiempo, y los dispositivos de DWDM de otros nodos en la red de DWDM demultiplexan la información de señalización de control de comunicación proveniente del DCC. Según la estructura de la red y la estructura de los elementos de red de la red óptica se tornan crecientemente complejas y el tráfico transportado en la red aumenta rápidamente, la capacidad del grupo primario es insuficiente para satisfacer el requisito; actualmente, se proporciona la solución de que el canal OSC use señal SDH / SONET (por ejemplo, señal STM-1).

En el sistema de DWDM, la solución de transferir la señalización del control de comunicación a través del canal OSC usando la señal SDH / SONET también tiene un inconveniente obvio, que es el siguiente: una red de señalización compuesta de señales SDH / SONET pertenece a una red síncrona, mientras que la red de DWDM en sí no requiere la transmisión de señalización para ser síncrona, lo que obviamente aumentará la complejidad de la tecnología de red y la probabilidad de fallar; además, mientras una red de señalización compuesta de señales SDH / SONET tiene en sí misma un mecanismo de protección relativamente perfecto, necesita ser dotada de una gran cantidad de recursos adicionales, lo que aumenta la complejidad y el coste de la conexión en red.

Por otra parte, hay una gran variedad de entornos de hardware que pueden ser usados por una red de señalización; si la tecnología de red subyacente se define muy estrictamente, es una desventaja para la interconexión y la interacción de la red de señalización. Por lo tanto, la ITU-T (Unión Internacional de Telecomunicaciones – Telecomunicación) ha sugerido en el estándar G.7712 que el enlace de la red de señalización dé soporte a diversas implementaciones de interfaz, incluso la interfaz de red WAN, la interfaz de red LAN y la interfaz de ECC, y dé soporte a la interacción del protocolo de la capa de red IP / OSI en la capa de red.

Esta red orientada a la inconexión tiene las siguientes características: un anfitrión puede enviar un paquete en cualquier momento, y un nodo intermedio (o encaminador) puede remitir el paquete inmediatamente. Al enviar el paquete, el anfitrión no sabe si la red puede remitir ese paquete o si el anfitrión de destino puede recibir ese paquete. Cada paquete es independiente de otros paquetes, incluso si los destinos de estos paquetes son el mismo. Cuando ocurre un fallo en el nodo o enlace intermedio, es posible hallar un trayecto alternativo en el punto de fallo y actualizar de forma correspondiente la tabla de remisión.

El proceso para remitir un paquete de datos es el siguiente: el paquete de datos se envía desde un anfitrión de origen a un anfitrión de destino y puede pasar por varios encaminadores por el camino. Cualquier nodo, ya sea un anfitrión o un encaminador, verifica primero si está dentro de una misma red física con el anfitrión de destino. Habitualmente, la parte de red de la dirección de destino se compara con la de cada interfaz local; si coinciden, el paquete de datos se transmite directamente. En caso contrario, se selecciona un encaminador, que sea el mejor o que se considere como el más cercano al destino, luego el encaminador seleccionado del siguiente salto consulta la tabla de remisión con respecto a <número de red, siguiente salto> y realiza la remisión salto a salto. En general, también puede establecerse un encaminador por omisión, que puede usarse cuando no coincide ninguno de los registros en la tabla de remisión. Esta clase de remisión por ruta de IP es un mecanismo de remisión basado en una tabla de rutas locales, la remisión salto a salto sólo puede formar una ruta entre un terminal de origen y un terminal de destino, y esta clase de forma de transmisión de señalización orientada a la inconexión no es tan fiable.

Durante la remisión de paquetes descrita anteriormente, cualquiera de los nodos intermedios puede hacer que se pierda el paquete de datos, debido a un fallo subyacente de la red o al desborde del almacén temporal del proceso, etc.; mientras esta clase de suceso perdido sólo pueda hallarse cuando se añade un mecanismo de detección en una capa de red superior, esto llevará un tiempo relativamente largo. En general, un nodo confía en el mecanismo “hola” de saludo mutuo del protocolo de encaminamiento para hallar el fallo de la ruta; si se añade el tiempo de confirmación, llevará tiempo en un segundo nivel, o incluso más tiempo.

El documento US 2002/018269 A1 (DHAUDHURI SID ET AL, 14 de febrero de 2002), revela un procedimiento y sistema para dotar de trayectos lumínicos a una red óptica reconfigurable. El procedimiento comprende las etapas de nombrar cada elemento direccionable de red en una red óptica reconfigurable, determinar los recursos actuales en la misma, determinar la topología actual en la misma, solicitar el establecimiento de un trayecto lumínico y adjudicar el trayecto lumínico.

Por lo tanto, aunque es tecnología de ruta / conmutación orientada a la inconexión, es flexible y fácil de implementar, es difícil satisfacer el requisito de fiabilidad de la red de transporte para la transmisión de señalización, especialmente bajo condición de fallo, y el requisito de transportar la señalización rápida y establemente.

Resumen de la invención

El problema técnico a resolver por parte de la presente invención es proporcionar un aparato y procedimiento para encaminar la señalización en una red óptica, que pueda formar una plataforma uniforme de control de señalización de red óptica en la red óptica, transmitir la señalización más fiablemente e implementar la recepción prioritaria concurrente de la señalización, y mejorar la invulnerabilidad de la comunicación entre dispositivos de elementos de red de la red.

La idea principal de la presente invención es: construir una plataforma uniforme de control de señalización de red óptica basada en la tecnología de conmutación de paquetes; generar una tabla de rutas explícitas en nodos de control cualesquiera, transportándose la señalización entre los respectivos nodos de control en la red en forma de paquetes de datos conmutados en la capa de red, según la tabla de rutas explícitas; producir un paquete concurrente de datos de señalización en el nodo de control de origen; y seleccionar un paquete de datos de señalización en el nodo de control de destino.

Según un aspecto de la invención, un aparato para encaminar información de señalización en una red óptica de la invención comprende una unidad de mantenimiento de rutas de señalización, una unidad de conmutación de paquetes de señalización y una interfaz de nodo de control;

dicha unidad de mantenimiento de rutas de señalización es operable

- para mantener información de estado de enlace de la red,

- para monitorizar un enlace,

- para difundir información de topología de red,

- para actualizar la información de topología de red,

- para calcular rutas explícitas para formar una tabla de rutas explícitas, en donde la tabla de rutas explícitas registra al menos dos rutas explícitas con mínima dependencia del enlace entre dos nodos de control cualesquiera, y

- para formar paquetes de datos de información de señalización según cada ruta explícita;

dicha unidad de conmutación de paquetes de señalización es operable

- para resolver cada ruta explícita de un paquete de datos de información de señalización,

- para buscar una relación de asociación de un puerto de ruta según la ruta explícita, y

- para remitir el paquete de datos de información de señalización al puerto de ruta en base a la ruta explícita;

dicha interfaz de nodo de control es operable

- para enviar información de señalización concurrente generada en un nodo de control de origen a dicha unidad de mantenimiento de rutas de señalización, para formar paquetes de datos de información concurrente de señalización,

- para recibir paquetes de datos de información de señalización desde una unidad de conmutación de paquetes de señalización de otro aparato para encaminar información de señalización,

- para seleccionar un paquete de datos de información de señalización según una condición de recepción, y

- para enviar el paquete seleccionado de datos de información de señalización a un nodo de control de destino, para su procesamiento.

Según otro aspecto de la invención, una red óptica comprende un plano de transporte, un plano de control y un plano de gestión; en donde

dicho plano de transporte comprende una pluralidad de dispositivos de elementos de red y está configurado para proporcionar transporte unidireccional o bidireccional de información de usuario de extremo a extremo;

dicho plano de control comprende una pluralidad de nodos de control, y dichos nodos de control están configurados para controlar la información de señalización y el encaminamiento del correspondiente plano de transporte, y realizar operaciones de establecimiento y borrado de conexiones;

dicho nodo de control comprende adicionalmente en el mismo un aparato para encaminar información de señalización según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en donde

el aparato para encaminar información de señalización proporciona un canal de transporte de información de señalización para el nodo de control y está configurado para calcular rutas explícitas y realizar la remisión de paquetes para la información de señalización de comunicación; y el aparato para encaminar información de señalización dentro de dichos nodos de control forma una plataforma de control de señalización, y la información de señalización entre dichos nodos de control se transporta en forma de paquetes de datos de información de señalización.

Otro aspecto de la invención proporciona un procedimiento para encaminar información de señalización en una red óptica de la invención, estando cada nodo de control de dicha red óptica dotado de un aparato para encaminar información de señalización, que forma una red de señalización independiente, y dicho procedimiento comprende las etapas de:

etapa 1: obtener información de estado de enlace entre los nodos de control y difundir la información de estado de enlace a cada nodo de control;

etapa 2: calcular en un nodo de control de origen al menos dos rutas explícitas con mínima dependencia de enlaces entre dos cualesquiera de los nodos de control;

etapa 3: empaquetar, por parte del nodo de control de origen, la información de señalización a transportar simultáneamente en al menos dos paquetes de datos de información de señalización, en base a las rutas explícitas, y despachar los paquetes de datos de información de señalización según distintas rutas;

etapa 4: después de recibir los paquetes de datos de información de señalización, buscar, con un código de control intermedio, el correspondiente puerto de salida, en base a las rutas explícitas llevadas por los paquetes de datos de información de señalización, y remitir los paquetes de datos de información de señalización al puerto de salida;

etapa 5: seleccionar, por parte de un nodo de control de destino, uno de los paquetes de datos de información de señalización, en base a la condición de recepción de los paquetes de datos de información de señalización, descartar paquetes duplicados de datos de información de señalización y resolver la información de señalización dentro del paquete de datos de información de señalización.

El aparato y procedimiento de la invención resuelven el problema técnico en cuanto a que la plataforma de control en la técnica anterior tiene mala compatibilidad, expansibilidad e invulnerabilidad, a diferencia de la transmisión de señalización de control de comunicación usando el canal ECC y la red general de señalización de paquetes de datos de IP, y tiene los siguientes efectos: la presente invención es conforme al estándar de la plataforma de control de señalización (estándar G.7712 de red de comunicación de señalización) de la red de transporte actual, lo que facilita la interacción de la red de señalización con dispositivos de distintos fabricantes en la capa de red; además, se emplea la conmutación de paquetes por ruta explícita (ruta de origen) con diversidad de rutas, para reemplazar la anterior conmutación por tabla de rutas, lo que mejora la invulnerabilidad del transporte por red. La presente invención utiliza la tecnología de recepción prioritaria concurrente de los paquetes de datos, mejora la invulnerabilidad de la señalización a un fallo de un punto individual o de multipuntos limitados (no influye en todas las rutas simultáneamente), ahorra el tiempo de conmutación de protección de la señalización y garantiza las prestaciones de la protección de red en Malla y la conmutación de restauración. Cuando la topología de la red de señalización ha cambiado, la ruta de resguardo aún puede garantizar que el paquete de señalización se transmita establemente, lo que ha impedido confiar en el algoritmo de encaminamiento dinámico en tiempo real (por ejemplo, OSPF, BGP, IS-IS) para resolver la ruta de resguardo, y resuelve por ello el problema de que la convergencia sea lenta. El algoritmo mejorado de selección de ruta de diversidad, empleado por la invención, puede obtener rápidamente múltiples rutas explícitas con mínima dependencia del enlace, lo que realiza convenientemente la obtención de la ruta explícita. Cuando se halla un fallo de conexión, después de la autocuración de la topología, la red de señalización puede reseleccionar una ruta de trasfondo para reemplazar la ruta corrompida, lo que realiza dinámicamente el resguardo de la ruta. El aparato para encaminar la

señalización de la invención sólo necesita añadir características de cálculo de origen, múltiples rutas explícitas y remisión de rutas explícitas que sea conforme al estándar de encaminamiento del IP en el protocolo encaminador original, lo que no afecta la característica de remisión del encaminador tradicional. El encaminador tradicional sólo necesita dar soporte a la remisión de rutas explícitas, según la especificación del estándar de encaminamiento del IP; es fácil conectar el aparato para encaminar la señalización de la invención a una red de señalización IP / OSI que esté formada por encaminadores convencionales, ya que los nodos de control de origen y de destino sólo necesitan funcionar como un nodo de frontera y los nodos de los encaminadores convencionales sólo realizan directamente la remisión transparente. La presente invención también es aplicable a otra red de comunicación de datos que tenga un requisito sumamente fiable de transmisión de señalización.

Breve descripción de los dibujos

La Fig. 1 es un diagrama de estructura del aparato para encaminar la señalización de la invención;

la Fig. 2 es un diagrama de la red óptica que forma el aparato para encaminar la señalización de la invención;

la Fig. 3 es un diagrama de flujo del procedimiento de la invención;

la Fig. 4 es un diagrama de flujo del cálculo de rutas explícitas en el procedimiento de la invención;

la Fig. 5 es un diagrama de topología para calcular rutas explícitas de la red mostrada en la Fig. 2;

la Fig. 6 es un diagrama de topología para calcular rutas explícitas de una red de señalización de topología limitada.

Descripción detallada de las realizaciones preferidas

A continuación, se describirá en mayor detalle la solución técnica de la invención, conjuntamente con los dibujos y realizaciones adjuntos.

La idea central de la invención es transmitir la señalización en forma de paquetes de datos conmutados por paquetes (puede incluir, pero no se limita a, un paquete del IP) entre dispositivos de elementos de red en un sistema de red óptica; un medio de encaminamiento de señalización se establece en el nodo de control de cada dispositivo de elemento de red, como una plataforma de control para la señalización de la comunicación y el medio de encaminamiento de la señalización calcula la ruta explícita de la señalización de comunicación y realiza la remisión de paquetes. A diferencia de la remisión de tablas de rutas del encaminador típico, la remisión de rutas realizada por la invención determina el puerto de remisión apoyándose en cálculos del nodo de origen y en la ruta explícita transportada en el paquete de datos.

El medio de encaminamiento de señalización de la invención se muestra en la Fig. 1, e incluye una unidad de mantenimiento de rutas de señalización, una unidad de conmutación de paquetes de señalización y una interfaz de nodo de control. La unidad de mantenimiento de rutas de señalización incluye un módulo de monitorización y difusión del estado del enlace, un repositorio de topología de red, un módulo de cálculo de rutas explícitas y una tabla de rutas explícitas. En donde el módulo de monitorización y difusión del estado de enlace es responsable de mantener el estado de enlace de la red, monitorizar el enlace de red, difundir información de topología de red, actualizar la topología de red y grabar la topología de red en el repositorio de topología de red; el módulo de cálculo de rutas explícitas calcula la ruta explícita y graba el resultado calculado de la ruta en la tabla de rutas explícitas; el módulo puede utilizar diversos protocolos de estado de enlace, y el protocolo OSPF de estado de enlace se usa en la presente realización. La unidad de conmutación de paquetes de señalización incluye un módulo de remisión de rutas explícitas y una tabla de asociación de puertos de rutas, y el módulo de remisión de rutas explícitas es responsable de resolver la ruta de un paquete de datos de señalización, de buscar la tabla de asociación de puertos de rutas y de remitir el paquete de datos de señalización. La interfaz de nodo de control, como una interfaz a los nodos de control, es responsable de producir un conjunto de paquetes concurrentes de datos de señalización en el nodo de control de origen, seleccionar un paquete de datos de señalización en base a la condición de recepción en el extremo de destino y de entregarlo al sector de servicio del nodo de control para su procesamiento.

Cuando un nodo de control necesita enviar una señalización, genera datos de señalización y una solicitud, mediante la interfaz de nodo de control, y los envía a la unidad de mantenimiento de rutas de señalización; la unidad de mantenimiento de rutas de señalización toma la ruta explícita de destino que necesita transmitirse desde la tabla de rutas explícitas, empaqueta los datos de señalización como un paquete de datos de IP y lo entrega a la unidad de conmutación de paquetes de señalización para efectuar la remisión. La unidad de conmutación de paquetes de señalización extrae una dirección local del próximo salto de la tabla de rutas explícitas, luego consulta el correspondiente puerto de salida y despacha el paquete de datos. Cuando la unidad de conmutación de paquetes de señalización del siguiente salto recibe el paquete de datos, continúa extrayendo la dirección del próximo salto, luego consulta el correspondiente puerto de salida y despacha el paquete de datos, hasta que la unidad de conmutación de paquetes de señalización de un próximo salto posterior halla que la dirección de destino es una dirección local;

entonces el paquete de datos se entrega a la interfaz local de nodo de control para realizar la recepción prioritaria, y se entrega al nodo de control para su procesamiento.

Los medios de encaminamiento de señalización se establecen en el nodo de control de cada dispositivo de elemento de red en el sistema de red óptica, y forman una plataforma uniforme de control de señalización, a fin de calcular rutas explícitas para la señalización de comunicación y realizar la remisión de paquetes.

La Fig. 2 es un diagrama de una red óptica que se forma usando el medio mostrado en la Fig. 1, en donde el plano de transporte (red de transporte) está separado del plano de control (red de señalización), el plano de transporte consiste en 3 dispositivos de elementos de red, y el plano de control incluye los nodos de control A, B, C, D, E, F, I, J y Z, el dispositivo 1 de elemento de red corresponde al nodo A de control, el dispositivo 2 de elemento de red corresponde al nodo C de control y el dispositivo 3 de elemento de red corresponde al nodo Z de control. El plano de transporte del dispositivo de elemento de red puede ser diversos dispositivos de transporte de la Red de Transporte Óptico (OTN) o de SDH. Cada nodo de control contiene en el mismo el medio de encaminamiento de señalización mostrado en la Fig. 1 para realizar la función de encaminamiento de señalización del plano de control; otros módulos funcionales procesarán funciones de señalización al nivel de servicios del plano de control. Los medios de encaminamiento de señalización de cada nodo de control forman la parte transmisora de señalización del nodo de control de la red óptica. Los paquetes de datos de señalización entre los nodos de control se remiten entre nodos de control de los dispositivos de elementos de red, mediante el medio de encaminamiento de señalización.

El diagrama de flujo de la realización del transporte de la señalización en forma de paquetes de datos en la red óptica mostrada en la Fig. 2 se muestra en la Fig. 3. En primer lugar, es necesario obtener información de topología de red. Cada nodo de control está dotado de un medio de encaminamiento de señalización en el mismo, y está configurado con una única dirección de comunicación de la red de señalización; de tal manera, se construye una red independiente de señalización conmutada por paquetes en toda la red óptica. La lista de nodos de control y de nodos de control adyacentes (incluyendo el sobregasto de enlace entre los nodos) se configura a través de una interfaz (puede incluir, pero no se limita a, una interfaz de línea de comandos, o una interfaz gráfica sencilla), o puede configurarse usando la característica de autodescubrimiento. Luego, la anterior información de estado de enlace se difunde a cada nodo de control en la red, usando el protocolo de estado de enlace, de modo tal que cada nodo de control pueda construir una imagen completa de la red de señalización, es decir, la topología de la red.

Luego, el nodo de control de origen calcula la ruta explícita entre sí mismo y cualquiera de los nodos de control, y la guarda en el nodo de control de origen, de modo tal que cada nodo de control pueda funcionar como un potencial nodo de control de origen para calcular y preservar la ruta explícita. A fin de mejorar la invulnerabilidad de la red, se necesita, en la invención, calcular al menos dos rutas con mínima dependencia de enlace entre dos cualesquiera de los nodos de control, y debería haber tan pocos nodos intermedios solapados, y enlaces entre cada ruta, como sea posible. La ruta explícita obtenida se calcula para formar una tabla de rutas explícitas y se guarda en el nodo de control de origen; la tabla de rutas explícitas registra al menos dos rutas con mínima dependencia de enlace entre cualquier nodo y cualquier otro nodo en la red. El formato de una tabla corriente de rutas es generalmente <destino, sobregasto, próximo punto de salto> y la tabla se registra en cada nodo remitente; mientras que el formato de una tabla de rutas explícitas es generalmente <origen, próximo punto de salto, próximo punto de salto,..., destino, sobregasto>, y la tabla sólo necesita estar registrada en el nodo de control de origen. Para una tabla de rutas explícitas entre el mismo origen y los nodos de destino, el próximo punto de salto en la misma no debería solaparse, en la medida de lo posible, a fin de garantizar que la dependencia de enlace de la ruta es la mínima.

Un algoritmo de rutas de diversidad o un algoritmo de rutas con restricciones puede emplearse para calcular rutas explícitas. La presente invención ha presentado un algoritmo de Dijkstra mejorado, según se muestra en la Fig. 4. Cada nodo de control de origen que tiene señalización para enviar usa un algoritmo de Dijkstra de búsqueda hacia delante, u otros algoritmos de rutas restringidas, y calcula rutas explícitas a partir de la topología de red recogida del Paquete de Estado de Enlace (LSP) reunido por ese nodo de control; dos tablas están implicadas en el cálculo: una tabla de trayectos en prueba y una tabla de verificación; la primera registra los trayectos candidatos y los sobregastos durante el cálculo del trayecto más corto, y la segunda registra el trayecto más corto verificado y el sobregasto, desde el origen actual hasta un nodo de próximo salto. Cada tabla tiene una pluralidad de registros de rutas en la misma, cuyo formato es <próximo punto de salto,..., destino, sobregasto>, se obtienen dos rutas explícitas realizando dos veces la búsqueda y el cálculo, cuando el nodo local es un nodo de control de origen, y la tabla final de verificación solamente registra en la misma las direcciones de encaminamiento de todos los nodos de control que se han recorrido entre el origen y el potencial nodo de control de destino. Específicamente, las etapas son: un nodo de control de origen inicializa la tabla de verificación, en donde el sobregasto del enlace es 0. El nodo que ha sido añadido recientemente a la tabla de verificación se llama un nodo Próximo, y se examina el Paquete de Estado de Enlace (LSP) del nodo de control de origen. Se calcula el sobregasto total desde el nodo de control de origen hasta el nodo Próximo y desde el nodo Próximo a los nodos adyacentes. Luego, se determina si los nodos adyacentes están en la tabla de trayectos en prueba; si es así, entonces se determina adicionalmente si el anterior sobregasto es menor que el registro actual en la tabla de trayectos en prueba; si es así, entonces el registro actual es reemplazado por el registro <próximo punto de

salto,..., nodos adyacentes, sobregasto>; si el sobregasto no es menor que el registro actual, entonces se preserva el registro actual y se descarta el nuevo registro. Si los nodos adyacentes no están en la tabla de trayectos en prueba, entonces se añade el registro <próximo punto de salto,..., nodos adyacentes, sobregasto> a la tabla de trayectos en prueba; obsérvese que esta vez cada registro contiene todos los nodos que se han recorrido. En este momento, se determina si la tabla de trayectos en prueba está vacía; si no es así, entonces se selecciona el registro con el menor sobregasto en la tabla de trayectos en prueba y se lleva a la tabla de verificación, luego se vuelve (se cicla) para continuar examinando el Paquete de Estado de Enlace (LSP); si la tabla de trayectos en prueba está vacía, entonces se emite la ruta completa desde el nodo de control de origen hasta el nodo de control de destino. En este momento, se determina si se han calculado o no todas las rutas; si es así, se termina el proceso para calcular rutas explícitas; si no es así, se aumenta el sobregasto del enlace entre los nodos de control que han sido seleccionados, y luego el nodo de control de origen reinicializa la tabla de verificación, calcula la correspondiente segunda ruta hasta que se hayan obtenido todas las segundas rutas. Debería señalarse que si el nodo de control intermedio sólo realiza la remisión, no se tomará como un potencial nodo de origen, por lo que el cálculo de las dos rutas anteriores puede no realizarse.

Después de obtener la tabla de rutas explícitas, el nodo de control de origen realiza el envío concurrente de paquetes de datos de señalización. El medio de encaminamiento de señalización en el nodo de control de origen empaqueta la información de señalización a transferir en paquetes de datos, genera dos paquetes de datos que tienen el mismo contenido de señalización, pero que tienen distintos contenidos de cabecera; la cabecera contiene en la misma distintas rutas explícitas, cuyos campos de datos tienen distintos identificadores (ID), y el identificador (ID) se indica como (X, Y1) y (X, Y2), donde X representa el número de secuencia del paquete de datos, y puede ser un número de serie; Y1, Y2 representan a la parte primera y segunda del mismo paquete X de datos. La información de señalización empaquetada se despacha según distintas rutas explícitas.

Después de que el medio de encaminamiento de señalización en el nodo de control intermedio recibe el paquete de datos de señalización, realiza la conmutación y la remisión en base a la ruta explícita llevada por la cabecera del paquete de datos. Cada puerto de salida de cada nodo de control tiene un número, la ruta explícita y el puerto de salida del dispositivo están asociados entre sí; así, el correspondiente puerto de salida puede buscarse según la ruta explícita llevada por el paquete de datos, y luego el paquete de datos se remite al correspondiente puerto de salida.

Específicamente, el proceso para remitir el paquete de datos es: el campo de dirección de cabecera del paquete de datos de señalización lleva consigo la ruta explícita calculada por el nodo de control de origen, a partir del nodo de control de origen, y el medio de encaminamiento de señalización de cada nodo de control que ha recibido un paquete de datos consulta la ruta explícita de la cabecera del paquete de datos. Si lo que indica la dirección actual no es una dirección de destino, es decir, el nodo de control actual no es un nodo de control de destino, entonces se asocia a un correspondiente puerto de salida en base a la dirección del próximo punto de salto indicado en la ruta explícita, y se despacha el paquete; a la vez, la dirección del próximo punto de salto que indica el nodo de control actual se hace avanzar en una posición de puntero, y el puntero se establece en un campo de la cabecera. Dado que puede haber varios saltos de nodos de control para realizar la remisión en el trayecto desde el nodo de control de origen hasta el nodo de control de destino, la cabecera del paquete de datos necesita contener suficiente información de ruta explícita, a fin de que cada nodo de control en el trayecto pueda determinar el puerto de salida para remitir, en base a la información de ruta explícita.

Después de ser remitido por los nodos de control intermedios, el paquete de datos de señalización llega al nodo de control de destino. Cuando el medio de encaminamiento de señalización del nodo de control de destino recibe el paquete de datos, selecciona un paquete de datos según una política predefinida, en base al identificador (ID) llevado por ese paquete de datos; la política puede ser una política que selecciona paquetes de datos de buena calidad; por ejemplo, no tienen códigos de error; o bien puede ser una política que selecciona el paquete de datos que llega primero, en base a la secuencia de llegada, y luego descarta el paquete de datos duplicado. Así, incluso si ocurre un fallo en el nodo o enlace que ha sido recorrido por cualquiera de las dos rutas, o si el paquete de datos se pierde debido a un desborde de almacén temporal, la transmisión de la señalización no se verá afectada.

A continuación, la red mostrada en la Fig. 2 se toma como una realización para describir la presente invención en detalle, y el paquete de datos de los datos de señalización toma la forma de un paquete de IP. El medio de encaminamiento de señalización en los respectivos nodos de control de la red difunde el estado de los enlaces entre los respectivos nodos a todos los medios de encaminamiento de señalización en la red, usando el protocolo OSPF de encaminamiento, en base a la relación de vecindad entre punto y punto configurada por el administrador de la red, y genera automáticamente el diagrama de topología de la red de señalización del plano de control. Cuando se necesita establecer una conexión física entre el dispositivo 1 de elemento de red y el dispositivo 3 de elemento de red, primero es necesario establecer una conexión entre el dispositivo 1 de elemento de red y el dispositivo 2 de elemento de red. Según se muestra, el dispositivo 1 de elemento de red corresponde al nodo A de control, y el dispositivo 2 de elemento de red corresponde al nodo C de control. Antes de que se realice la transmisión de la señalización entre el nodo A de control y el nodo C de control por primera vez, es necesario que se calculen primero dos rutas explícitas con mínima dependencia de enlace desde el nodo A de control hasta el nodo C de control. Puede emplearse un algoritmo de

selección de rutas de diversidad o un algoritmo de encaminamiento de restricciones para calcular dos rutas de origen independientes del enlace: A-B-C y A-D-E-C, y ambas serán registradas.

Actualmente, hay muchos algoritmos de rutas de diversidad y algoritmos de encaminamiento de restricciones, y pueden seleccionarse según los fines de optimización. Un algoritmo de Dijkstra mejorado, según se muestra en la Fig. 4, también puede emplearse para calcular la ruta explícita. Como se muestra en la Fig. 5, primero, el sobregasto de conexión de todos los nodos de control se fija en 1, y luego puede obtenerse fácilmente un trayecto A-B-C con el mínimo número de saltos, usando el algoritmo de Dijkstra mejorado. Luego el sobregasto de conexión de los nodos que han sido seleccionados se fija en un número mayor (tal como 5) y se ejecuta nuevamente el algoritmo de Dijkstra mejorado para obtener otro trayecto A-D-E-C que tenga mínima dependencia de enlace con el trayecto precedente. Esencialmente, seleccionar el trayecto A-F-I-C es lo mismo que seleccionar el trayecto A-D-E-C; aquí sólo se expondrá el caso en el cual se selecciona el trayecto A-D-E-C. En la invención, el sobregasto de conexión de los nodos que han sido usados se fija en un valor mayor (en lugar de borrarlos); la ventaja es que, en caso de que no pudiera hallarse un trayecto que sea totalmente independiente del enlace, se permite el solapamiento parcial de rutas. Este caso se muestra en la Fig. 6, bajo ciertas condiciones especiales de topología de red, tales como que el segmento BC está solapado; para evitar que ocurra un fallo cuando se realiza la búsqueda por el algoritmo, puede seleccionarse A-F-I-B-C como otra ruta, en base al cambio de sobregasto de enlace, en lugar de borrar el segmento; por supuesto, esta es una transacción realizada debido a que la topología de red de señalización está limitada.

Después de obtener la ruta explícita, el nodo A de control de origen genera dos paquetes de datos de IP que tienen el mismo contenido de señalización, y añade respectivamente dos identificadores relacionados (X, Y1) y (X, Y2) en el campo de datos de la cabecera, donde X representa el número de secuencia del paquete de datos, y puede tomar la forma de un número de serie; los números 1, 2 representan la parte primera y segunda de un mismo paquete X de datos. Las rutas explícitas llevadas por la cabecera de IP son, respectivamente, A-B-C y A-D-E-C. El medio de encaminamiento de señalización del nodo A de control halla el correspondiente puerto de salida en base a las rutas explícitas y envía el paquete de datos de IP al nodo B de control y al nodo C de control, respectivamente. A fin de facilitar que el próximo nodo obtenga información correcta, el nodo A de control desplaza la indicación de puntero de las rutas explícitas y obtiene las rutas explícitas B-C-A y D-E-C-A, respectivamente, y se envían junto con el paquete de datos de IP al nodo B de control y al nodo D de control, respectivamente. Cuando el nodo B de control y el nodo D de control han recibido el paquete de datos, después de buscar el correspondiente puerto de salida en base a las rutas explícitas, desplazan nuevamente las rutas explícitas para obtener C-A-B y E-C-A-D, respectivamente, que son remitidas a su vez con el paquete de datos de IP al próximo nodo C de control y al nodo E de control, respectivamente, hasta que cada una llega al nodo C de control de destino; ahora, las rutas explícitas han completado un desplazamiento cíclico total.

En condiciones normales, después de recorrer distintas rutas explícitas, cada uno de los dos paquetes de señalización de IP enviados por el nodo A de control llegará al nodo C de control de destino normalmente. El nodo C de control de destino realiza la selección prioritaria sobre los paquetes de señalización de IP; en la presente realización, la política de selección prioritaria es seleccionar el paquete de señalización de IP que llega primero; el medio de encaminamiento de señalización en el nodo C de control de destino resuelve el paquete de señalización de IP recibido, remite la señalización a otros módulos procesadores de servicios para que sea procesada por ellos, y preserva el identificador (ID) del paquete de datos de IP, o una copia del mismo. Cuando llega la segunda parte del paquete de datos de señalización con el mismo contenido, después de confirmar que el contenido de señalización es el mismo (comparando el identificador o la copia), se descartan ese paquete de datos y el identificador (ID) preservado del paquete de datos de IP, o su copia.

Según el procedimiento anterior, si ocurre un fallo en la ruta A-B-C, el paquete de datos de señalización transferido en la ruta A-D-E-C no se verá afectado. De manera similar, un fallo en la ruta A-D-E-C tampoco afectará a la transmisión de datos de señalización en la ruta A-B-C. Para la ruta explícita entre el nodo A de control y el nodo C de control, se calculan dos rutas explícitas en la presente realización; en la práctica, en base a las necesidades efectivas, pueden usarse más de dos rutas de señalización con mínima dependencia de enlace para realizar la remisión, cuyo mecanismo de procesamiento es el mismo que el de las dos rutas explícitas anteriores.

El protocolo de encaminamiento OSPF tiene cierta característica de autocuración de red, y puede remodificar la fiabilidad de transmisión de la señalización entre los nodos de control, en base al estado en tiempo real de la red. Si ocurre un fallo en el nodo B de control en la ruta A-B-C, y el fallo no se elimina en cierto tiempo (por ejemplo, el tiempo de autocuración de red del protocolo OSPF es habitualmente de 60 segundos), entonces el nodo de control de origen calcula nuevamente la ruta explícita usando el algoritmo de rutas de diversidad, en base a la topología de red actualizada; en este momento, la ruta A-F-I-C puede ser reseleccionada como otra nueva segunda ruta.

El proceso para establecer una conexión entre el dispositivo 2 de elemento de red y el dispositivo 3 de elemento de red es similar al proceso anterior para establecer una conexión entre el dispositivo 1 de elemento de red y el dispositivo 2 de elemento de red: se obtienen dos rutas explícitas C-Z y C-J-Z entre el nodo C de control y el nodo Z de control,

correspondientes al dispositivo 2 de elemento de red y al dispositivo 3 de elemento de red, para realizar la transmisión y remisión de la señalización.

Finalmente, debería observarse que las realizaciones anteriores son meramente para ilustrar la solución técnica de la presente invención, y no están concebidas para limitar la invención. Aunque la presente invención se ha descrito en detalle con referencia a realizaciones preferidas, los expertos en la técnica deberían apreciar que pueden hacerse modificaciones o sustituciones equivalentes en la solución técnica de la invención, sin apartarse del alcance de la invención, que debería estar cubierto en las reivindicaciones de la invención.

REIVINDICACIONES

1. Un aparato para encaminar información de señalización entre nodos de control en una red óptica, que comprende:

- una unidad de mantenimiento de rutas de señalización,

- una unidad de conmutación de paquetes de señalización y

- una interfaz de nodos de control;

dicha unidad de mantenimiento de rutas de señalización es operable

- para mantener información de estado de enlace de la red,

- para monitorizar un enlace,

- para difundir información de topología de red,

- para actualizar la información de topología de red,

- para calcular rutas explícitas para formar una tabla de rutas explícitas, en donde la tabla de rutas explícitas registra al menos dos rutas explícitas con mínima dependencia de enlace entre dos nodos de control cualesquiera, y

- para formar paquetes de datos de información de señalización según cada ruta explícita;

dicha unidad de conmutación de paquetes de señalización es operable

- para resolver cada ruta explícita de un paquete de datos de información de señalización,

- para buscar una relación de asociación de un puerto de ruta según la ruta explícita, y

- para remitir el paquete de datos de información de señalización al puerto de ruta en base a la ruta explícita;

dicha interfaz de nodos de control es operable

- para enviar información de señalización concurrente generada en un nodo de control de origen a dicha unidad de mantenimiento de rutas de señalización, para formar paquetes de datos de información concurrente de señalización,

- para recibir paquetes de datos de información de señalización desde una unidad de conmutación de paquetes de señalización de otro aparato para encaminar información de señalización,

- para seleccionar un paquete de datos de información de señalización según una condición de recepción, y

- para enviar el paquete seleccionado de datos de información de señalización a un nodo de control de destino, para su procesamiento.

2. El aparato para encaminar información de señalización en una red óptica según la reivindicación 1, en el cual dicha unidad de mantenimiento de rutas de señalización incluye un módulo de monitorización y difusión de estado de enlace, un repositorio de topología de red, un módulo de cálculo de rutas explícitas y una tabla de rutas explícitas; en el cual

dicho módulo de monitorización y difusión de estado de enlace es operable para mantener el estado de enlace de la red, monitorizar el enlace de red, difundir información de topología de red, actualizar la topología de red y grabar la topología de red en dicho repositorio de topología de red;

dicho módulo de cálculo de rutas explícitas está configurado para calcular rutas explícitas y grabar el resultado de la ruta calculada en dicha tabla de rutas explícitas.

3. El aparato para encaminar información de señalización en una red óptica según la reivindicación 2, en el cual dicho módulo de monitorización y difusión de estado de enlace utiliza el protocolo OSPF de estado de enlace.

4. El aparato para encaminar información de señalización en una red óptica según la reivindicación 1 o 2, en el cual dicha unidad de mantenimiento de rutas de señalización calcula la ruta explícita usando un algoritmo de rutas de diversidad o un algoritmo de encaminamiento restringido, genera la tabla de rutas explícitas en cualquier nodo de control, registra al menos dos rutas con mínima dependencia de enlace entre ese nodo de control y los otros nodos de control en la red; y el formato de dicha tabla de rutas explícitas es una ruta explícita estándar, es decir, <origen, próximo punto de salto, próximo punto de salto, ..., destino, sobregasto>, y se registra en el nodo de control de origen.

5. El aparato para encaminar información de señalización en una red óptica según la reivindicación 4, en el cual las etapas de calcular la ruta explícita por parte de dicha unidad de mantenimiento de rutas de señalización son:

realizar un algoritmo de Dijkstra de búsqueda hacia delante sobre cada nodo de control de origen que tenga información de señalización para enviar,

calcular una ruta explícita a partir de la imagen de red de señalización recogida del Paquete de Estado de Enlace reunido por ese nodo de control de origen,

mantener dos tablas: una tabla de trayectos de prueba y una tabla de verificación, donde cada tabla tiene una pluralidad de registros en la misma, cuyo formato es <próximo punto de salto, ..., destino, sobregasto>, y

obtener dos rutas explícitas realizando dos veces la búsqueda y el cálculo; cuando el nodo local es un nodo de control de origen, la tabla de rutas de verificación final sólo registra en la misma direcciones de encaminamiento de todos los nodos de control que se han recorrido entre el origen y el nodo potencial de control de destino.

6. El aparato para encaminar información de señalización en una red óptica según la reivindicación 1, en el cual dicha unidad de conmutación de paquetes de señalización comprende un módulo de remisión de rutas explícitas y una tabla de asociación de puertos de ruta, en el que

dicho módulo de remisión de rutas explícitas es operable para resolver la ruta de un paquete de datos de información de señalización, buscar dicha tabla de asociación de puertos de ruta y remitir el paquete de datos de información de señalización.

7. El aparato para encaminar información de señalización en una red óptica según la reivindicación 1, en el cual el campo de dirección de cabecera de dicho paquete de datos de información de señalización lleva consigo la ruta explícita calculada por el nodo de control de origen; a partir del nodo de control de origen, la interfaz de nodos de control realiza concurrentemente el envío de paquetes de datos de información de señalización, y cada nodo que recibe el paquete de datos de información de señalización consulta la ruta explícita de la cabecera; si lo que indica la dirección actual no es una dirección de destino, entonces se asocia a un correspondiente puerto de dispositivo, en base a la dirección del siguiente punto de salto indicado en el paquete de datos de información de señalización, para realizar la transmisión, y la dirección del próximo punto de salto que indica el nodo de control actual se avanza en una posición de puntero; si la dirección actual es una dirección de destino, entonces el paquete de datos de información de señalización se entrega a una interfaz local de nodo de control para realizar la recepción prioritaria.

8. Una red óptica, que comprende un plano de transporte, un plano de control y un plano de gestión; en la cual dicho plano de transporte comprende una pluralidad de dispositivos de elementos de red y está configurada para proporcionar transporte unidireccional o bidireccional de información de usuario de extremo a extremo;

dicho plano de control comprende una pluralidad de nodos de control, y dichos nodos de control están configurados para controlar información de señalización y encaminar el correspondiente plano de transporte, y realizar operaciones de establecimiento y borrado de conexiones;

en la que dicho nodo de control comprende adicionalmente en el mismo un aparato para encaminar información de señalización según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en el que

el aparato para encaminar información de señalización proporciona un canal de transporte de la información de señalización para el nodo de control, y está configurado para calcular rutas explícitas y realizar la remisión de paquetes para la información de señalización de comunicación; y el aparato para encaminar información de señalización dentro de dichos nodos de control forma una plataforma de control de señalización, y la información de señalización entre dichos nodos de control se transporta en forma de paquetes de datos de información de señalización.

9. Un procedimiento para encaminar información de señalización entre nodos de control en una red óptica, en el que cada nodo de control de dicha red óptica está dotado de un aparato para encaminar información de señalización, que forma una red independiente de señalización, y dicho procedimiento comprende las etapas de:

etapa 1: obtener información de estado de enlace entre los nodos de control y difundir la información de estado de enlace a cada nodo de control;

etapa 2: calcular en un nodo de control de origen al menos dos rutas explícitas con mínima dependencia de enlaces entre dos cualesquiera de los nodos de control;

etapa 3: empaquetar, por parte del nodo de control de origen, la información de señalización a transportar simultáneamente en al menos dos paquetes de datos de información de señalización, en base a las rutas explícitas, y despachar los paquetes de datos de información de señalización según distintas rutas;

etapa 4: después de recibir los paquetes de datos de información de señalización, buscar, con un código de control intermedio, el correspondiente puerto de salida, en base a las rutas explícitas llevadas por los paquetes de datos de información de señalización, y remitir los paquetes de datos de información de señalización al puerto de salida;

etapa 5: seleccionar, por parte de un nodo de control de destino, uno de los paquetes de datos de información de señalización, en base a la condición de recepción de los paquetes de datos de información de señalización, descartar paquetes duplicados de datos de información de señalización y resolver la información de señalización dentro del paquete de datos de información de señalización.

10. El procedimiento para encaminar información de señalización en una red óptica según la reivindicación 9, en el cual dicha etapa 1 de obtener información de estado de enlace entre nodos de control comprende adicionalmente: configurar el aparato para encaminar información de señalización en cada nodo de control con una única dirección de comunicación de la red de señalización; configurar una lista de los respectivos nodos de control y los nodos de control adyacentes, mediante una interfaz, incluyendo el sobregasto de enlace entre nodos.

11. El procedimiento para encaminar información de señalización en una red óptica según la reivindicación 10, en el cual dicha lista de nodos de control también puede configurarse con una característica de autodescubrimiento.

12. El procedimiento para encaminar información de señalización en una red óptica según la reivindicación 9, en el cual dicha etapa 2 de calcular rutas explícitas comprende adicionalmente: usar un algoritmo de Dijkstra de búsqueda hacia delante u otros algoritmos de encaminamiento restringido, por parte de cada nodo de control de origen que tenga información de señalización para enviar, para calcular la ruta explícita a partir de la topología de red recogida del Paquete de Estado de Enlace reunido por ese nodo de control de origen; una tabla de trayectos de prueba y una tabla de verificación están implicadas en el cálculo; obtener dos rutas explícitas realizando dos veces la búsqueda y el cálculo; cuando el nodo local es un nodo de control de origen, la tabla de verificación final sólo registra en la misma las direcciones de encaminamiento de todos los nodos de control que han sido recorridos entre el origen y el nodo potencial de control de destino; y registrar la tabla de rutas explícitas en el nodo de control de origen.

13. El procedimiento para encaminar información de señalización en una red óptica según la reivindicación 12, en el cual dicha etapa de calcular rutas explícitas es:

1) inicializar la tabla de verificación por parte del nodo de control de origen, en el que el sobregasto de enlace es 0;

2) examinar el Paquete de Estado de Enlace del nodo de control de origen, y el nodo que ha sido añadido recientemente a la tabla de verificación se llama un nodo Próximo;

3) calcular el sobregasto total desde el nodo de control de origen hasta el nodo Próximo y desde el nodo Próximo hasta los nodos adyacentes;

4) determinar si los nodos adyacentes están en la tabla de trayectos en prueba; si es así, entonces ir a la etapa 5); si los nodos adyacentes no están en la tabla de trayectos en prueba, entonces añadir el registro <próximo punto de salto, ..., nodos adyacentes, sobregasto> a la tabla de trayectos en prueba; ir a la etapa 6);

5) determinar si el anterior sobregasto es menor que el registro actual en la tabla de trayectos en prueba; si es así, entonces el registro actual se reemplaza por el registro <próximo punto de salto, ..., nodos adyacentes, sobregasto>; si el sobregasto no es menor que el registro actual, entonces se preserva el registro actual;

6) determinar si la tabla de trayectos en prueba está vacía; si no está vacía, entonces se selecciona el registro con el menor sobregasto en la tabla de trayectos en prueba y se lleva a la tabla de verificación; luego, ir a la etapa 2); si la tabla de trayectos en prueba está vacía, entonces se emite la ruta completa desde el nodo de control de origen hasta el nodo de control de destino;

7) determinar si se han calculado todas las rutas; si es así, se acaba el proceso para calcular rutas explícitas; si no es así, se aumenta el sobregasto del enlace entre los nodos de control que han sido seleccionados, y el proceso vuelve a la etapa 1).

14. El procedimiento para encaminar información de señalización en una red óptica según la reivindicación 9, en el cual, en dicha etapa 3, el contenido de cabecera de los dos paquetes de datos de información de señalización es distinto, incluyendo las rutas explícitas llevadas por el campo de dirección de cabecera, y los identificadores (ID) en el campo de datos son distintos, en donde el identificador (ID) puede indicarse como (X, Y1) e (X, Y2), donde X representa el número de secuencia del paquete de datos de información de señalización, y puede ser un número de serie; Y1, Y2 representan la parte primera y segunda de un mismo paquete X de datos de información de señalización.

15. El procedimiento para encaminar información de señalización en una red óptica según la reivindicación 9, en el cual dicha etapa 4 de remitir paquetes de datos de información de señalización comprende adicionalmente: el nodo de control que ha recibido un paquete de datos de información de señalización consulta la ruta explícita llevada por el

campo de dirección de cabecera del paquete; si lo que indica la dirección actual no es una dirección de destino, es decir, el nodo de control actual no es un nodo de control de destino, entonces se asocia a un correspondiente puerto de salida, en base a la dirección del próximo punto de salto indicado en la ruta explícita, y se despacha el paquete de datos de información de señalización; a la vez, la dirección del próximo punto de salto que indica el nodo de control actual se avanza en una posición de puntero.

16. El procedimiento para encaminar información de señalización en una red óptica según la reivindicación 15, en el cual, después de que dicho nodo de control ha hallado el correspondiente puerto de salida en base a la ruta explícita, desplaza la indicación de puntero de la ruta explícita y transmite la ruta explícita desplazada, junto con el paquete de datos de información de señalización, a un próximo nodo.

17. El procedimiento para encaminar información de señalización en una red óptica según la reivindicación 9, en el cual, en dicha etapa 5, la política para que un nodo de control de destino seleccione un paquete de datos de información de señalización es seleccionar un paquete de datos de información de señalización de buena calidad, o bien seleccionar el paquete de datos de información de señalización que llegue primero en base a la secuencia de llegada.

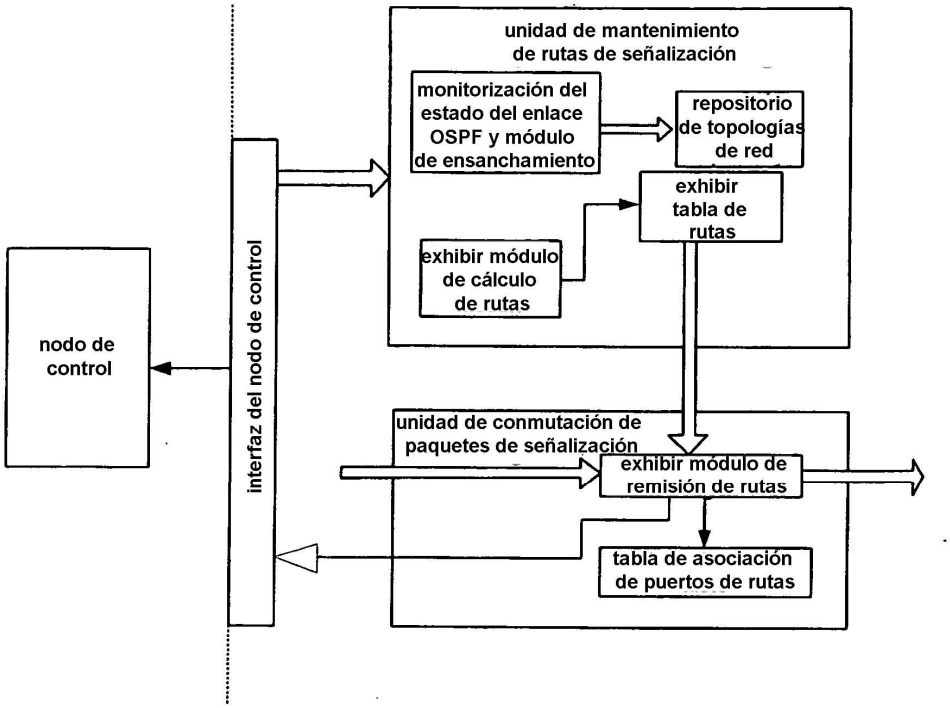
unidad de mantenimiento
de rutas de señalización
monitorización del
estado del enlace
OSPF y módulo
de ensanchamiento
repositorio
de topologías
de red
exhibir
tabla de
rutas
exhibir módulo
de cálculo
de rutas
nodo de
control
interfaz del nodo de control
unidad de conmutación de
paquetes de señalización
exhibir módulo de
remisión de rutas
tabla de asociación
de puertos de rutas

Fig 1

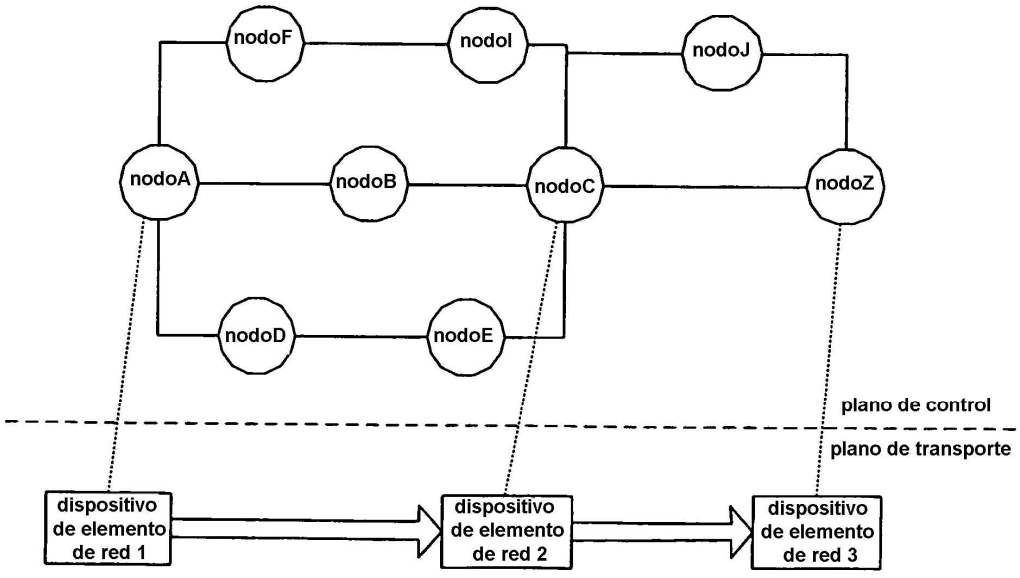
nodoF
nodoI
nodoJ
nodoA
nodoB
nodoC
nodoZ
nodoD
nodoE
plano de control
plano de transporte
dispositivo
de elemento
de red 1
dispositivo
de elemento
de red 2
dispositivo
de elemento
de red 3

Fig 2

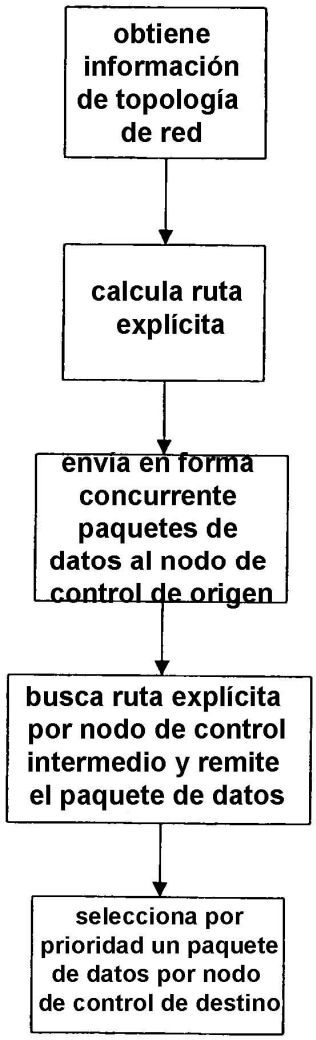
obtiene información de topología de red
calcula ruta explícita
envía en forma concurrente paquetes de datos al nodo de control de origen
busca ruta explícita por nodo de control intermedio y remite el paquete de datos
selecciona por prioridad un paquete de datos por nodo de control de destino

Fig 3

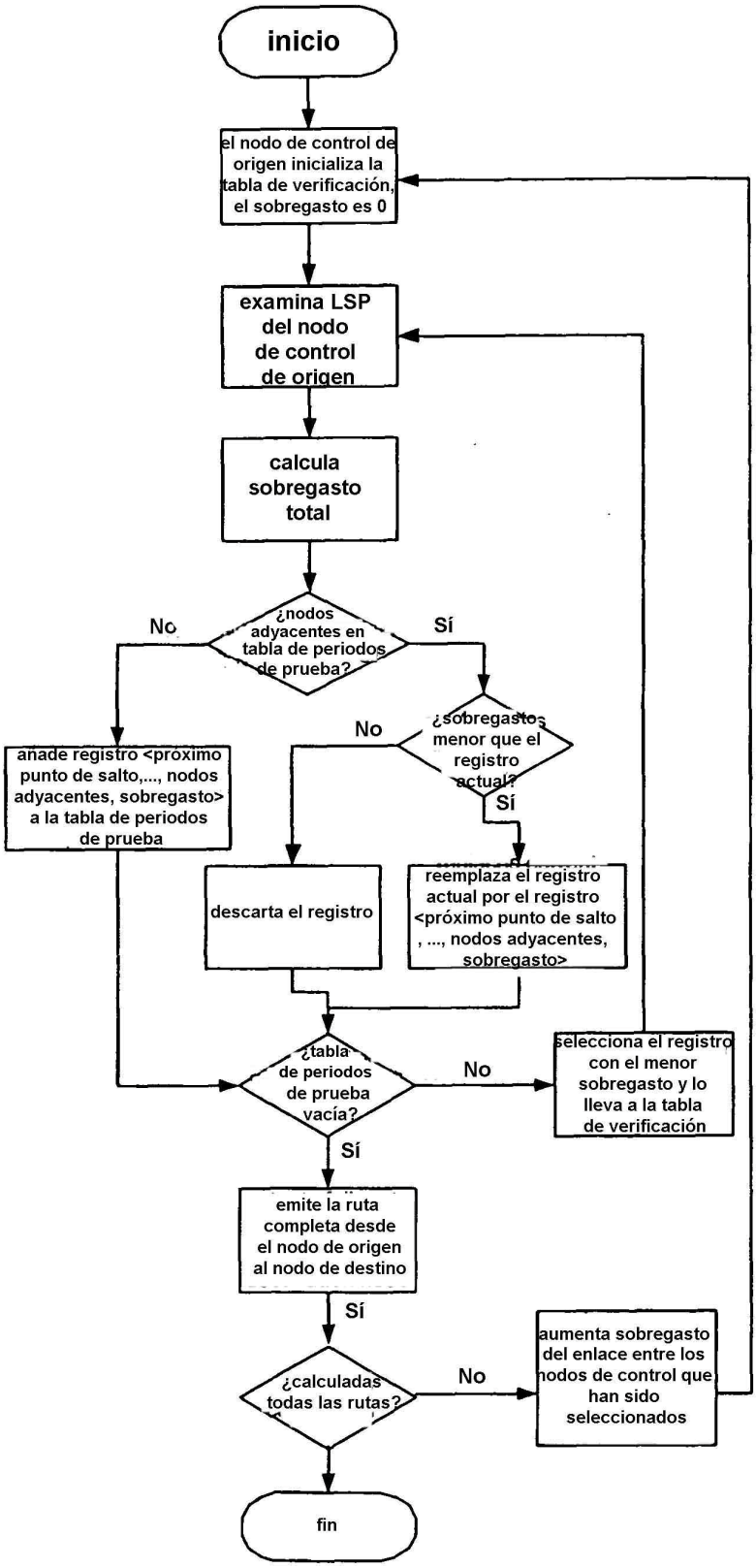
inicio
el nodo de control de origen inicializa la tabla de verificación, el sobregasto es 0
examina LSP del nodo de control de origen
calcula sobregasto total
¿nodos adyacentes en tabla de periodos de prueba?
No
Sí
añade registro <próximo punto de salto,..., nodos adyacentes, sobregasto> a la tabla de periodos de prueba
¿sobregasto menor que el registro actual?
No
Sí
descarta el registro
reemplaza el registro actual por el registro <próximo punto de salto , ..., nodos adyacentes, sobregasto>
¿tabla de periodos de prueba vacía?
No
selecciona el registro con el menor sobregasto y lo lleva a la tabla de verificación
Sí
emite la ruta completa desde el nodo de origen al nodo de destino
Sí
¿calculadas todas las rutas?
No
aumenta sobregasto del enlace entre los nodos de control que han sido seleccionados
fin

Fig 4

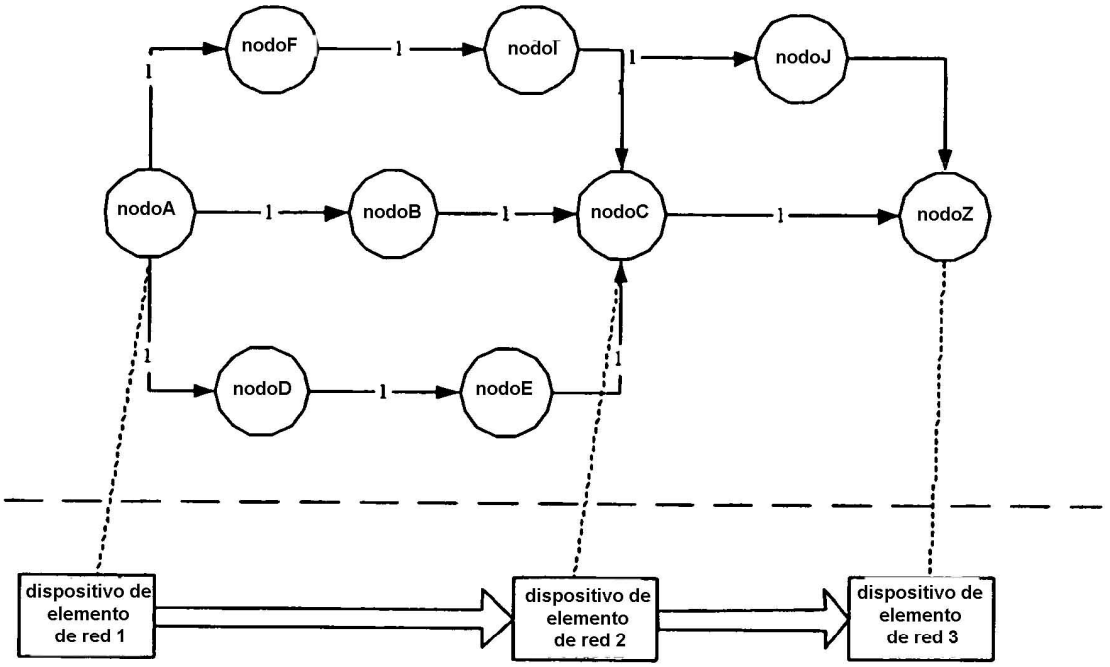
nodoF
nodoI
nodoJ
nodoA
nodoB
nodoC
nodoZ
nodoD
nodoE
1
dispositivo de elemento de red 1
dispositivo de elemento de red 2
dispositivo de elemento de red 3

Fig 5

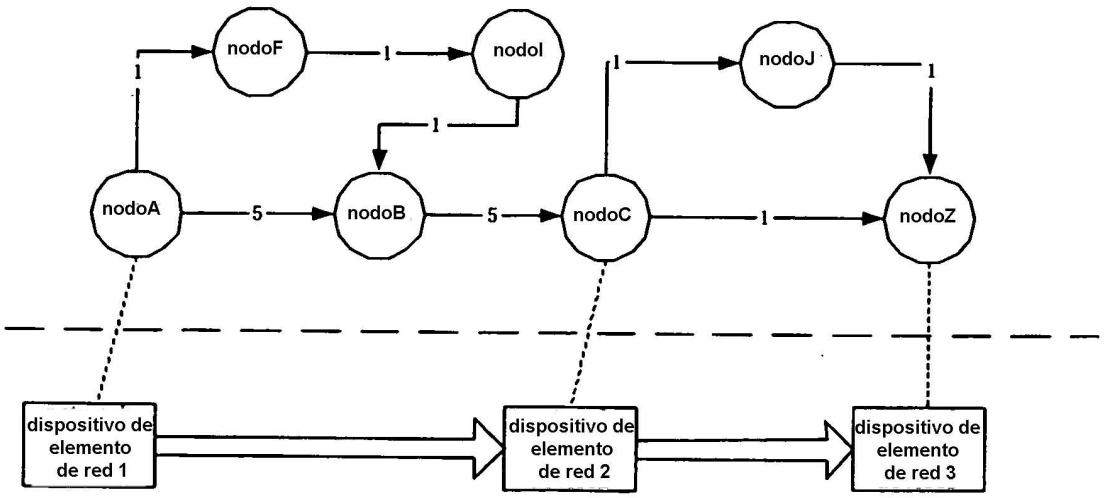
nodoF
nodoI
nodoJ
nodoA
nodoB
nodoC
nodoZ
1
5
dispositivo de elemento de red 1
dispositivo de elemento de red 2
dispositivo de elemento de red 3

Fig 6