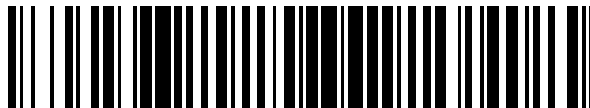


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 420 998**

51 Int. Cl.:

H04J 14/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.02.2010 E 10745816 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.05.2013 EP 2403171**

54 Título: **Método y aparato para emitir el mensaje de protocolo de encaminamiento y calcular el encaminamiento**

30 Prioridad:

26.02.2009 CN 200910006862

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

28.08.2013

73 Titular/es:

**HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD. (100.0%)
Huawei Administration Building Bantian
Longgang District, Shenzhen
Guangdong 518129, CN**

72 Inventor/es:

**LIN, YI;
HAN, JIANRUI y
ZHANG, FATAI**

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 420 998 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Método y aparato para emitir el mensaje de protocolo de encaminamiento y calcular el encaminamiento

CAMPO DEL INVENTO

5 El presente invento se refiere al campo de las tecnologías de las comunicaciones de red ópticas, y en particular, a un método y a un aparato para anunciar o difundir un mensaje de protocolo de encaminamiento y calcular una ruta en una red de multiplexado por división de longitud de onda (WDM).

ANTECEDENTES DEL INVENTO

10 Con el desarrollo de las redes de telecomunicaciones, la red óptica ha resultado un núcleo de la futura Red de Área Extensa o Amplia (WAN) y de la Red de Área Metropolitana (MAN). Una red óptica de Multiplexado por División de Longitud de Onda (WDM) es de un interés generalizado, y con la emergencia de un Conmutador de Encaminamiento de Longitud de Onda Óptica (WRS) y un Conector Transversal Fotónico (PXC), el intercambio de datos puede ser puesto en práctica en un dominio óptico en la red.

15 En la red óptica WDM, un canal óptico necesita ser determinado por nodos de conmutación ópticos, un enlace óptico (fibra óptica), y una longitud de onda (canal) asignado a cada enlace óptico. En un grupo totalmente óptico que no tiene una capacidad de conversión de longitud de onda, el canal óptico debe ser establecido utilizando una longitud de onda común de todos los enlaces a lo largo de una ruta, que es una restricción a la continuidad de la longitud de onda. Durante el cálculo del canal óptico, el encaminamiento y la asignación de longitud de onda deben ser considerados al mismo tiempo. Esto es debido a que incluso aunque exista la ruta, en la que cada enlace de la ruta tiene un recurso de longitud de onda, si no existe una longitud de onda común a todos los enlaces, el canal óptico puede no ser establecido.

20 Para relajar la restricción a la continuidad de la longitud de onda, un dispositivo de conexión transversal óptico con la capacidad de conversión de longitud de onda puede ser desplegado en la red, de modo que el canal óptico es dividido en varias sub-conexiones de longitudes de onda diferentes para formar un trayecto óptico. Sin embargo, debido a la limitación de factores tales como tecnologías y costes, el dispositivo no tiene conexión transversal de puerto arbitraria y capacidad de conversión de longitud de onda arbitraria, que por ello aumenta la dificultad de calcular encaminamiento de longitud de onda.

25 Con el desarrollo de los requisitos de servicio y tecnologías de red óptica, la evolución desde una red de transferencia óptica a una red óptica inteligente es una tendencia inexorable del desarrollo de la red óptica. Una Red Óptica Conmutada Automática (ASON) es una red óptica de nueva generación que integra conmutación y transferencia, que es una red de transferencia conmutada automática, dinámica y es capaz de calcular automáticamente un trayecto y poner en práctica el establecimiento, la restauración, y la retirada de una conexión a través del control de señalización. Por ello, la ASON y la WDM son combinadas, y el encaminamiento de la longitud de onda en la red óptica WDM puede ser calculada automáticamente y establecida a través de la ASON, que es un nuevo modo de transferencia óptica.

30 Sin embargo, debido a la restricción de la continuidad de la longitud de onda en la red óptica WDM y a una restricción de conexión transversal del dispositivo de conexión transversal óptica, un dispositivo de división de longitud de onda puede no conectar transversalmente un canal de longitud de onda arbitraria a otro canal de longitud de onda, lo que hace difícil que el ASON calcule el trayecto en la red óptica WDM. En la técnica anterior, se ha proporcionado el siguiente método para resolver el problema de la restricción de conexión transversal de un dispositivo de red óptica WDM. El encaminamiento y la asignación de longitud de onda son realizados de forma separada. Una ruta es seleccionada sin considerar el recurso de longitud de onda, y a continuación una señalización es enviada a lo largo de la ruta para detectar determinar longitudes de onda disponibles. Si se ha detectado que no hay disponible ningún recurso de longitud de onda a lo largo de la ruta seleccionada, un redireccionamiento automático de señalización es realizado y otras rutas son vueltas a seleccionar para una nueva detección.

35 La desventaja de este método es la siguiente. La eficacia de establecimiento de canal es baja, de forma que el tiempo de establecimiento de conexión o de un nuevo encaminamiento es demasiado largo, y el método no puede sacar el máximo provecho de los recursos de la red para maximizar la eficacia en la utilización de la longitud de onda.

40 Bernstein Grotto Networking Y Lee D Li Huawei W Imajuku NTT G, "Encaminamiento y codificación de información de asignación de longitud de onda para redes ópticas conmutadas de longitud de onda; draft-ietf-ccamp-rwa-wson-encode-00.txt" proporciona codificaciones de información eficientes necesarias por el proceso de encaminamiento y asignación de longitud de onda en una WSON.

45 Martinelli, G. y col.: "Extensiones de señalización GMPLS para establecer el trayecto de luz consciente del deterioro óptico; draft-martinelli-ccamp-optical-impsignaling-01.txt" proporciona un método para establecer y validar un trayecto de luz utilizando parámetros de deterioro óptico.

RESUMEN DEL INVENTO

El presente invento está dirigido a un método, un aparato y un sistema para anunciar un mensaje de protocolo de encaminamiento y calcular una ruta, que resuelve los problemas que el tiempo de establecimiento de conexión o nuevo encaminamiento en encaminamiento de longitud de onda es demasiado largo y que la eficiencia de utilización de longitud de onda es baja en la técnica anterior.

Las soluciones técnicas siguientes son proporcionadas en las realizaciones del presente invento.

Una realización del presente invento proporciona un método para anunciar un mensaje de protocolo de encaminamiento en una red WDM, en el que el método incluye: obtener información de nodo e información de enlace de un nodo, en que la información de nodo contiene información de capacidad de conexión transversal de puerto del nodo y un rango o rango de longitudes de onda convertidas por el convertidor de longitud de onda del nodo, el rango de las longitudes de onda indica un rango de longitud de onda de entrada y un rango de longitud de onda de salida del convertidor de longitud de onda, y la información de enlace contiene información de restricción de longitud de onda e información de estado de longitud de onda de cada enlace conectado al nodo; y transportar la información de nodo obtenida y la información de enlace en un Valor-Longitud-Tipo (TLV) de un mensaje de protocolo de encaminamiento, y anunciar el mensaje de protocolo de encaminamiento en la red, por lo que un aparato de cálculo de ruta que obtiene la información de nodo y la información de enlace calcula una ruta que satisface un requisito de servicio y asigna una longitud de onda al servicio. La información de nodo del nodo contiene además la pérdida por inserción en el par de puertos del nodo conectables transversalmente, una relación señal a ruido óptica (OSNR) en el par de puertos del nodo conectables transversalmente y una ganancia de canal en el par de puertos del nodo conectables transversalmente. La información de enlace del nodo contiene además un rango de potencia óptica de entrada/salida de canal en cada puerto del nodo.

Una realización del presente invento proporciona un aparato para anunciar un mensaje de protocolo de encaminamiento en una red WDM, en la que el aparato incluye: una unidad que obtiene información, configurada para obtener información de nodo e información de enlace de un nodo, en que la información de nodo contiene información de capacidad de conexión transversal de puerto del nodo y un rango de longitudes de onda convertido por el convertidor de longitud de onda del nodo, el rango de las longitudes de onda indica un rango de longitud de onda de entrada y un rango de longitud de onda de salida del convertidor de longitud de onda, y la información de enlace contiene información de restricción de longitud de onda e información de estado de longitud de onda de cada enlace conectado al nodo; y una unidad de anuncio de información, configurada para transportar la información de nodo obtenida y la información de enlace en un TLV del mensaje de protocolo de encaminamiento y anunciar un mensaje de protocolo de encaminamiento en la red, por lo que un aparato de cálculo de ruta que obtiene la información de nodo y la información de enlace calcula una ruta que satisface un requisito de servicio y asigna una longitud de onda al servicio. La información de nodo del nodo contiene además la pérdida de inserción en un par de puertos del nodo conectables transversalmente, una OSNR en el par de puertos del nodo conectables transversalmente y una ganancia de canal en el par de puertos del nodo conectables transversalmente. La información de enlace del nodo contiene además un rango de potencia óptica de entrada/salida del canal en cada puerto del nodo.

Mediante el método y aparato para anunciar el mensaje de protocolo de encaminamiento y calcular la ruta proporcionados por las realizaciones del presente invento, el nodo obtiene la información de nodo y la información de enlace del nodo, transporta la información de nodo obtenida y la información de enlace en el objeto TLV del mensaje de protocolo de encaminamiento, y anuncia el mensaje de protocolo de encaminamiento, y después de recibir la información, los otros nodos o elementos de cálculo de trayecto centralizado en la red WDM pueden, de acuerdo con la información, calcular exacta y rápidamente una ruta de longitud de onda que tiene un recurso de longitud de onda disponible para el servicio y calcular qué longitud de onda es asignada para soportar el servicio en cada enlace, sin detección de señalización y redireccionamiento automático de señalización, que conserva por ello una gran cantidad de recursos de red.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

Para ilustrar las soluciones técnica de acuerdo con las realizaciones del presente invento o en la técnica anterior más claramente, los dibujos adjuntos para describir las realizaciones o la técnica anterior han sido introducidos brevemente a continuación. Aparentemente, los dibujos adjuntos en la descripción siguiente son sólo algunas realizaciones del presente invento, y los expertos en la técnica pueden derivar otros dibujos diferentes de los dibujos adjuntos sin esfuerzos creativos.

La fig. 1 es un diagrama de flujo de un método para anunciar un mensaje de protocolo de encaminamiento en una red WDM de acuerdo con una realización del presente invento;

La fig. 2 es un diagrama de flujo de un método para calcular una ruta en una red WDM de acuerdo con una realización del presente invento;

La fig. 3 es una vista esquemática de un método para anunciar un mensaje de protocolo de encaminamiento y calcular una ruta de acuerdo con una realización de aplicación del presente invento;

La fig. 4 es una vista esquemática de un aparato para anunciar un mensaje de protocolo de encaminamiento en una red WDM de acuerdo con una realización del presente invento;

5 La fig. 5 es una vista esquemática de un aparato para calcular una ruta en una red WDM de acuerdo con una realización del presente invento; y

La fig. 6 es una vista esquemática de un sistema para anunciar un mensaje de protocolo de encaminamiento y calcular una ruta en una red WDM de acuerdo con una realización del presente invento.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LAS REALIZACIONES

10 Un método y un aparato para anunciar un mensaje de protocolo de encaminamiento y calcular una ruta en una red WDM de acuerdo con realizaciones del presente invento se han descrito en detalle a continuación con referencia a los dibujos adjuntos.

15 Aparentemente, las realizaciones descritas a continuación son con propósito ejemplar, sin cubrir todas las realizaciones del presente invento. Todas las demás realizaciones obtenidas por los expertos en la técnica basadas en las realizaciones del presente invento sin esfuerzos creativos deben caer dentro del marco de protección del presente invento.

Como se ha mostrado en la fig. 1, se ha ilustrado un método para anunciar un mensaje de protocolo de encaminamiento en una red WDM de acuerdo con una realización del presente invento. El método incluye las siguientes operaciones o pasos:

20 S101, obtener información de nodo e información de enlace de un nodo, en que la información de nodo contiene información de capacidad de conexión transversal de puerto del nodo, y la información de enlace contiene información de restricción de longitud de onda e información de estado de longitud de onda de cada enlace conectado al nodo.

25 La información de nodo del nodo puede también incluir al menos una de las siguientes: información de capacidad de conversión de longitud de onda del nodo, información de deterioro al nivel del nodo, e información de deterioro de puerto a puerto dentro del nodo.

La información de capacidad de conversión de longitud de onda del nodo incluye: si un convertidor de longitud de onda (WC) en el nodo está conectado a un puerto de entrada y a un puerto de salida del nodo; un rango de longitudes de onda que puede ser convertido por el WC; y si el WC está disponible o ocupado.

La información de enlace del nodo puede también incluir información de deterioro de enlace en cada puerto del nodo.

30 S102, transportar la información de nodo y la información de enlace obtenidas en un TLV de un mensaje de protocolo de encaminamiento, y anunciar el mensaje de protocolo de encaminamiento en la red.

35 El método de anuncio específico puede ser como sigue: En el mensaje de protocolo de encaminamiento anunciado por el nodo, por ejemplo, un objeto sub-TLV en un objeto TLV para describir un atributo de nodo puede transportar información de capacidad de conexión transversal del nodo, o puede también transportar la información de capacidad de conversión de longitud de onda del nodo, o la información de deterioro al nivel del nodo, o la información de deterioro de puerto a puerto dentro del nodo.

40 Además, para la información de enlace del nodo, por ejemplo, un objeto sub-TLV en un objeto TLV que describe el atributo del nodo puede transportar la información de restricción de longitud de onda y la información de estado de longitud de onda de cada enlace conectado al nodo, o puede también transportar la información de deterioro de enlace en cada puerto del nodo.

45 Utilizando el método para anunciar el mensaje de protocolo de encaminamiento en la red WDM de acuerdo con la realización del presente invento, el nodo obtiene la información de nodo que contiene la información de capacidad de conexión transversal de puerto del nodo y la información de enlace que contiene la información de restricción de longitud de onda y la información de estado de longitud de onda de cada enlace conectado al nodo, y transporta la información obtenida en el objeto TLV del mensaje de protocolo de encaminamiento para anunciar, de modo que proporcione a otros nodos o elementos de cálculo de trayecto centralizado con la información para el cálculo de ruta. Los otros nodos o elementos de cálculo de trayecto centralizado pueden, de acuerdo con la información, calcular exacta y rápidamente una ruta de longitud de onda que tiene un recurso de longitud de onda disponible para un servicio y calcular qué longitud de onda es asignada para soportar el servicio en cada enlace, sin detección de señalización y redireccionamiento automático de señalización, que conserva por ello una gran cantidad de recursos de red.

50

Como se ha mostrado en la fig. 2, un método para calcular un ruta en una red WDM de acuerdo con una realización del presente invento puede incluir las siguientes operaciones.

5 S201, obtiene información de nodo e información de enlace de cada nodo a partir de un objeto TLV de un mensaje de protocolo de encaminamiento anunciado por cada nodo, en el que la información de nodo contiene información de capacidad de conexión transversal de un nodo, y la información de enlace contiene información de restricción de longitud de onda e información de estado de longitud de onda de cada enlace conectado al nodo.

S202, recibe una solicitud para un servicio, y de acuerdo con la información de nodo obtenida y la información de enlace, calcula una ruta que satisface un requisito del servicio y asigna una longitud de onda al servicio.

10 Mediante el método para calcular la ruta en la red WDM de acuerdo con la realización del presente invento, un nodo o un elemento de cálculo de trayecto centralizado obtiene la información de nodo y la información de enlace transportada en el objeto TLV del mensaje de protocolo de encaminamiento y anunciada por otros nodos, en la que la información de nodo contiene la información de capacidad de conexión transversal del nodo, y la información de enlace contiene la información de restricción de longitud de onda y la información de estado de longitud de onda de cada enlace conectado al nodo, y el nodo o el elemento de cálculo de trayecto centralizado puede, de acuerdo con la información,
15 calcular la ruta que satisface el requisito para una solicitud para el servicio y asignar la longitud de onda al servicio, de modo que el tiempo para establecer la conexión o el encaminamiento puede ser reducido, y el método puede sacar el máximo provecho de recursos de red para aumentar la eficiencia de utilización de longitud de onda.

20 Se ha descrito en detalle cómo transportar la información de nodo y la información de enlace del nodo en la red WDM en lo que sigue de diferentes maneras. Puede adoptarse un protocolo de Primer Trayecto Más Corto Abierto (OSPF) para anunciar un atributo de enlace en la red. El protocolo de encaminamiento es un tipo de Protocolos de Pasarela Interior (IGP). El mensaje de protocolo de encaminamiento enviado por el nodo puede contener uno o más objetos TLV que describen la información de enlace, en el que cada objeto TLV contiene información de enlace de un enlace.

25 En la técnica anterior, el protocolo OSPF es ampliado. Un objeto TLV de Atributo de Nodo en el mensaje de protocolo de encaminamiento describe información relacionada con el nodo.

Manera 1

En la Manera 1, el mensaje de protocolo de encaminamiento transporta la información de capacidad de conexión transversal de puerto del nodo.

30 Un dispositivo de conexión transversal óptica tiene en general características asimétricas y restricción de conexión transversal de puerto. Es decir, los puertos en un dispositivo de conexión transversal óptica puede no conectar transversalmente de forma arbitraria, y un cierto conjunto de puertos de entrada puede ser sólo conectado transversalmente a un cierto conjunto de puertos de salida en lugar de un puerto de salida arbitrariamente. Por ello, un método común para anunciar la información de capacidad de conexión transversal de puerto del nodo es el siguiente. Un objeto TLV de Enlace que corresponde a cada enlace sólo es utilizado para describir la capacidad de conexión transversal de puerto que corresponde al enlace. La información de capacidad de conexión transversal de puerto que
35 corresponde al enlace es transportada en el objeto TLV de Enlace del enlace, y a continuación anunciada en la red. Generalmente, debido a que una pluralidad de puertos dentro del nodo tiene la misma capacidad de conexión transversal, una gran cantidad de información redundante es anunciada en la red utilizando el método, que por ello provoca ocupación de recursos de red.

40 En el presente invento, un sub-TLV de Matriz de Conectividad (un objeto sub-TLV de Matriz de Conectividad) en un TLV de Atributo de Nodo puede describir la información de capacidad de conexión transversal de puerto del nodo. Por ejemplo, puede adoptarse un formato descrito en la Tabla 1 para una descripción. Un encabezamiento del sub-TLV no está descrito en la Tabla 1. El encabezamiento del objeto sub-TLV es utilizado para indicar un tipo del objeto sub-TLV. Por ejemplo, el tipo del sub-TLV descrito en la Tabla 1 es el objeto sub-TLV de Matriz de Conectividad. El encabezamiento del objeto sub-TLV es utilizado también para indicar la longitud del objeto sub-TLV.

Tabla 1 Estructura de sub-TLV de Matriz de Conectividad

	0										1										2										3									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Conectividad										Reservado																													
5											Conjunto de Enlace de Entrada # 1																													
	:																														:									
											Conjunto de Enlace de Salida # 1																													
10	:																														:									
											Conjunto de Enlace de Entrada # 2																													
	:																														:									
15											Conjunto de Enlace de Salida # 2																													
	:																														:									
											Pares de conjuntos de Enlace Adicional según sea necesario para especificar la conectividad																													
20	:																														:									

Aquí, el campo “conectividad” indica si el nodo es un dispositivo de conmutación fijo o un dispositivo de conmutación conectable transversalmente. Por ejemplo, si conectividad = 1, eso indica que cada puerto está conectado de modo fijo; y si conectividad = 2, eso indica que cada puerto tiene capacidad de conexión transversal. El “Reservado” representa un campo reservado, que es el mismo en las tablas siguientes.

El campo “Conjunto de Enlace de Entrada #i” y el campo “Conjunto de Enlace de Salida #i” indica que un conjunto de enlace contenido en “Conjunto de Enlace de Entrada #i” puede ser conectado transversalmente a un conjunto de enlace contenido en “Conjunto de Enlace de Salida #i”. “Conjunto de Enlace de Entrada” y “Conjunto de Enlace de Salida” tienen el mismo formato y son utilizados para describir un conjunto de enlace. Por ejemplo, un formato de “Conjunto de Enlace de Entrada” o “Conjunto de Enlace de Salida” puede estar descrito en la Tabla 2.

Tabla 2 Estructura de Conjunto de Enlace de Entrada/Salida

	0										1										2										3																			
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9										
35	Acción										Dir										Formato										Reservado																			
											Identificador de Enlace 1																																							
	:																														:																			
											Identificador de Enlace N																																							
40	:																														:																			

Aquí, el campo “Acción” indica el modo para describir el conjunto de enlace en un objeto de conjunto de enlace. Por ejemplo, si Acción = 1, eso indica “Lista Inclusiva” y si Acción = 2, eso indica “Rango Inclusivo”.

El campo “Dir” indica una dirección de cada enlace. Por ejemplo, si Dir = 1, eso indica una dirección de dos sentidos; si Dir = 2, indica una dirección de entrada; y si Dir = 3, indica una dirección de salida.

“Formato” indica un método para identificar un enlace. Por ejemplo, si Formato = 1, eso indica que el enlace ha sido identificado adoptando un identificador local (ID) del enlace.

El campo de “Identificador de Enlace i” (i = 1 – N) indica una ID de conexión.

El campo "Pares de conjuntos de Enlace Adicional según sea necesario para especificar la conectividad" en la última fila de la Tabla 1 es utilizado para describir la conectividad de puertos en otros pares de conjunto de enlace.

Manera 2

5 En la Manera 2, el mensaje de protocolo de encaminamiento transporta la capacidad de conversión de longitud de onda del nodo.

Para describir la información de capacidad de longitud de onda del nodo, un sub-TLV en el TLV de Atributo de Nodo puede indicar información tal como accesibilidad del WC, un rango de conversión del WC, y estado del WC. Por ejemplo, tres sub-TLV pueden ser utilizados para describir la información respectivamente. Los detalles se han descrito a continuación.

10 (1) Información de accesibilidad del WC, es decir, si un puerto de entrada y un puerto de salida del WC son capaces de estar conectados al WC.

15 Una Accesibilidad de sub-TLV de convertidores de longitud de onda (una Accesibilidad de objeto sub-TLV de convertidores de longitud de onda) en el TLV de Atributo de Nodo puede describir la información de accesibilidad del WC en el nodo. Por ejemplo, puede adoptarse un formato descrito en la Tabla 3 para una descripción. En la Tabla 3, no se ha descrito un encabezamiento del sub-TLV.

Tabla 3 Estructura de Accesibilidad de longitud de onda convierte sub-TLV

	0	1	2	3
	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1			
20	Conversión	Reservado		
	:	:		:
25		Conjunto de Enlaces A # 1		
	:	:		:
	:	:		:
30		Conjunto de WC A # 1		
	:	:		:
	:	:		:
35		Pares de conjuntos de Enlace Adicional y de conjuntos de WC según sea necesario para especificar IngressPoolMatrix		
	:	:		:
	:	:		:
40		Conjunto de WC B # 1		
	:	:		:
	:	:		:
		Conjunto de Enlace B # 1		
	:	:		:
	:	:		:
		Pares de conjuntos de WC y de conjuntos de enlace adicionales según sea necesario para especificar PoolEgressMatrix		
	:	:		:

Aquí, "conversión" indica la capacidad de conversión de longitud de onda del nodo. Si conversión = 0, indica capacidad de conversión fijada; si conversión = 1, indica que la capacidad de conversión es compartida en todo el nodo; y si conversión = 2, indica que la capacidad de conversión es compartida entre uno o más enlaces.

45 El campo "Conjunto de Enlaces A #i" y el campo "Conjunto de WC A #i" componen un par de conjuntos, que indica que cada enlace en un conjunto de enlaces "Conjunto de Enlaces A #i" del puerto de entrada puede ser conectado transversalmente a cualquier WC en un conjunto de WC "Conjunto de WC A #i"; el campo "Conjunto de Enlaces B #i" y el campo "Conjunto de WC B #i" componen un par de conjuntos, que indica que cualquier WC en un conjunto de WC "Conjunto de WC B #i" puede ser conectado transversalmente a cada enlace en un conjunto de enlaces "Conjunto de Enlaces B #i" del puerto de salida.

50 El campo "Pares de Conjuntos de WC y de conjuntos de enlace adicionales según sea necesario para especificar IngressPoolMatrix" indica otros pares de conjuntos de enlace de acceso/ conjuntos de WC para describir una matriz de

conexiones desde los enlaces de acceso a los WC; y el campo "Pares de Conjuntos de WC y de conjuntos de enlace adicionales según sea necesario para especificar PoolEgressMatrix" indica otros pares de conjuntos de WC/conjuntos de enlace de salida para describir una matriz de conexiones desde los WC a los enlaces de salida.

5 "Conjunto de enlaces" puede adoptar el formato de "Conjunto de Enlaces" en la Manera 1. "Conjunto de WC" puede adoptar un formato descrito en la Tabla 4.

Tabla 4 Estructura de Conjunto de WC

	0	1	2	3
	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1			
10	Acción	Reservado		
		Identificador WC 1		Identificador WC 2
	:	:	:	:
15		Identificador WC n-1		Identificador WC n

En la Tabla 4, el campo "Acción" indica el modo para describir el conjunto de WC en un objeto de conjunto de WC. Por ejemplo, si Acción = 1, eso indica "Lista Inclusiva"; y si Acción = 2, eso indica "Rango Inclusivo". El campo "Identificador i de WC" (i = 1-N) enumera un identificador de WC relevante. Por ejemplo, el identificador 1 de WC indica un identificador 1 de WC, y el identificador n de WC indica un identificador n de WC.

(2) Información de rango de conversión del WC, es decir, un rango de longitud de onda de entrada y un rango de longitud de onda de salida de cada WC.

25 Un sub-TLV de rango de conversión de Longitud de onda (un objeto sub-TLV de rango de conversión de Longitud de onda) en el TLV de Nodo Atributo puede describir la información de rango de conversión del WC en el nodo. Por ejemplo, un formato descrito en la Tabla 5 puede ser adoptado para una descripción. En la Tabla 5, un encabezamiento del sub-TLV no está descrito.

Tabla 5 Estructura de sub-TLV de rango de conversión de Longitud de onda

	0	1	2	3
30	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1			
	Conversión	Reservado		
		Conjunto de WC # 1		
35		Conjunto de longitudes de onda de Entrada # 1		
		Conjunto de longitudes de onda de Salida # 1		
	:	:	:	:
40		Pares de conjuntos de Longitud de onda adicionales según sea necesario para especificar la conversión		

45 En la Tabla 5, "conversión" indica la capacidad de conversión del WC del nodo. Si conversión = 0, eso indica capacidad de conversión fijada; si conversión = 1, eso indica que la capacidad de conversión es compartida en todo el nodo; y si conversión = 2, eso indica que la capacidad de conversión es compartida entre uno o más enlaces.

"Conjunto de WC #i" indica cada WC en el conjunto de WC; "Conjunto de longitudes de onda de Entrada #i" indica que el rango de longitud de onda de entrada es la longitud de onda designada en "Conjunto de longitudes de onda de

Entrada", y "Conjunto de longitudes de onda de Salida #i" indica que el rango de longitud de onda de salida es la longitud de onda designada en "Conjunto de longitudes de onda de Salida".

5 "Pares de conjuntos de Longitud de onda Adicionales según sea necesario para especificar conversión" indica otros pares de conjuntos de longitud de onda de conjunto de WC/entrada/salida para describir la capacidad de conversión del WC.

"Conjunto de longitudes de onda de Entrada" y "Conjunto de longitudes de onda de Salida" puede adoptar un formato descrito en la Tabla 6.

Tabla 6 Estructura de Conjunto de longitudes de onda de Entrada y de Conjunto de longitudes de onda de Salida

10	0	1	2	3
	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1			
	+++++			
	Acción Reservado Número de Longitudes de onda			
	+++++			
15	Rejilla C.S. Reservado n para frecuencia menor			
	+++++			
	Campos adicionales según sea necesario por acción			
	:	:	:	:
	+++++			

20 Aquí, "Acción" indica el modo para describir un conjunto de longitudes de onda en el conjunto de longitudes de onda. Por ejemplo, si Acción = 0, eso indica "Lista Inclusiva", si Acción = 1, eso indica "Lista Exclusiva", si Acción = 2, eso indica "Rango Inclusivo", si Acción = 3, eso indica "Rango Exclusivo", y si Acción = 4, eso indica "representado en el Conjunto de Mapa de Bits".

25 "Número de Longitudes de Onda" indica el número de longitudes de onda en el conjunto de longitudes de onda (Acción = 0-3), o el número de longitudes de onda en el mapa de bits (Acción = 4).

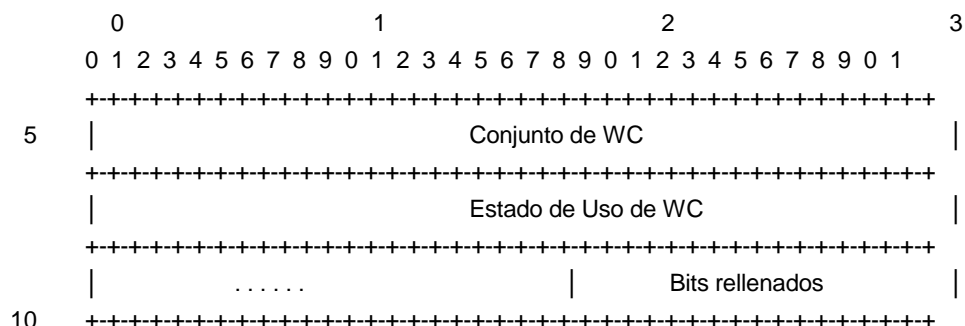
30 Del quinto al octavo bytes (en la segunda fila) son una etiqueta de longitud de onda, que indica una longitud de onda de la frecuencia menor en el enlace. Aquí, el campo "Rejilla" indica un tipo de división de longitud de onda, y si Rejilla = 1, eso indica Multiplexado por División de Longitud de Onda Denso (DWDM) G.694.1. El campo "C.S." indica un intervalo de frecuencia, es decir, una diferencia de frecuencia entre dos longitudes de onda adyacentes, y la unidad es THz. El "n para frecuencia menor" indica el número de las frecuencias más bajas, en el que n es un entero con signo. La frecuencia de la longitud de onda indicada por la etiqueta de longitud de onda es $F = \text{media-frecuencia (193.1 THz)} + n * \text{intervalo de frecuencia}$.

35 "Campos adicionales según sean necesarios por acción" indica que un formato específico de "Campos adicionales" es diferente para diferentes descripciones. Por ejemplo, cuando Acción = 0, n valores de longitud de onda son enumerados en un orden desde la frecuencia más baja a la frecuencia más alta (el valor n de longitudes de onda de la menor frecuencia es descrito en los campos séptimo y octavo y no se ha descrito de nuevo); cuando Acción = 1, n valores de las longitudes de onda no contenidas son enumerados en el orden desde la frecuencia más baja hasta la frecuencia más alta; cuando Acción = 2, las longitudes de onda contenidas en el conjunto de longitudes de onda (valor n de las longitudes de onda puede ser n, n+1, n+2, ..., n+ Número de Longitudes de Onda - 1) pueden ser determinadas por "Número de Longitudes de Onda y n, así no se requieren "Campos adicionales"; cuando Acción = 3, las longitudes de onda contenidas en el conjunto de longitudes de onda (excepto para longitudes de onda cuyo valor n puede ser n, n+1, n+2, ..., n + Número de Longitudes de Onda - 1) pueden ser determinadas por "Número de Longitudes de Onda" y n, así no se requieren "Campos adicionales"; cuando Acción = 4, "Campos adicionales" adoptan el mapa de bits para indicar si cada longitud de onda está contenida en el conjunto, es decir, "Campos adicionales" utilizan cada bit para indicar si cada longitud de onda está contenida en el conjunto (en el orden desde la frecuencia más baja hasta la frecuencia más alta). Por ejemplo, un bit "1" indica que la longitud de onda está contenida, y un bit "0" indica que la longitud de onda no está contenida.

(3) Información de estado del WC, es decir, si cada WC está disponible u ocupado.

50 Un sub-TLV de estado de Uso del WC (un objeto sub-TLV de estado de Uso del WC) en el TLV de Atributo de Nodo puede describir la información de estado del WC en el nodo. Por ejemplo, puede adoptarse un formato descrito en la Tabla 7 para una descripción. En la Tabla 7, no se ha descrito un encabezamiento del sub-TLV.

Tabla 7 Estructura del sub-TLV de estado de Uso del WC



Aquí, cada WC es enumerado en el “Conjunto de WC”, y “Estado de Uso de WC” indica el estado de cada WC en el mapa de bits. Por ejemplo, el bit “1” indica que el WC correspondiente está disponible, y el bit “0” indica que el WC está ocupado.

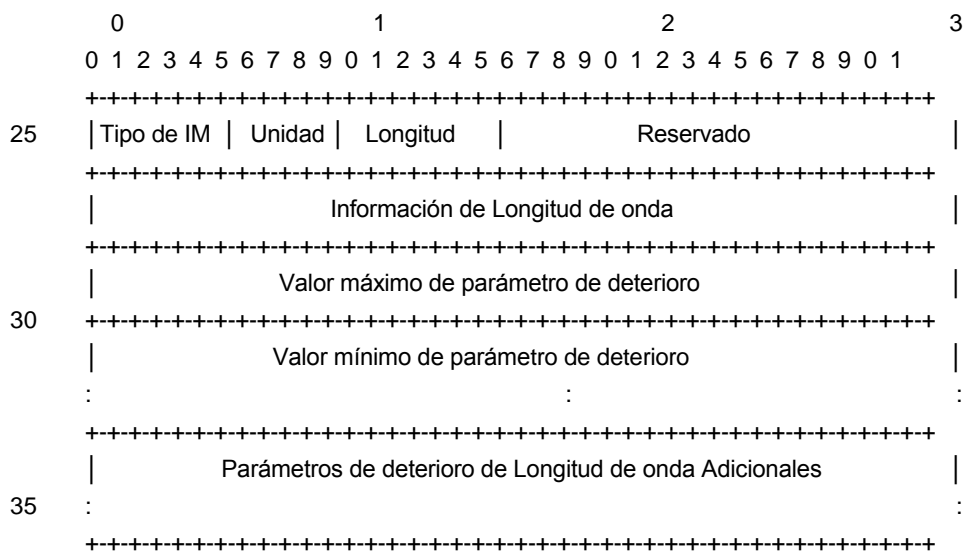
El campo “Bits rellenos” representa bits rellenos.

Manera 3

En la Manera 3, el mensaje de protocolo de encaminamiento transporta la información de deterioro al nivel del nodo.

Un sub-TLV de Deterioro de Nodo (un objeto sub-TLV de Deterioro de Nodo) en el TLV de Atributo de Nodo describe la información de deterioro al nivel del nodo. Por ejemplo, puede adoptarse un formato descrito en la Tabla 8 para una descripción. En la Tabla 8, no se ha descrito un encabezamiento del sub-TLV.

Tabla 8 Estructura de sub-TLV de Deterioro de Nodo



Aquí, “Tipo de Im” indica un tipo de deterioro, que incluye un rango de frecuencia de canal, pérdida de inserción de canal, y dispersión cromática de canal. “Unidad” indica una unidad de cada parámetro. Por ejemplo, la unidad del rango de frecuencia de canal es GHz. “Longitud” indica la longitud del parámetro deteriorado. “Información de Longitud de Onda” indica una longitud de onda o un conjunto de longitudes de onda implicado en la información de deterioro. “Valor máximo de parámetro de deterioro” indica un límite superior de la información de deterioro. “Valor mínimo de parámetro de deterioro” indica un límite inferior de la información de deterioro.

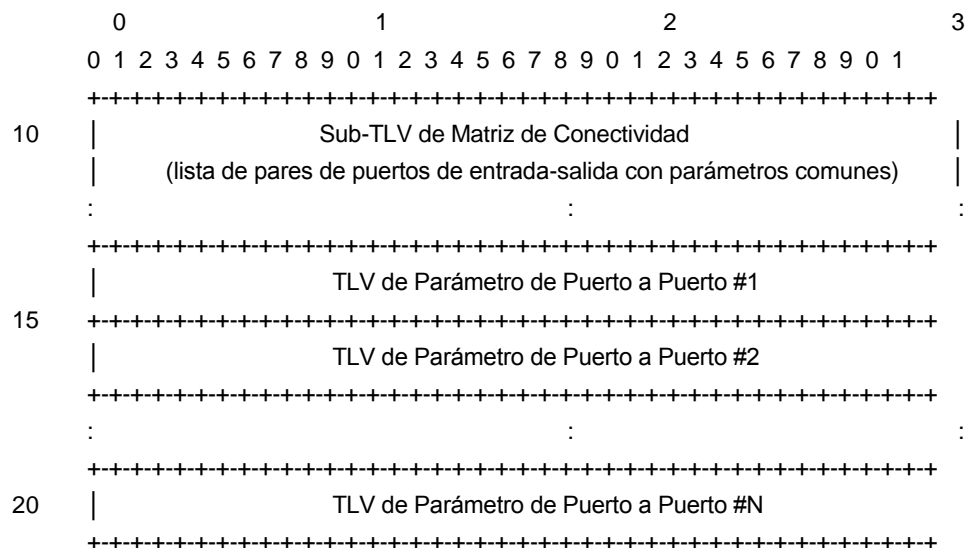
El campo “Parámetros de deterioro de Longitud de onda Adicionales” indica otros valores de parámetros de deterioro.

Manera 4

En la Manera 4, el mensaje de protocolo de encaminamiento transporta la información de deterioro de puerto a puerto dentro de un nodo.

Un sub-TLV de Deterioro de Puerto a Puerto (un objeto sub-TLV de Deterioro de Puerto a Puerto) en el TLV de Atributo de Nodo describe la información de deterioro de puerto a puerto dentro del nodo, o el sub-TLV de Matriz de Conectividad es ampliado directamente para describir la información relevante. Por ejemplo, puede ser adoptado un formato descrito en la Tabla 9 para una descripción. En la Tabla 9, no se ha descrito un encabezamiento del sub-TLV.

Tabla 9 Estructura del sub-TLV de Deterioro de Puerto a Puerto



Aquí, "TLV de Parámetro Puerto a Puerto #i" (i = 1-N) en el sub-TLV de Matriz de Conectividad (el objeto sub-TLV de Matriz de Conectividad), es decir, un objeto TLV de parámetro de puerto a puerto, indica información de deterioro del iésimo par de puertos conectable transversalmente en el sub-TLV de Matriz de Conectividad, tal como pérdida de inserción, una relación señal óptica-ruido (OSNR), y una ganancia de canal.

"Sub-TLV de Matriz de Conectividad (lista de pares de puertos de entrada-salida con parámetros comunes)" indica una lista de parámetros comunes de pares de puerto de entrada-salida en el objeto sub-TLV de Matriz de Conectividad.

Mediante las Maneras 1 a 4, la información de nodo puede ser transportada en el mensaje de protocolo de encaminamiento para ser anunciado en la red WDM.

En la realización de las Maneras 1 a 4, la información de nodo es transportada en sub-TLV en el objeto TLV de Atributo de Nodo. En la práctica, la información de nodo también puede ser transportada en objetos sub-TLV en el TLV de Enlace (el objeto TLV de Enlace). Específicamente, el nodo selecciona uno o más enlaces de los enlaces conectados al nodo, y la información de nodo es transportada en objetos sub-TLV en el objeto TLV de Enlace que corresponde a uno o más enlaces seleccionados. Los formatos de los sub-TLV son similares a los de los objetos sub-TLV en las Maneras 1 a 4. Después de recibir el mensaje de protocolo de encaminamiento, otros nodos pueden obtener la información de nodo correspondiente de acuerdo con los sub-TLV.

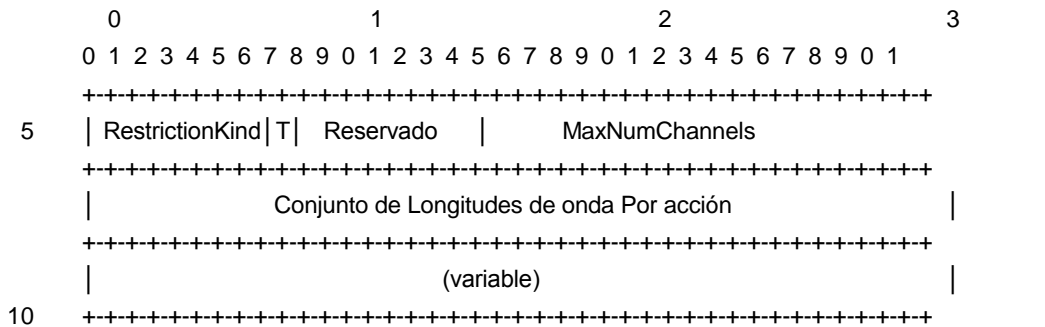
Manera 5

En la Manera 5, el mensaje de protocolo de encaminamiento transporta la información de restricción de longitud de onda y la información de estado de longitud de onda del enlace.

(1) Información de restricción de longitud de onda del enlace

Un sub-TLV de Restricciones de Longitud de Onda de Puerto (un objeto sub-TLV de Restricciones de Longitud de Onda de Puerto) de una Red Óptica Conmutada de Longitud de Onda (WSON) en el TLV de Enlace describe la información de restricción de longitud de onda de un enlace. Por ejemplo, puede adoptarse un formato descrito en la Tabla 10 para una descripción. En la Tabla 10, no se ha descrito un encabezamiento del sub-TLV.

Tabla 10 Estructura de sub-TLV de Restricciones de Longitud de Onda de Puerto WSON



Aquí, el campo "RestrictionKind" ("Clase de Restricción") indica si el enlace tiene restricción de longitud de onda o restricción de banda de onda.

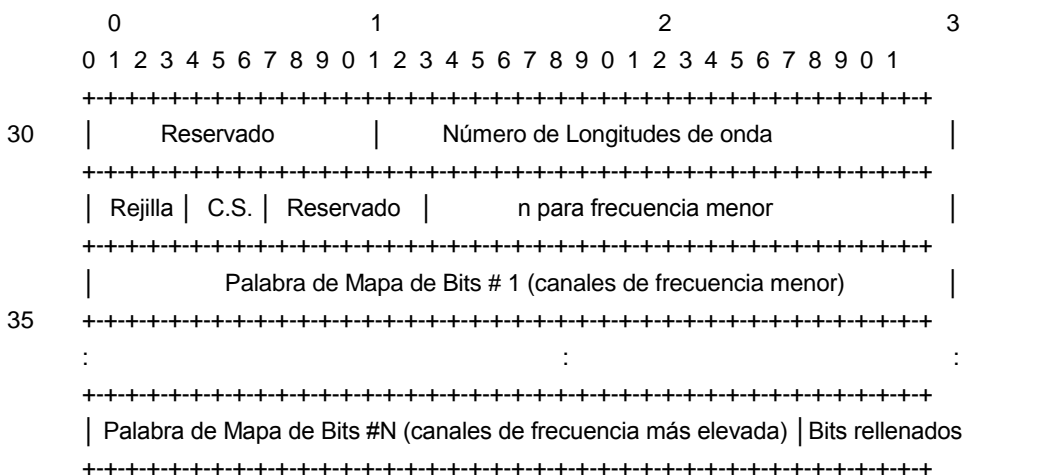
Por ejemplo, si el Tipo de Restricción = 0, eso indica que el enlace tiene la restricción de longitud de onda, y en este caso, el campo "MaxNumChannels" ("Máximo Número de Canales") indica el número máximo de longitudes de onda soportadas por el enlace; el campo "Conjunto de Longitudes de onda Por Acción" enumera cada longitud de onda soportada por el enlace. Si el RestrictionKind = 1, eso indica que el enlace tiene una restricción de banda de ondas, y en este caso, el campo "MaxNumChannels" indica la anchura máxima de una banda de ondas; el campo "Conjunto de Longitudes de Onda Por Acción" indica un rango de sintonización.

El campo "T" indica si el puerto tiene capacidad de conexión transversal. Si T = 0, eso indica que el puerto está conectado fijamente. Si T = 1, eso indica que el puerto puede ser conectado transversalmente.

(2) Información de estado de longitud de onda del enlace

Un sub-TLV de Información de Estado de Longitud de Onda (un objeto sub-TLV de Información de Estado de Longitud de Onda) en el TLV de Enlace puede describir la información de estado de longitudes de onda de un enlace, que indica longitudes de onda disponibles. Por ejemplo, puede adoptarse un formato descrito en la Tabla 11 para una descripción. En la Tabla 11, no se ha descrito un encabezamiento del sub-TLV.

Tabla 11 Estructura de sub-TLV de Información de Estado de Longitud de Onda



Aquí, el campo de "Número de Longitudes de Onda" indica el número de longitudes de onda en el "Mapa de bits", es decir, el número de bits válidos en el mapa de bits. Del quinto al octavo bytes (en la segunda fila) indican longitudes de onda que tienen la frecuencia más baja en el enlace. Aquí, el campo "Rejilla" indica un tipo de división de longitudes de onda, y si Rejilla = 1, indica DWDM G.694.1. El campo "C.S." indica un intervalo de frecuencia, es decir, una diferencia de frecuencia entre dos longitudes de onda adyacentes, y la unidad es THz. El "n para frecuencia menor" indica el número de las frecuencias más bajas, en el que n es un entero con signo. La frecuencia de la longitud de onda indicada por la etiqueta de longitud de onda es $f = \text{frecuencia media (193.1 THz)} + n * \text{intervalo de frecuencia}$.

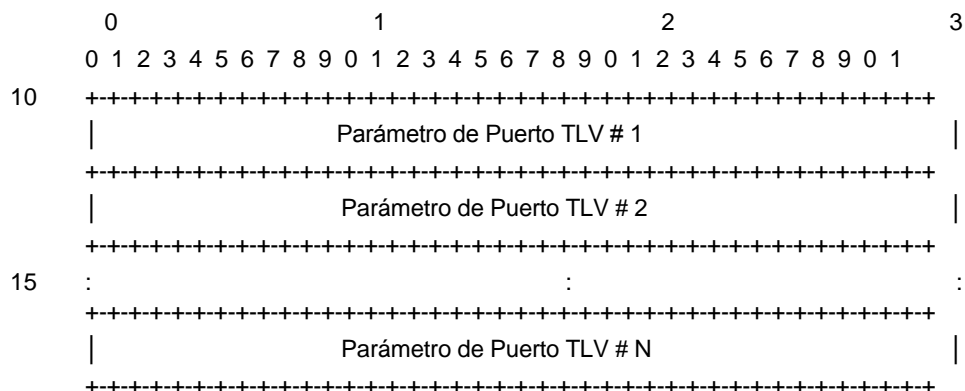
El campo "Palabra de Mapa de Bits #i" (i = 1-N) indica el estado de cada longitud de onda en el enlace en el orden desde la frecuencia más baja a la frecuencia más alta. Por ejemplo, si un bit correspondiente a una longitud de onda es "1", eso indica que la longitud de onda no está ocupada, es decir, la longitud de onda está disponible.

El campo "bits rellenados" representa bits rellenados.

En la Manera 6, el mensaje de protocolo de encaminamiento transporta la información de deterioro en cada puerto de un nodo.

5 Un sub-TLV de Deterioro Por Puerto (un objeto sub-TLV de Deterioro Por Puerto) en el TLV de Enlace describe la información de deterioro en cada puerto del nodo. Por ejemplo, un formato descrito en la Tabla 12 puede ser adoptado para una descripción. En la tabla 12, no se ha descrito un encabezamiento del sub-TLV.

Tabla 12 Estructura de sub-TLV de Deterioro Por Puerto



20 Aquí, el "Parámetro de Puerto TLV # I" (i = 1-N), es decir, el objeto TLV de parámetro de puerto, es utilizado para describir distinta información de deterioro del enlace, tal como un rango de potencia óptica de entrada/salida total y un rango de potencia óptica de entrada/salida del canal.

Mediante las Maneras 5 y 6, la información de enlace puede ser transportada en el mensaje de protocolo de encaminamiento para ser anunciada a través del protocolo de encaminamiento.

25 A continuación se ha descrito cómo recibe el nodo (el elemento de cálculo de trayecto centralizado) en la red WDM otra información de nodo e información de enlace.

Después de recibir el mensaje de protocolo de encaminamiento OSPF enviado por otros nodos, el nodo (o el elemento de cálculo de trayecto centralizado) calcula la ruta para una solicitud para un servicio y asigna una longitud de onda apropiada para el servicio de acuerdo con las siguientes operaciones.

30 En primer lugar, los sub-TLV tales como el sub-TLV de Matriz de Conectividad, el sub-TLV de información de conversión de longitud de onda, el sub-TLV de Deterioro de Nodo, y el sub-TLV de Deterioro de Puerto a Puerto son extraídos a partir del TLV de Atributo de Nodo para obtener información de otros nodos, tales como la información de capacidad de conexión transversal, la capacidad de conversión de longitud de onda del nodo, la información de deterioro al nivel del nodo, y la información de deterioro de puerto a puerto dentro del nodo.

35 A continuación, los sub-TLV tales como el sub-TLV de restricciones de longitud de onda de puerto WSON, el sub-TLV de estado de uso de longitud de onda, o el sub-TLV de deterioro del puerto son extraídos del TLV de Enlace para obtener información de restricción de longitud de onda e información del estado de longitud de onda de un enlace que está conectado a otros nodos e información de deterioro de enlace en cada puerto de otros nodos.

40 Después de obtener la información anterior, el nodo (o el elemento de cálculo de trayecto centralizado) guarda la información localmente. Cuando llega una solicitud encaminamiento de longitud de onda, la información puede ser utilizada para cálculo.

Una solución de encaminamiento de longitud de onda de acuerdo con una realización del presente invento es descrita en una realización de aplicación a continuación.

45 Como se ha mostrado en la fig. 3, existen los tres nodos siguientes en una red WDM: Nodo A, Nodo B y Nodo C. Cada nodo tiene seis puertos, cuyos identificadores locales son P1-P6 respectivamente, en los que P1-P3 son puertos de entrada, P4-P6 son puertos de salida, y P1 y P4 son utilizados para añadir un servicio y retirar un servicio respectivamente. Cada nodo tiene un WC, cuyo identificador local es WC1. Se ha supuesto que cada enlace en la fig. 3 contiene las siguientes cuatro longitudes de onda: λ1, λ2, λ3, y λ4.

En esta realización, solamente la información de capacidad de conexión transversal de puerto, la información de capacidad de conversión de longitud de onda, y la información de accesibilidad de longitud de onda de un enlace son

tomadas como ejemplos para describir cómo es anunciada, recibida y utilizada la información relevante de un nodo. Procesos para anunciar y recibir otra información de nodo e información de enlace son similares a los descritos en esta realización, y no están descritos aquí de nuevo.

5 El Nodo B es tomado como un ejemplo, y se ha supuesto que la información de capacidad de conexión transversal de puerto de Nodo B es: P2 puede ser conectado transversalmente a P6, y P1 y P3 puede ser conectados transversalmente a P4 y P5.

La información de capacidad de conversión de longitud de onda del Nodo B es la siguiente.

La información de accesibilidad del WC es: P1, P2 y P3 pueden ser conectados transversalmente al WC1, y el WC1 puede ser también conectado transversalmente a P4, P5 y P6.

10 El rango de conversión de longitud de onda del WC es: un rango de longitud de onda de entrada es λ_1 y λ_2 , y un rango de longitud de onda de salida es λ_3 y λ_4 .

El estado del WC es un estado disponible.

La información de accesibilidad de longitud de onda de cada enlace conectado al Nodo B es como sigue.

15 La restricción de longitud de onda del Enlace L2 correspondiente a P2 es que λ_1 - λ_4 están soportados. El estado de ocupación de cada longitud de onda en el enlace es que sólo λ_1 está vacío.

La restricción de longitud de onda del Enlace L6 correspondiente a P6 es que λ_1 - λ_4 están soportados. El estado de ocupación de cada longitud de onda en el enlace es que sólo λ_1 y λ_2 están ocupados y λ_3 y λ_4 están vacíos.

Con el propósito de simplicidad, la información de accesibilidad de longitud de onda de otros enlaces conectados al Nodo B es omitida.

20 Después de determinar la información anterior, el Nodo B anuncia la información a través de un protocolo OSPF. Por ejemplo, son adoptados formatos definidos en las Maneras 1-6, de modo que añadan la información de capacidad de conexión transversal de puerto (transportada en un sub-TLV de Matriz de Conectividad) y la información de capacidad de conversión de longitud de onda del nodo (que contiene la información de accesibilidad del WC (transportada en una Accesibilidad de sub-TLV de convertidores de longitud de onda), la información de rango de conversión del WC (transportada en un sub-TLV de rango de conversión de Longitud de onda), y la información de estado del WC (transportada en un sub-TLV de estado de Uso de WC)) en un TLV de Atributo de Nodo del OSPF, y añadan la información de restricción de longitud de onda del enlace (transportada en un sub-TLV de Restricciones de Longitud de onda de puerto WSON) y la información del estado de longitud de onda (transportada en un sub-TLV de Información de Estado de Longitud de onda) en un TLV de Enlace del OSPF (en un TLV correspondiente a cada enlace). Un modo de transporte posible es descrito a continuación.

25

30

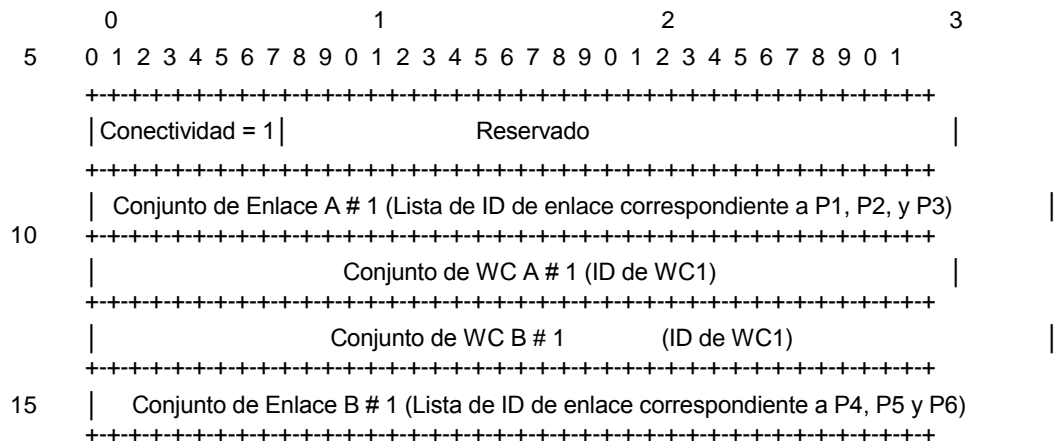
1. La información de capacidad de conexión transversal de puerto es transportada en el sub-TLV de Matriz de Conectividad, como se ha descrito en la Tabla 13.

Tabla 13 Estructura de sub-TLV de Matriz de Conectividad de Nodo B

	0	1	2	3																					
35	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1																								
	Conectividad = 2												Reservado												
40	:	Conjunto de Enlace de Entrada # 1												:											
	:	(ID de enlace correspondiente a P2)												:											
45	:	Conjunto de Enlace de Salida # 1												:											
	:	(ID de enlace correspondiente a P6)												:											
50	:	Conjunto de Enlace de Entrada # 2												:											
	:	(Lista de ID de enlace correspondiente a P1 y P3)												:											
	:	Conjunto de Enlace de Salida # 2												:											
	:	(Lista de ID de enlace correspondiente a P4 y P5)												:											

2. La información de accesibilidad de WC1 es transportada en la Accesibilidad de sub-TLV de convertidores de longitud de onda, como se ha descrito en la Tabla 14.

Tabla 14 Estructura de Accesibilidad de sub-TLV de convertidores de longitud de onda de WC1



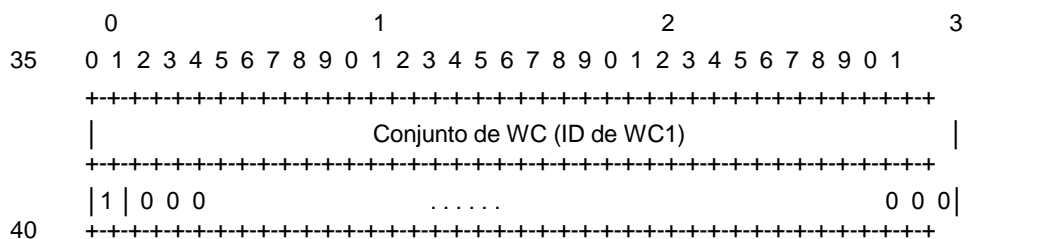
3. La información de rango de conversión de longitud de onda de WC1 es transportada en el sub-TLV de rango de conversión de Longitud de onda, como se ha descrito en la Tabla 15.

Tabla 15 Estructura de sub-TLV de rango de conversión de longitud de onda de WC1



4. La información de estado de WC1 es transportada en el sub-TLV de Estado de Uso de WC, como se ha descrito en la Tabla 16.

Tabla 16 Estructura de sub-TLV de estado de Uso de WC del WC en Nodo B



Solo existe un WC en "Conjunto de WC", así sólo es válido el primer bit en un mapa de bits de estado de Uso de WC. Si el primer bit es "1", eso indica que el WC está vacío. Todos los demás bits inválidos son rellenados con "0".

5. La información de restricción de longitud de onda de Enlace L2 es transportada en el sub-TLV de Restricciones de Longitud de onda de Puerto WSON, como se ha descrito en la Tabla 17.

Tabla 17 Estructura de sub-TLV de Restricciones de Longitud de onda de Puerto WSON de Nodo B

0										1										2										3									
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
RestrKind = 0 1										Reservado										MaxNumChannels = 4																			
										Conjunto de longitudes de onda por Acción																													
										(λ 1, λ 2, λ 3, λ 4)																													

6. La información de estado de longitud de onda del Enlace L2 es transportada en el sub-TLV de Información de Estado de Longitud de onda, como se ha descrito en la Tabla 18.

Tabla 18 Estructura de sub-TLV de Información de Estado de Longitud de onda de Enlace L2

0										1										2										3									
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Reservado										Número de Longitudes de onda = 4																													
										Etiqueta de λ 1																													
1 0 0 0 0 0 0																													0 0 0									

Solo existen cuatro longitudes de onda en L2, así solo los 4 primeros bits en un mapa de bits de estado de longitud de onda son válidos, en el que si el enésimo bit es "1", eso indica que λn está disponible. Todos los demás bits inválidos son rellenados con "0". Si el primer bit en el mapa de bits de estado de longitud de onda (la tercera fila en la Tabla 18) es "1", eso indica que λ1 está vacío, es decir, está disponible.

7. La información de restricción de longitud de onda del Enlace L6 es transportada en el sub-TLV de Restricciones de Longitud de onda de Puerto WSON, como se ha descrito en la Tabla 19.

Tabla 19 Estructura de sub-TLV de Restricciones de Longitud de onda de Puerto WSON de Enlace L6

0										1										2										3									
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
RestrKind = 0 1										Reservado										MaxNumChannels = 4																			
										Conjunto de longitudes de onda Por Acción																													
										(λ 1, λ 2, λ 3, λ 4)																													

8. La información de estado de longitud de onda del Enlace L6 es transportada en el sub-TLV de Información de Estado de Longitud de onda, como se ha descrito en la Tabla 20.

Tabla 20 Estructura de sub-TLV de Información de Estado de Longitud de onda de Enlace L6

	0	1	2	3
	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0	1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1	2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2	3 4 5 6 7 8 9 0 1
5	Reservado		Número de Longitudes de onda = 4	
	Etiqueta de λ 1			
10	0 0 1 1	0 0 0	0 0 0

Los procesos de anuncio de información para otros enlaces son similares a la descripción anterior y no se han descrito de nuevo.

Otros nodos adoptan también un método similar para anunciar la información de ellos mismos. Por ello, cada nodo en la red puede aprender información de otros nodos y enlaces, así la información puede ser utilizada para el cálculo de encaminamiento de longitud de onda.

Si el Nodo A recibe una solicitud para un servicio y necesita calcular un trayecto de longitud de onda entre el puerto P1 del Nodo A y el puerto P4 del Nodo C, el cálculo de encaminamiento puede ser realizado de acuerdo con la información anterior.

En primer lugar puede ser determinada una ruta, y a continuación se calcula si existe un recurso de longitud de onda disponible en la ruta. Por ejemplo, el Nodo A calcula en primer lugar un trayecto A-B-C, y a continuación calcula si el recurso de longitud de onda disponible existe de acuerdo con la información recogida del Nodo A, Nodo B y Nodo C y la información de enlaces entre Nodo A, Nodo B y Nodo C.

El Nodo A analiza una situación de recurso de longitud de onda de cada segmento desde el Nodo A al Nodo C. Un segmento desde el puerto P2 del Nodo B al puerto P6 del Nodo B es tomado como ejemplo para una descripción.

- (1) Capacidad de conexión transversal de puerto: El Nodo B soporta la conexión transversal desde P2 a P6;
 - (2) Disponibilidad de longitud de onda del enlace: Solo $\lambda 1$ está disponible en el puerto P2, y solo $\lambda 3$ y $\lambda 4$ están disponibles en el puerto P6;
 - (3) Capacidad de conversión de longitud de onda: El Nodo B un WC vacío, así el $\lambda 1$ o $\lambda 2$ pueden ser convertidos en $\lambda 3$ o $\lambda 4$.
- Puede verse que, existen dos recursos de longitud de onda opcionales en este segmento: desde el puerto P2 del Nodo B ($\lambda 1$), al WC1 del Nodo B, y al puerto P6 del Nodo B ($\lambda 3$); y desde el puerto P2 del Nodo B ($\lambda 1$), al WC1 del Nodo B, y al puerto P6 del Nodo B ($\lambda 4$).

Similarmente, el Nodo A calcula también la situación del recurso de longitud de onda de otro segmentos. Finalmente, una ruta de longitud de onda obtenida puede ser desde el puerto P1 del Nodo A ($\lambda 1$), al puerto P5 del Nodo A ($\lambda 1$), al puerto P2 del Nodo B ($\lambda 1$), al WC1 de Nodo B (desde $\lambda 1$ a $\lambda 3$), al puerto P6 del Nodo B ($\lambda 3$), al puerto P3 del Nodo C ($\lambda 3$), y al puerto P4 del Nodo C ($\lambda 3$), como se ha mostrado en negrilla en la fig. 3.

En una red óptica WDM, cada nodo puede obtener a partir de un mensaje de protocolo de encaminamiento la información de capacidad de conexión transversal, la información de capacidad de conversión de longitud de onda, la información de deterioro al nivel del nodo, la información de deterioro de puerto a puerto dentro del nodo, y la información de restricción de longitud de onda y la información de estado de longitud de onda de cada enlace, y la información de deterioro del enlace en cada puerto de otros nodos, de modo que el nodo puede, de acuerdo con la información, calcular exacta y rápidamente una ruta de longitud de onda que tiene un recurso de longitud de onda disponible para un servicio y calcular qué longitud de onda es signada para soportar el servicio en cada enlace, sin detección de señalización y redireccionamiento automático de señalización, que conserva por ello una gran cantidad de recursos de red.

Como se ha mostrado en la fig. 4, se ha ilustrado un aparato para anunciar un mensaje de protocolo de encaminamiento en una red WDM de acuerdo con una realización del presente invento. El aparato incluye una unidad 401 de obtención de información y una unidad 402 de anuncio de información.

La unidad 401 de obtención de información está configurada para obtener información de nodo e información de enlace de un nodo, en el que la información de nodo contiene información de capacidad de conexión transversal de puerto del

nodo, y la información de enlace contiene información de restricción de longitud de onda e información de estado de longitud de onda de cada enlace conectado al nodo.

5 La unidad 402 de anuncio de información está configurada para transportar la información de nodo y la información de enlace obtenidas en un objeto TLV del mensaje de protocolo de encaminamiento y anunciar un mensaje de protocolo de encaminamiento en la red.

El aparato para anunciar el mensaje de protocolo de encaminamiento puede estar dispuesto en un nodo.

Como se ha mostrado en la fig. 5, un aparato para calcular una ruta en una red WDM de acuerdo con una realización del presente invento incluye una unidad 501 de obtención de información, una unidad 502 de recepción de servicio, y una unidad 503 de cálculo.

10 La unidad 501 de obtención de información está configurada para obtener información de nodo e información de enlace de cada nodo a partir de un objeto de TLV de un mensaje de protocolo de encaminamiento anunciado por cada nodo, en que la información del nodo contiene una información de capacidad de conexión transversal de puerto de un nodo, y la información de enlace contiene información de restricción de longitud de onda e información de estado de longitud de onda de cada enlace conectado al nodo.

15 La unidad 502 de recepción de servicios está configurada para recibir una solicitud para un servicio.

La unidad 503 de cálculo está configurada para calcular una ruta que satisface un requisito del servicio y asignar una longitud de onda al servicio de acuerdo con la información de modo y la información de enlace obtenidas.

El aparato para calcular la ruta puede estar dispuesto en un nodo o en un elemento de cálculo de trayecto centralizado.

20 Como se ha mostrado en la fig. 6, se ha ilustrado un sistema para anunciar un mensaje de protocolo de encaminamiento y calcular una ruta en una red WDM de acuerdo con una realización del presente invento. El sistema incluye un aparato 601 de anuncio de mensaje de protocolo de encaminamiento y un aparato 602 de cálculo de ruta.

25 El aparato 601 de anuncio de mensaje de protocolo de encaminamiento está configurado para obtener información de nodo e información de enlace de un nodo, en que la información de nodo contiene información de capacidad de conexión transversal de puerto del nodo, y la información de enlace contiene información de restricción de longitud de onda e información de estado de longitud de onda de cada enlace conectado al nodo; y transportar la información de nodo y la información de enlace obtenidas en un objeto de TLV del mensaje de protocolo de encaminamiento y anunciar un mensaje de protocolo de encaminamiento en la red.

30 El aparato 602 de cálculo de ruta está configurado para obtener información de nodo e información de enlace de cada nodo a partir del objeto TLV del mensaje de protocolo de encaminamiento anunciado por cada nodo; recibir una solicitud para un servicio; y de acuerdo con la información de nodo y la información de enlace obtenidas, calcular una ruta que satisfaga un requisito del servicio y asignar una longitud de onda al servicio.

El aparato 601 de anuncio de mensaje de protocolo de encaminamiento puede estar dispuesto en un nodo, y el aparato 602 de cálculo de ruta puede estar dispuesto en un nodo o en un elemento de cálculo de trayecto centralizado.

35 El aparato y sistema de encaminamiento de longitud de onda proporcionados por las realizaciones del presente invento pueden poner en práctica el encaminamiento de longitud de onda en la red WDM con referencia a las maneras descritas en las realizaciones del método de encaminamiento de longitud de onda. Por ejemplo el aparato 601 de anuncio de mensaje de protocolo de encaminamiento puede estar dispuesto en el Nodo A, el Nodo B, y el Nodo C de la realización de aplicación, y el aparato 602 de cálculo de ruta puede estar dispuesto en el Nodo A de la realización de aplicación, de modo que el aparato 602 de cálculo de ruta en el Nodo A puede calcular la ruta y asignar la longitud de
40 onda de acuerdo con la información de nodo y la información de enlace anunciadas por el Nodo A, el Nodo B, y el Nodo C.

45 Mediante el aparato y sistemas de encaminamiento de longitud de onda proporcionados por las realizaciones del presente invento, el nodo obtiene información de nodo e información de enlace del nodo, en que ha información de nodo contiene información de capacidad de conexión transversal del nodo, y la información de enlace contiene la información de restricción de longitud de onda y la información de estado de longitud de onda de cada enlace conectado al modo; y transportar la información de nodo y la información de enlace obtenidas en el TLV del mensaje de protocolo de encaminamiento y anunciar el mensaje de protocolo de encaminamiento, y después de recibir la información, los otros nodos o elementos de cálculo de trayecto centralizados pueden calcular exacta y rápidamente una ruta de longitud de onda que tiene un recurso de longitud de onda disponible para el servicio y calcular qué
50 longitud de onda es asignada para soportar el servicio en cada enlace de acuerdo con la información, sin detección de señalización y redireccionamiento automático de señalización, que por ello conserva una gran cantidad de recursos la red.

Como los contenidos tales como interacciones de información y procesos de realización entre todos los módulos en el aparato y en el método en las realizaciones del presente invento están basados en el mismo concepto, pueden obtenerse contenidos específicos con referencia a la ilustración del método en las realizaciones del presente invento, y no se han repetido aquí.

- 5 Los expertos en la técnica deberían comprender que, la totalidad o parte de los procesos en el método de acuerdo con las realizaciones puede ser conseguida mediante hardware relevante bajo instrucciones de un programa de ordenador. El programa puede ser almacenado en un medio de almacenamiento legible por ordenador. Cuando el programa es ejecutado, el flujo del método de acuerdo con las realizaciones del presente invento es realizado. El medio de almacenamiento puede ser un disco magnético, un disco óptico, una memoria sólo de lectura (ROM), o una memoria de acceso aleatorio (RAM).
- 10

En conclusión, las realizaciones anteriores son simplemente ejemplares del presente invento. Sin embargo, el marco de protección del presente invento no está limitado a ellas. Los cambios o reemplazamientos fácilmente evidentes para los expertos en la técnica anterior dentro del marco del presente invento deberían caer dentro del marco del presente invento. Por ello, el marco de protección del presente invento será definido por las reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1.- Un método para anunciar un mensaje de protocolo de encaminamiento en una red de multiplexado por división de longitud de onda que comprende:

5 obtener (S101) información de nodo e información de enlace de un nodo, en que la información de nodo contiene información de capacidad de conexión transversal de puerto del nodo y un rango de longitudes de onda convertidas por el convertidor de longitud de onda del nodo, el rango de las longitudes de onda indica un rango de longitud de onda de entrada y un rango de longitud de onda de salida del convertidor de longitud de onda, y la información de enlace contiene información de restricción de longitud de onda e información de estado de longitud de onda de cada enlace conectado al nodo;

10 en el que la obtención de la información de nodo del nodo comprende además la pérdida de inserción en el par de puertos del nodo conectables transversalmente, una relación señal a ruido óptica, OSNR, en el par de puertos del nodo conectables transversalmente y una ganancia de canal en el par de puertos del nodo conectables transversalmente;

en el que la obtención de la información de enlace del nodo comprende además obtener un rango de potencia óptica de entrada/salida de canal en cada puerto del nodo; y

15 transportar (S102) la información de nodo y la información de enlace obtenidas en un Valor-Longitud-Tipo (TLV) de un mensaje de protocolo de encaminamiento, y anunciar el mensaje de protocolo de encaminamiento en la red, por lo que un aparato de cálculo de ruta que obtiene la información de nodo y la información de enlace calcula una ruta que satisface un requisito de servicio y asigna una longitud de onda al servicio.

2.- El método según la reivindicación 1 en el que el transporte de la información de nodo y de la información de enlace obtenidas en el TLV del mensaje de protocolo de encaminamiento comprende específicamente:

20 en el mensaje de protocolo de encaminamiento, transportar la información de capacidad de conexión transversal de puerto del nodo en un TLV para describir un atributo de nodo, y transportar la información de restricción de longitud de onda y la información de estado de longitud de onda de cada enlace conectado al nodo en un TLV para describir un atributo de enlace.

25 3.- El método según la reivindicación 1 en el que el transporte de la información de nodo y la información de enlace obtenidas en el TLV del mensaje de protocolo de encaminamiento comprende específicamente:

en el mensaje de protocolo de encaminamiento, transportar la información de capacidad de conexión transversal de puerto del nodo y la información de restricción de longitud de onda y la información de estado de longitud de onda de cada enlace conectado al nodo en un TLV para describir un atributo de enlace.

30 4.- Un aparato para anunciar un mensaje de protocolo de encaminamiento en una red de multiplexado por división de longitud de onda que comprende:

35 una unidad (401) de obtención de información, configurada para obtener información de nodo de información de enlace de un nodo, en el que la información de nodo contiene la información de capacidad de conexión transversal de puerto del nodo y un rango de longitudes de onda convertidas por un convertidor de longitudes de onda de nodo, el rango de las longitudes de onda indica un rango de longitud de onda de entrada y un rango de longitud de onda de salida del convertidor de longitud de onda, y la información de enlace contiene información de restricción de longitud de onda e información de estado de longitud de onda de cada enlace conectado al nodo;

40 en el que la obtención de la información de nodo del nodo comprende además la pérdida por inserción en un par de puertos conectables transversalmente del nodo, una relación de señal a ruido óptica, OSNR, en el par de puertos conectables transversalmente del nodo y una ganancia de canal par de puertos conectables transversalmente del nodo;

en el que la obtención de la información de enlace del nodo comprende además obtener un rango de potencia óptica de entrada/salida del canal en cada puerto del nodo; y

45 una unidad (402) de anuncio de información, configurada para transportar la información de nodo y la información de enlace obtenidas en un Valor de Longitud Tipo del mensaje de protocolo de encaminamiento y anunciar un mensaje de protocolo de encaminamiento en la red, por lo que un aparato de cálculo de ruta que obtiene la información de nodo y la información de enlace calcula una ruta que satisface el requisito de servicio y asigna una longitud de onda al servicio.

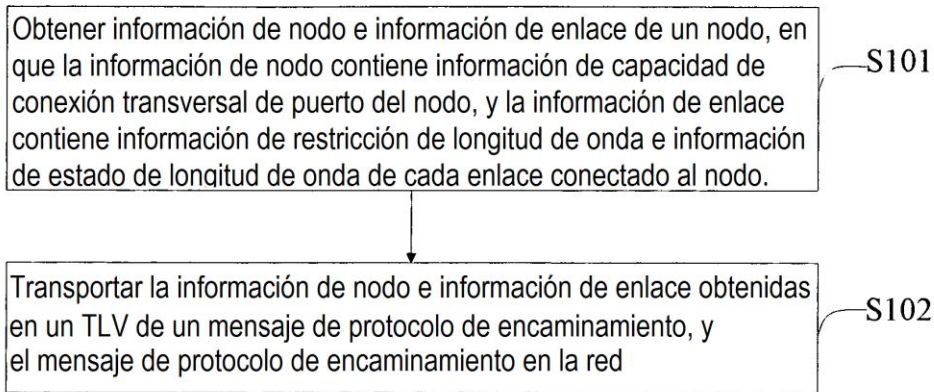


FIG. 1

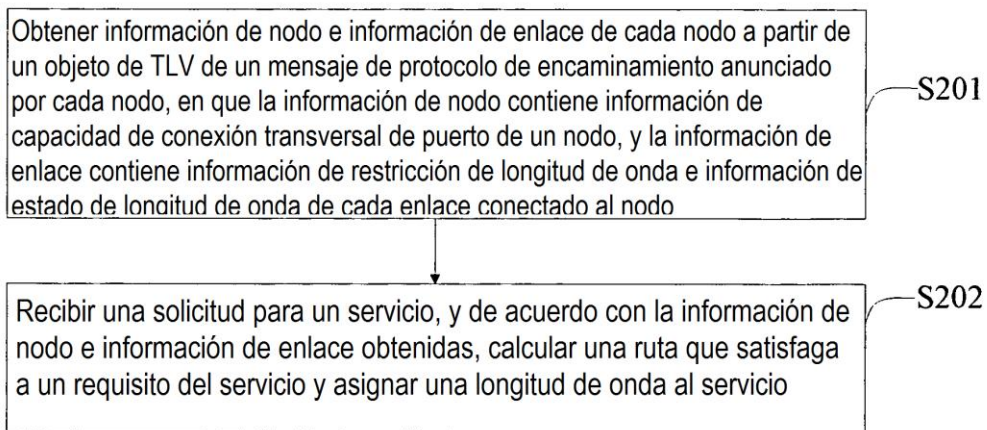


FIG. 2

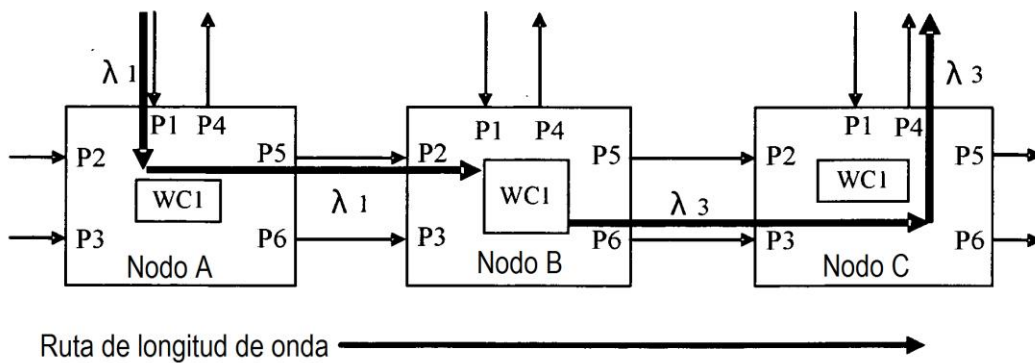


FIG. 3

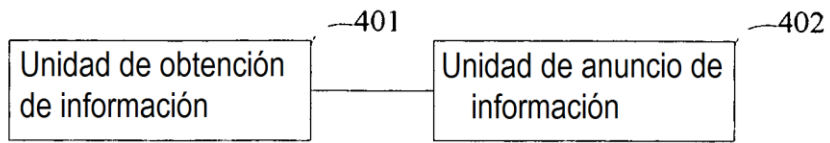


FIG. 4

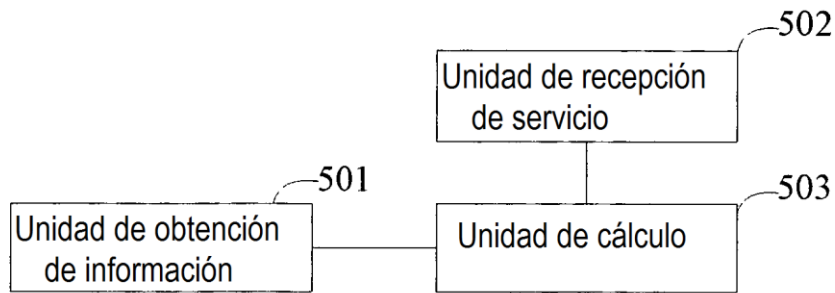


FIG. 5

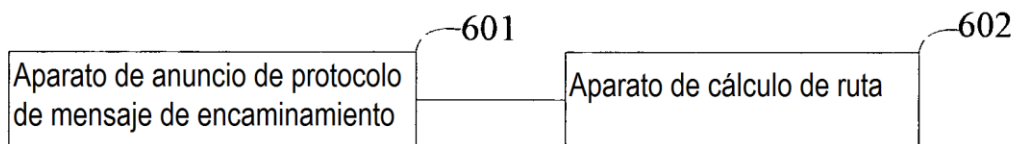


FIG. 6