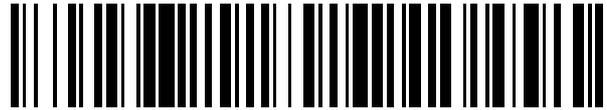


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 439 243**

51 Int. Cl.:

**H04L 12/24** (2006.01)

**H04J 14/02** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.07.2007 E 07785383 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **11.09.2013 EP 2051442**

54 Título: **Método, sistema y aparato para proteger una transmisión de multiplexación por división en longitud de onda**

30 Prioridad:

**09.08.2006 CN 200610110579**

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

**22.01.2014**

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**LI, HANGUO;  
CHEN, MING y  
HONG, BIN**

74 Agente/Representante:

**LEHMANN NOVO, María Isabel**

**ES 2 439 243 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, sistema y aparato para proteger una transmisión de multiplexación por división en longitud de onda

5 Esta solicitud de patente reivindica la prioridad de una solicitud de patente China CN1968141A presentada el 9 de agosto de 2006, titulada "MÉTODO Y DISPOSITIVO PARA PROTEGER UN SISTEMA DE TRANSMISIÓN DE WDM".

## CAMPO DE LA INVENCION

10 La presente invención se refiere a la transmisión de un campo de comunicación y en particular, a un método, un sistema y un dispositivo para proteger una transmisión de Multiplexación por División en Longitud de Onda (WDM) en una Red de Área Metropolitana.

## ANTECEDENTES DE LA INVENCION

15 En la Red de Área Metropolitana, la Red Óptica Pasiva (PON) es un método de acceso de fibra convencional de mayor aceptación. Sin embargo, con una fibra óptica, la más alta velocidad de solamente 1.25 Gbps o 2.5 Gbps puede soportarse mientras que, en la práctica la velocidad de una tarjeta de red normalmente utilizada en un ordenador de un usuario es de hasta 100 Mbps y el ancho de banda de acceso es solamente 2 Mbps que puede proporcionarse, con lo que no es posible satisfacer las demandas crecientes de los clientes. En consecuencia, un acceso de fibra con más alto ancho de banda es necesario. Las tecnologías de WDM han sido comercializadas para su uso a gran escala en la red central y Red de Área Metropolitana (MAN) y su ancho de banda puede ampliarse y mejorarse continuamente añadiendo longitudes de onda según las demandas. Con el aumento rápido del ancho de banda de acceso, se ha producido una tendencia hacia las tecnologías de WDM para su aplicación a la capa de acceso. No obstante, convencionalmente, se utiliza una transmisión punto a punto en las tecnologías de WDM, lo que da lugar a un alto coste para la aplicación de tecnologías WDM en la capa de acceso. Por lo tanto, se necesita una nueva tecnología para reducir el coste de aplicación. En la técnica anterior, una combinación de tecnologías de WDM y de tecnologías de PON se suele utilizar, según se ilustra en la Figura 1, existiendo, respectivamente, una pluralidad de  $n$  transmisores de flujo descendente y  $n$  receptores de flujo ascendente en un nodo central, que se utilizan, respectivamente, para transmitir un servicio de longitud de onda óptica en la ruta de flujo descendente para recibir un servicio de longitud de onda óptico ...

35 ... protección con 1+1 se ilustra en la Figura 2 en donde se utiliza una conexión de puente permanente. Señales de servicio bidireccionales, de flujo descendente y de flujo ascendente, existen entre un nodo de extremo transmisor A y un nodo de extremo receptor B, teniendo ambos una ruta de trabajo y una ruta de reserva. La señal de servicio de flujo descendente, en el nodo A, pasa primero a través de un divisor de conexión de puente permanente (tal como un acoplador óptico) que divide la señal de servicio enviada desde el nodo de extremo transmisor A en totalmente las mismas señales bidireccionales que se transmiten, respectivamente, por intermedio de la ruta de trabajo y de la ruta de reserva y un selector (tal como un conmutador óptico) se utiliza en el nodo del extremo receptor B para seleccionar una de las señales bidireccionales. La conmutación de protección de la señal de servicio de flujo ascendente puede realizarse de la misma manera que se indicó con anterioridad.

45 A continuación se da a conocer una forma de realización, a modo de ejemplo, de un servicio de flujo descendente desde el nodo A al nodo B. Puesto que el nodo B detecta los servicios, a la vez, en la ruta de trabajo y en la ruta de reserva simultáneamente, y cuando se produce un fallo operativo en la ruta de trabajo y se detecta por el nodo B, el fallo operativo se informa y el conmutador selectivo del nodo B se controla para conmutarse desde la ruta de trabajo a la ruta de reserva, con el fin de hacer efectiva la protección del servicio. La detección del fallo operativo y la conmutación se realizan en el mismo nodo sin informar a otro nodo; por lo tanto, la interacción de mensajes no se requiere entre dos nodos por intermedio de los protocolos de comunicación. Este modo operativo se refiere como un conmutador de extremo único, de forma similar, se utiliza un mismo mecanismo para el servicio desde el nodo B al nodo A.

55 En la técnica anterior, el modo de conmutador de extremo único, en donde las funciones de detección y de conmutación se realizan en el extremo receptor, se utiliza para el sistema de protección 1+1 y se realiza una conexión de puente permanente en el extremo transmisor. De este modo, se requiere un dispositivo para conmutar la selección en el extremo receptor. Cuando este sistema se aplica en una red de transmisión bidireccional, se necesita una fuente de suministro de energía en ambos nodos extremos. Cuando el sistema se aplica en una red de área metropolitana, debe suministrarse energía en el modo de conmutación si se requiere la protección de la ruta de flujo descendente. Si solamente la fibra desde el nodo central nodo de distribución, según se ilustra en la Figura 1, ha de conmutarse con protección, el nodo de distribución funcionará en el modo activo; por lo tanto, no puede ponerse en práctica una técnica de Red Óptica Pasiva (PON).

65 En el acceso de fibra óptica, la fibra óptica está conectada desde el nodo central a varias áreas residenciales o edificios y luego, se conecta a los dispositivos en la sala de máquinas de las áreas residenciales o los edificios. En

construcciones de redes reales, las fibras se suelen instalar en el lado de la carretera o del edificio con anticipación y cuando está presente un usuario en las áreas y en los edificios, la fibra óptica se conecta con las fibras instaladas. Puesto que un dispositivo que requiera un suministro de energía no puede utilizarse para la distribución en la parte media, se requiere un nodo de distribución de fibra, en el lado de la carretera o del edificio, para ser un dispositivo distribuidor pasivo, mientras que el nodo central y el nodo terminal en los extremos de la fibra, pueden recibir suministro de energía en la sala de máquinas.

La energía puede suministrarse, a la vez, en el nodo central y en el nodo terminal, mientras que el nodo distribuidor, que suele estar situado en el lado de la carretera o en un entorno relativamente simple, no tiene ningún suministro de energía. Si la transmisión doble-recepción selectiva del servicio de flujo descendente ha de realizarse, se requiere un suministro de energía a proporcionarse en este nodo distribuidor para poner en práctica la acción de conmutación de un conmutador óptico un conmutador eléctrico. Con el fin de garantizar la fiabilidad del equipo, se necesitan siempre dispositivos periféricos, tales como sistemas de aire acondicionado, para garantizar la temperatura ambiente y la humedad, bajo cuyos factores funcionan los equipos y dispositivos para poder cumplir los requisitos de su fiabilidad, lo que, en consecuencia, origina un gran coste para la construcción del nodo distribuidor.

El documento de Chiene J. et al, titulado "Cuestiones de tolerancia a fallos para redes de acceso óptico WDM" (Proceedings of the European Conference on Networks and Optical Communications NOC, 2000-1-1, páginas 130-137), da a conocer una arquitectura anular de auto-recuperación (*auto-healing*) utilizando técnicas de protección óptica a desarrollarse dentro de la futura red de acceso óptico WDM.

El documento de Zhang Z., titulado "Protección y restablecimiento en IP sobre Redes Ópticas" (Optical Networks Magazine, Vol. 2, nº 2, 2001-3-1), se da a conocer una arquitectura de protección y restablecimiento para IP sobre redes ópticas. Las redes consideradas son redes ópticas de transporte que consisten en dispositivo de transporte OXC (Cruce Óptico-Conexión), DWDM (Multiplexación por División en Longitud de Onda Densa). Una red óptica tiene un plano de control de IP que ejecuta los protocolos de encaminamiento así como los protocolos de señalización de MPLS.

#### SUMARIO DE LA INVENCION

Una forma de realización de la invención da a conocer un método, un sistema y un dispositivo para proteger la transmisión de WDM, que puede actualizar un nodo distribuidor pasivo con el fin de reducir el coste total de construcción de la red.

Una forma de realización de la invención da a conocer un método para proteger la transmisión en WDM, en donde, en una primera dirección de transmisión, un primer nodo transmite un servicio a un segundo nodo por intermedio de una ruta seleccionada de entre las dos rutas de transmisión mutuamente protegidas y el segundo nodo recibe el servicio en las dos rutas de transmisión, esto es, realiza una recepción doble; en una segunda dirección de transmisión opuesta a la primera dirección de transmisión, el segundo nodo transmite un servicio al primer nodo por intermedio de dos rutas de transmisión mutuamente protegidas, es decir, realiza una transmisión doble, y el primer nodo recibe el servicio por intermedio de una ruta seleccionada de entre las dos rutas de transmisión.

Una forma de realización de la invención da a conocer, además, un sistema para proteger la transmisión en WDM, que incluye un primer nodo y un segundo nodo conectados entre sí por intermedio de una fibra óptica en el sistema de WDM; el primer nodo incluye un módulo de transmisión selectiva adaptado para transmitir un servicio a un segundo nodo por intermedio de una ruta seleccionada de entre dos rutas de transmisión mutuamente protegidas en una primera dirección de transmisión y un módulo de recepción selectiva adaptado para recibir un servicio desde el segundo nodo por intermedio de una ruta seleccionada de entre dos rutas de transmisión mutuamente protegidas en una segunda dirección de transmisión; la segunda dirección de transmisión es opuesta a la primera dirección de transmisión; el segundo nodo incluye un módulo de recepción doble adaptado para recibir el servicio desde el primer nodo por intermedio de las dos rutas de transmisión mutuamente protegidas, esto es, para realizar una recepción doble, en la primera dirección de transmisión y un módulo de transmisión doble adaptado para transmitir el servicio al primer nodo por intermedio de las dos rutas de transmisión mutuamente protegidas, esto es, para realizar una transmisión doble, en la segunda dirección de transmisión.

Puede deducirse de la solución técnica anterior en la invención, un sistema de protección asimétrica se utiliza en direcciones de transmisión opuestas; dicho de otro modo, una transmisión selectiva y una recepción doble se realiza en una primera dirección de transmisión, mientras que una transmisión doble y una recepción selectiva se realiza en una segunda dirección de transmisión opuesta. Esto permite un nodo distribuidor sin un suministro de energía dedicado u otros equipos tales como sistemas de aire acondicionado, con el fin de reducir, en gran medida, el coste de construcción de una red de acceso WDM con función de protección.

#### BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

La Figura 1 es un diagrama esquemático que ilustra la arquitectura de una red WDM-PON en la técnica anterior;

La Figura 2 es un diagrama esquemático que ilustra la arquitectura de un sistema de protección 1+1 en la técnica anterior;

5 La Figura 3 es un diagrama esquemático que ilustra un sistema para proteger una ruta de trabajo de WDM dada a conocer en una primera forma de realización de la invención;

10 La Figura 4 es un diagrama de flujo que ilustra una protección de auto-recuperación con una transmisión selectiva y recepción doble para un servicio de flujo descendente dado a conocer en la primera forma de realización de la invención;

15 La Figura 5 es un sistema de protección de tipo 1+1 de conexión de subred dado a conocer en una segunda forma de realización de la invención;

La Figura 6 es un diagrama esquemático que ilustra una arquitectura de red WDM-PON que incluye un nodo distribuidor pasivo según una forma de realización de la invención y

La Figura 7 es un diagrama esquemático que ilustra la arquitectura de un sistema para proteger las transmisiones de WDM según una forma de realización de la invención.

## 20 DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LAS FORMAS DE REALIZACIÓN DE LA INVENCION

25 En una forma de realización de la invención, un sistema de protección asimétrica se utiliza para un escenario operativo dedicado de una red de acceso. Dicho de otro modo, en una ruta de flujo descendente (esto es, una ruta en una primera dirección de transmisión), dicha solución de que se realice una transmisión selectiva en un extremo transmisor y una recepción doble se realiza en un extremo receptor se utiliza este respecto; mientras que en una ruta de flujo ascendente (esto es, una ruta en una segunda dirección de transmisión opuesta a la primera dirección de transmisión), dicha solución de que se realice una transmisión doble en el extremo transmisor y una recepción selectiva se realiza en el extremo receptor. De este modo, se utiliza un modo selectivo para la recepción y la transmisión en el lado de un nodo central, mientras que se utiliza un modo de conexión permanente para un nodo distribuidor cerca del lado de los usuarios. El nodo distribuidor, puesto en práctica en dicha manera, no está provisto de un conmutador selectivo, por lo que puede ponerse en práctica con un dispositivo pasivo sin necesidad de un suministro de energía, por lo que dispositivos periféricos, tales como sistemas de aire acondicionado, no son requeridos para garantizar la temperatura ambiente de trabajo y la humedad de los dispositivos y equipos para disminuir el coste. Ha de apreciarse por los expertos en esta técnica, que los términos “flujo ascendente” y “flujo descendente” son denominaciones opuestas que representan dos direcciones de transmisión opuestas. En las formas de realización de la invención, el término “flujo ascendente” corresponde a una primera dirección de transmisión y el término “flujo descendente” corresponde a una segunda dirección de transmisión opuesta a la primera dirección de transmisión.

40 Otras descripciones se realizarán en la invención con referencia a los dibujos adjuntos y a las formas de realización. El conector de puente permanente puede incluir un par en la forma de realización de la invención.

45 Una primera forma de realización de la invención da a conocer un diagrama esquemático de un sistema para proteger una ruta de trabajo de WDM, según se ilustra en las Figuras 3, siendo  $Z_1, \dots, Z_n$  una pluralidad de  $n$  nodos terminales.

50 Un nodo central está provisto de un transeptor de WDM con una pluralidad de longitudes de onda, un transmisor de flujo descendente 1 con una determinada longitud de onda y un módulo de conmutador selectivo 101 con lo que se envía un servicio de flujo descendente. Las dos salidas del módulo de conmutador selectivo 101 están conectadas, respectivamente, con un Multiplexor/Demultiplexor por División en Longitud de Onda 1 y un Multiplexor/Demultiplexor por División en Longitud de Onda 2. El Multiplexor/Demultiplexor por División en Longitud de Onda 1 está conectado con un Multiplexor/Demultiplexor por División en Longitud de Onda 3 en un nodo distribuidor por intermedio de una fibra óptica central como una ruta de trabajo y el Multiplexor/Demultiplexor por División en Longitud de Onda 2 está conectado con un Multiplexor/Demultiplexor por División en Longitud de Onda 4 en el nodo distribuidor por intermedio de una fibra óptica central como una ruta de reserva. El servicio de flujo descendente, que pasa a través del Multiplexor/Demultiplexor por División en Longitud de Onda 1, se aplica a una entrada de un acoplador 103 por intermedio del Multiplexor/Demultiplexor por División en Longitud de Onda 3 y el servicio de flujo descendente, que pasa a través del Multiplexor/Demultiplexor por División en Longitud de Onda 2, se aplica a otra entrada del acoplador 103 por intermedio del Multiplexor/Demultiplexor por División en Longitud de Onda 4. Por último, el servicio de flujo descendente es objeto de salida a través de un puerto de salida global del acoplador 103 y se aplica a la entrada de un receptor de flujo descendente 1 en un nodo terminal por intermedio de una fibra óptica de distribución.

65 Un servicio de flujo ascendente, a esta longitud de onda, está en una dirección opuesta al servicio de flujo descendente. En primer lugar, un transmisor de flujo ascendente 1 envía el servicio de flujo ascendente al puerto de entrada global de un acoplador 104. Dos señales idénticas se proporcionan, a la salida, a través de dos puertos de

salida del acoplador 104 y a continuación se aplica a la entrada del Multiplexor/Demultiplexor por División en Longitud de Onda 3 y el Multiplexor/Demultiplexor por División en Longitud de Onda 4, respectivamente. El servicio de flujo ascendente, que pasa a través del Multiplexor/Demultiplexor por División en Longitud de Onda 3 se aplica a un puerto de entrada de un módulo de conmutador selectivo 102 a través del Multiplexor/Demultiplexor por División en Longitud de Onda 1 y el servicio de flujo ascendente, que pasa a través del Multiplexor/Demultiplexor por División en Longitud de Onda 4, se aplica a otro puerto de entrada del módulo de conmutador selectivo 102 por intermedio del Multiplexor/Demultiplexor por División en Longitud de Onda 2. Por último, el servicio de flujo ascendente se proporciona a través de un puerto de salida del módulo de conmutador selectivo y se aplica a la entrada de un receptor de flujo ascendente 1 en el nodo central por intermedio de la fibra óptica de distribución.

En consecuencia, el proceso de transmisión de servicio de flujo ascendente y de flujo descendente, en otras longitudes de onda, es similar al anteriormente descrito.

Puede resumirse, a partir de la descripción anterior de la forma de realización de la invención, que, en una primera dirección de transmisión, un primer nodo (p.e., el nodo central en la forma de realización anterior), transmite un servicio a un segundo nodo (p.e., el nodo distribuidor en la forma de realización anterior) por intermedio de una ruta seleccionada de entre dos rutas de transmisión mutuamente protegidas y el segundo nodo recibe el servicio a través de ambas dos rutas de transmisión. En una segunda dirección de transmisión opuesta a la primera dirección de transmisión, el segundo nodo transmite un servicio al primer nodo por intermedio de dos rutas de transmisión mutuamente protegidas y el primer nodo recibe el servicio por intermedio de una ruta seleccionada de entre las dos rutas de transmisión.

En particular, a modo de ejemplo, en donde un primer nodo es un nodo central y un segundo nodo es un nodo distribuidor, en una primera dirección de transmisión, el nodo central transmite un servicio a un nodo distribuidor a través de una ruta de transmisión, como una ruta de trabajo que transmite el servicio, seleccionada de entre las dos rutas de transmisión mutuamente protegidas desde el nodo central al nodo distribuidor. El nodo distribuidor recibe el servicio por intermedio de las dos rutas de transmisión, permanentemente conectadas, desde el nodo central al nodo distribuidor. En una segunda dirección de transmisión (una dirección opuesta a la primera dirección de transmisión), el nodo distribuidor transmite un servicio al nodo central por intermedio de dos rutas de transmisión mutuamente protegidas entre el nodo distribuidor y el nodo central y el nodo central transmite el servicio al lado del cliente por intermedio de una ruta seleccionada de entre las dos rutas de transmisión como una ruta de trabajo.

Puede deducirse que, en la forma de realización de la invención, puede proporcionarse un segundo nodo pasivo utilizando el sistema de protección asimétrica en las diferentes direcciones de transmisión.

El Multiplexor/Demultiplexor por División en Longitud de Onda anterior puede ponerse en práctica con un multiplexor de Adición/Supresión Óptica (OADM) o una unidad de Multiplexor/Demultiplexor (Mux/DeMux); el módulo de conmutador selectivo puede utilizar un conmutador óptico y el Multiplexor/Demultiplexor por División en Longitud de Onda y el acoplador pueden ponerse en práctica en un nodo único o en nodos separados.

Según se ilustra en la Figura 3, cuando ocurre un fallo operativo en la ruta de trabajo desde el nodo central al nodo distribuidor, se realiza una detección de fallo operativo en otros nodos puesto que el nodo distribuidor es pasivo y no está disponible para la detección de fallo operativo y el nodo central es informado del fallo operativo para la conmutación. En la solución técnica ilustrada en la Figura 3, solamente la fibra óptica desde el nodo central al nodo distribuidor está protegida, por lo que debe considerarse que la fibra óptica integral desde el nodo central al nodo terminal (esto es, un tercer nodo) puede protegerse para ampliar el alcance de la protección.

Con respecto a un servicio de flujo descendente desde el nodo central al nodo distribuidor, puesto que una unidad de detección de fallos operativos simplemente existe en un nodo activo, el fallo del servicio de flujo descendente sólo puede detectarse por el nodo terminal. Un diagrama de flujo de una forma de realización que ilustra una protección auto-recuperación, con transmisión selectiva y recepción doble para un servicio de flujo descendente, se ilustra en la Figura 4.

En la etapa 1, el nodo terminal detecta si ocurre un fallo operativo en el servicio de flujo descendente.

Un punto de detección de fallo operativo puede utilizar uno de los métodos siguientes para la detección: detectar la potencia de una señal óptica dividida a partir de la que ha de aplicarse a la entrada del extremo receptor; la detección de si el servicio está presente o es correcto utilizando el receptor o la detección de la sobrecarga dedicada del servicio para determinar si el servicio es correcto o no.

En la etapa 2, la ruta de flujo descendente, en condición de fallo operativo, se identifica y se genera una información de fallo de la ruta de flujo descendente.

En la etapa 3, la información de fallo de la ruta de flujo descendente se transmite al nodo central por intermedio de una ruta de flujo ascendente.

La transmisión de la información de fallo de ruta de flujo descendente al nodo central puede ponerse en práctica utilizando la información de carga de la longitud de onda del servicio de flujo ascendente o utilizando la transmisión fuera de banda a través de un canal de control óptico o utilizando un byte de alarma dedicado en el servicio de flujo ascendente.

5 En la etapa 4, el nodo central controla un módulo de conmutador selectivo correspondiente a la ruta de flujo descendente en fallo operativo para conmutar desde la ruta de trabajo a la ruta de reserva.

10 Puede deducirse de las etapas 1 a 4 anteriores, en esta forma de realización de detección del servicio de flujo descendente, que el nodo central realiza la conmutación selectiva para la ruta de transmisión de flujo descendente, en función de la información de fallo de ruta de flujo ascendente proporcionada por el nodo terminal por intermedio de la ruta de flujo descendente.

15 Con respecto a un servicio de flujo ascendente desde el nodo terminal al nodo central por intermedio del nodo distribuidor, el nodo central está provisto de una unidad de detección de fallos y también de un módulo de conmutador selectivo para la conmutación de protección. A la detección de un fallo que ocurra en la ruta de trabajo de flujo ascendente, el nodo central controla el módulo de conmutador selectivo correspondiente para seleccionar una ruta de reserva para la conmutación de extremo único.

20 Con el fin de mejorar todavía más la fiabilidad de un sistema de transmisión de WDM, una segunda forma de realización de la invención se da a conocer con referencia a la Figura 5, que ilustra un diagrama estructural de un sistema de protección 1+1 de transmisión selectiva-recepción doble de conexión de subred, en donde  $Z_1, \dots, Z_n$  son una pluralidad de  $n$  nodos terminales, de modo que la conmutación de protección puede ponerse en práctica no solamente cuando ocurre un fallo operativo en la ruta de trabajo, sino también cuando se produce un fallo en el transmisor o receptor.

El módulo de conmutador selectivo, en esta forma de realización, está situado entre la señal del cliente y un transceptor de longitud de onda de WDM. A modo de ejemplo, un módulo de conmutador selectivo 111 por intermedio del que pasa un servicio de flujo descendente, a una determinada longitud de onda, puede ponerse en práctica con un conmutador óptico o un conmutador eléctrico. Puesto que el módulo de conmutador selectivo 111 está situado en frente de un transmisor, dos módulos de transmisión, esto es, un transmisor de flujo descendente 1W y un transmisor de flujo descendente 1P, se proporcionan en dos salidas del módulo de conmutador selectivo 111 para la transmisión selectiva del servicio de flujo descendente en esa determinada longitud de onda. El transmisor de flujo descendente 1W y el transmisor de flujo descendente 1P están conectados, respectivamente, con un Multiplexor/Demultiplexor por División en Longitud de Onda W y con un Multiplexor/Demultiplexor por División en Longitud de Onda P. El Multiplexor/Demultiplexor por División en Longitud de Onda W está conectado con un Multiplexor/Demultiplexor por División en Longitud de Onda 3 en un nodo distribuidor por intermedio de una fibra óptica central como una ruta de trabajo y el Multiplexor/Demultiplexor por División en Longitud de Onda P está conectado con un Multiplexor/Demultiplexor por División en Longitud de Onda 4 en el nodo distribuidor 4 por intermedio de una fibra óptica central como una ruta de reserva. El servicio de flujo descendente que pasa a través del Multiplexor/Demultiplexor por División en Longitud de Onda W se aplica a una entrada de un acoplador 115 por intermedio del Multiplexor/Demultiplexor por División en Longitud de Onda 3 y el servicio de flujo descendente que pasa a través del Multiplexor/Demultiplexor por División en Longitud de Onda P se aplica a otra entrada del acoplador 115 por intermedio del Multiplexor/Demultiplexor por División en Longitud de Onda 4. Por último, el servicio de flujo descendente es objeto de salida a través de un puerto de salida global del acoplador 115 y se aplica a la entrada de un receptor de flujo descendente 1 en un nodo terminal  $Z_1$  por intermedio de una fibra óptica de distribución, con el fin de realizar las funciones de transmisión selectiva y recepción doble del servicio de flujo descendente.

50 Un servicio de flujo ascendente, en esta longitud de onda, está en una dirección opuesta al servicio de flujo descendente. En primer lugar, un transmisor de flujo ascendente 1 en el nodo terminal  $Z_1$  envía el servicio de flujo ascendente a un puerto de entrada global de un acoplador 116; dos señales idénticas se proporcionan por dos puertos de salida del acoplador 116 y luego, se aplican a la entrada de un Multiplexor/Demultiplexor por División en Longitud de Onda 3 y el Multiplexor/Demultiplexor por División en Longitud de Onda 4, respectivamente; el servicio de flujo ascendente, que pasa a través del Multiplexor/Demultiplexor por División en Longitud de Onda 3, se aplica a la entrada de un receptor de flujo ascendente 1W por intermedio del Multiplexor/Demultiplexor por División en Longitud de Onda W y el servicio de flujo ascendente que pasa a través del Multiplexor/Demultiplexor por División en Longitud de Onda 4, se aplica a la entrada de un receptor de flujo ascendente 1P por intermedio del Multiplexor/Demultiplexor por División en Longitud de Onda P; por último, el servicio de flujo ascendente a la salida del receptor de flujo ascendente 1W y 1P pasa a través de dos entradas de un módulo de conmutador selectivo 112 respectivamente y se proporciona desde un puerto de salida del módulo de conmutador selectivo 112 a su selección, con el fin de realizar la función de transmisión doble y recepción selectiva del servicio de flujo ascendente.

65 En consecuencia, el proceso de transmisión de los servicios de flujo ascendente y de flujo descendente, en otras longitudes de onda, es similar al anteriormente descrito.

5 En las primera y segunda formas de realización de la invención, se da a conocer solamente un nodo distribuidor. Sin embargo, en el uso práctico, se puede proporcionar una pluralidad de nodos distribuidores. En una arquitectura de red WDM-PON que incluye un nodo distribuidor pasivo según se ilustra en la Figura 6, los módulos 1, 2, ..., M son una pluralidad de M nodos distribuidores en la red WDM-PON, cada uno de los cuales corresponde a los nodos terminales desde Z1 a Zn y se conecta con un nodo central por intermedio de una fibra óptica central como una ruta de trabajo y una ruta de reserva, respectivamente.

10 Una forma de realización de la invención da a conocer, además, un sistema para proteger la transmisión en WDM. Debe hacerse referencia a la Figura 7 que ilustra un diagrama estructural del sistema para proteger la transmisión en WDM, según una forma de realización de la invención. En este caso, la estructura interna y las relaciones de conexión se ilustrarán, en detalle, en conjunción con los principios de trabajo del sistema.

15 El sistema, en esta forma de realización, incluye un primer nodo y un segundo nodo conectados entre sí por intermedio de una fibra óptica en un sistema de WDM. En particular, el primer nodo incluye un módulo de transmisión selectiva 71 y un módulo de recepción selectiva 72 y el segundo nodo incluye un módulo de recepción doble 81 y un módulo de transmisión doble 82.

20 En una primera dirección de transmisión desde el primer nodo al segundo nodo, el módulo de transmisión selectiva 71, en el primer nodo, transmite un servicio al segundo nodo por intermedio de una ruta seleccionada de entre dos rutas de transmisión mutuamente protegidas y a continuación, el módulo de recepción doble 81, en el segundo nodo, recibe el servicio enviado desde el primer nodo a través de las dos rutas de transmisión mutuamente protegidas, esto es, realiza una recepción doble.

25 En una segunda dirección de transmisión desde el segundo nodo al primer nodo (esto es, una dirección opuesta a la primera dirección de transmisión), el módulo de transmisión doble 82, en el segundo nodo, transmite un servicio al primer nodo a través de dos rutas de transmisión mutuamente protegidas, esto es, realiza una transmisión doble y luego, el módulo de recepción selectiva 72, en el primer nodo, recibe el servicio enviado desde el segundo nodo por intermedio de una ruta seleccionada de entre las dos rutas de transmisión mutuamente protegidas.

30 En particular, el modo de recepción doble 81 puede incluir un conector de puente permanente de recepción doble; el módulo de transmisión doble 82 puede incluir un conector de puente permanente de transmisión doble y el módulo de transmisión selectiva 71 y el módulo de recepción selectiva 72 pueden incluir un módulo de conmutador selectivo.

35 Puede deducirse, a partir de la estructura anteriormente descrita, que no es necesario para el segundo nodo seleccionar la ruta de transmisión, sino mantener una conexión permanente. Por lo tanto, el segundo nodo puede no estar provisto de un dispositivo de suministro de energía; en consecuencia, puede ser pasivo para reducir el coste de construcción total de la red. El primer nodo, en el sistema anterior, puede ser un nodo central en un sistema de WDM y el segundo nodo puede ser un nodo distribuidor en el sistema de WDM. Por el contrario, esto es, el primer nodo en el sistema anterior puede ser un nodo distribuidor y el segundo nodo puede ser un nodo central. Ha de apreciarse por los expertos en esta técnica que, cuando se aplica un sistema de protección asimétrica en diferentes direcciones de transmisión en un sistema, uno de los nodos puede ser pasivo y no está previsto que límite que uno de los nodos puede ser pasivo en la forma de realización de la invención.

45 Una forma de realización de la invención da a conocer, además, un dispositivo para la protección de la transmisión de señales en WDM. El dispositivo del nodo puede ser el primer nodo o el segundo nodo en las formas de realización del sistema. La estructura interna del primer nodo y del segundo nodo ha sido ya descrita en las formas de realización anteriores del sistema, por lo tanto, no se describirán aquí de nuevo.

50 La anterior descripción es solamente para formas de realización a modo de ejemplo y no se utilizan para limitar el alcance de la invención. Varios cambios y sustituciones equivalentes sin desviarse por ello del alcance técnico de la invención que pueden ocurrirse fácilmente a los expertos en esta técnica habrán de estar cubiertas dentro del alcance de la invención definido por las reivindicaciones adjuntas.

**REIVINDICACIONES**

- 5       **1.** Un método para proteger una transmisión de Multiplexación por División en Longitud de Onda, WDM, cuyo método está caracterizado por cuanto que comprende:
- transmitir, por un primer nodo, un servicio a un segundo nodo, por intermedio de una ruta seleccionada entre dos rutas de transmisión, mutuamente protegidas, en una primera dirección de transmisión y recibir, por el segundo nodo, el servicio por intermedio de las dos rutas de transmisión en la primera dirección de transmisión y
- 10       transmitir, por el segundo nodo, un servicio al primer nodo, por intermedio de dos rutas de transmisión, mutuamente protegidas, en una segunda dirección de transmisión opuesta a la primera dirección de transmisión y recibir, por el primer nodo, el servicio por intermedio de una ruta seleccionada entre las dos rutas de transmisión en la segunda dirección de transmisión.
- 15       **2.** El método según la reivindicación 1, en donde el primer nodo es un nodo central en un sistema de transmisión WDM y el segundo nodo es un nodo distribuidor en el sistema de transmisión WDM.
- 20       **3.** El método según la reivindicación 2, en donde el proceso de transmisión en la primera dirección de transmisión comprende:
- transmitir, por el nodo central, un servicio al nodo distribuidor por intermedio de una ruta utilizada como la ruta de trabajo que encamina el servicio, seleccionada de entre las dos rutas de transmisión mutuamente protegidas desde el nodo central hasta el nodo distribuidor y
- 25       recibir, por el nodo distribuidor, el servicio encaminado en dos rutas de transmisión conectadas, de forma permanente, desde el nodo central hasta el nodo distribuidor.
- 30       **4.** El método según la reivindicación 2, en donde el proceso de transmisión en la segunda dirección de transmisión comprende:
- transmitir, por el nodo distribuidor, un servicio al nodo central por intermedio de las dos rutas de transmisión mutuamente protegidas entre el nodo distribuidor y el nodo central, respectivamente y
- 35       transmitir, por el nodo central, el servicio al lado del cliente por intermedio de una ruta seleccionada de entre las dos rutas de transmisión como una ruta de trabajo.
- 40       **5.** El método según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4 que comprende, además:
- en la primera dirección de transmisión, transmitir, por el segundo nodo, el servicio a un tercer nodo a la recepción del servicio desde el primer nodo y
- 45       en la segunda dirección de transmisión, recibir, por el segundo nodo, el servicio desde el tercer nodo antes de transmitir un servicio al primer nodo por intermedio de dos rutas de transmisión mutuamente protegidas por el segundo nodo.
- 50       **6.** El método según la reivindicación 2 que comprende, además:
- realizar, por el primer nodo, una conmutación selectiva para la ruta de transmisión en la primera dirección de transmisión en función de la información de fallo operativo de la ruta en la primera dirección de transmisión reenviada por el tercer nodo por intermedio de la ruta en la segunda dirección de transmisión.
- 55       **7.** El método según la reivindicación 6, en donde el proceso para realizar una conmutación selectiva para la ruta de transmisión en la primera dirección de transmisión por el primer nodo comprende:
- detectar, por el tercer nodo, si ocurre un fallo operativo en el servicio en la primera dirección de transmisión;
- transmitir, por el tercer nodo, información de fallo operativo de la ruta en la primera dirección de transmisión, al primer nodo por intermedio de la ruta en la segunda dirección de transmisión, a la detección de un fallo operativo que ocurre en el servicio en la primera dirección de transmisión y
- 60       conmutar, por el primer nodo, el servicio en la primera dirección de transmisión desde la ruta de trabajo a una ruta de reserva entre las dos rutas de transmisión mutuamente protegidas.
- 65       **8.** El método según la reivindicación 5, en donde el tercer nodo es un nodo terminal.
- 9.** El método según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, que comprende, además:

detectar, por el primer nodo, si ocurre un fallo operativo en el servicio en la segunda dirección de transmisión y

5 realizar, por el primer nodo, una conmutación selectiva para la ruta de recepción en la segunda dirección de transmisión, a la detección de un fallo operativo que ocurre en el servicio en la segunda dirección de transmisión.

**10.** Un sistema para proteger una transmisión de Multiplexación por División en Longitud de Onda, WDM, que comprende un primer nodo y un segundo nodo, conectados entre sí por intermedio de dos fibras ópticas en el sistema WDM, cuyo sistema está caracterizado por cuanto que:

10 el primer nodo comprende:  
un módulo de transmisión selectiva (71) adaptado para transmitir un servicio a un segundo nodo por intermedio de una ruta seleccionada entre dos rutas de transmisión mutuamente protegidas en una primera dirección de transmisión y

15 un módulo de recepción selectiva (72) adaptado para recibir un servicio procedente del segundo nodo por intermedio de una ruta seleccionada entre dos rutas de transmisión mutuamente protegidas en una segunda dirección de transmisión; en donde la segunda dirección de transmisión es opuesta a la primera dirección de transmisión;  
20 comprendiendo el segundo nodo:

un módulo de recepción doble (81) adaptado para recibir el servicio procedente del primer nodo por intermedio de las dos rutas de transmisión mutuamente protegidas en la primera dirección de transmisión y

25 un módulo de transmisión doble (82) adaptado para transmitir el servicio al primer nodo por intermedio de las dos rutas de transmisión mutuamente protegidas en la segunda dirección de transmisión.

30 **11.** El sistema según la reivindicación 10, en donde el primer nodo es un nodo central y el segundo nodo es un nodo distribuidor.

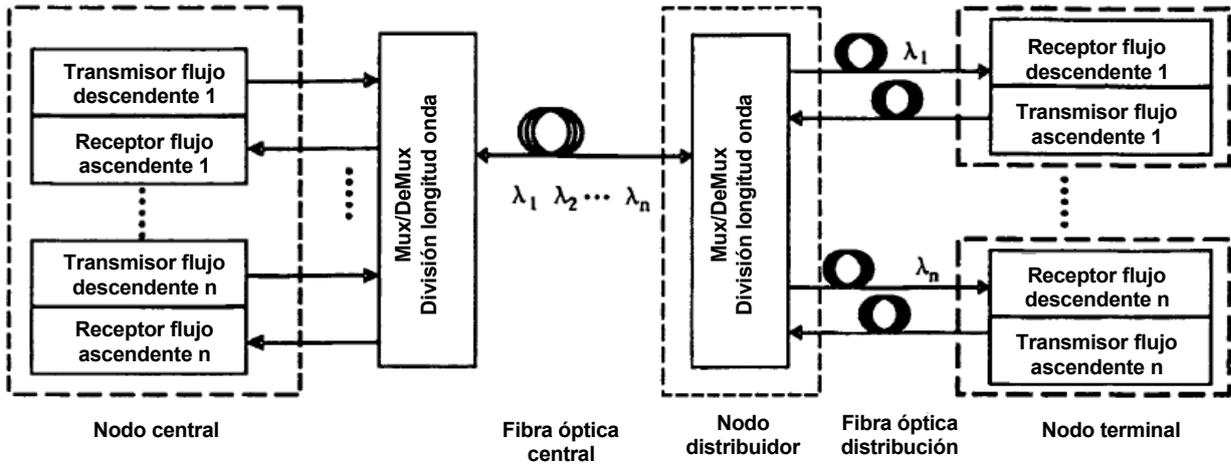


Figura 1

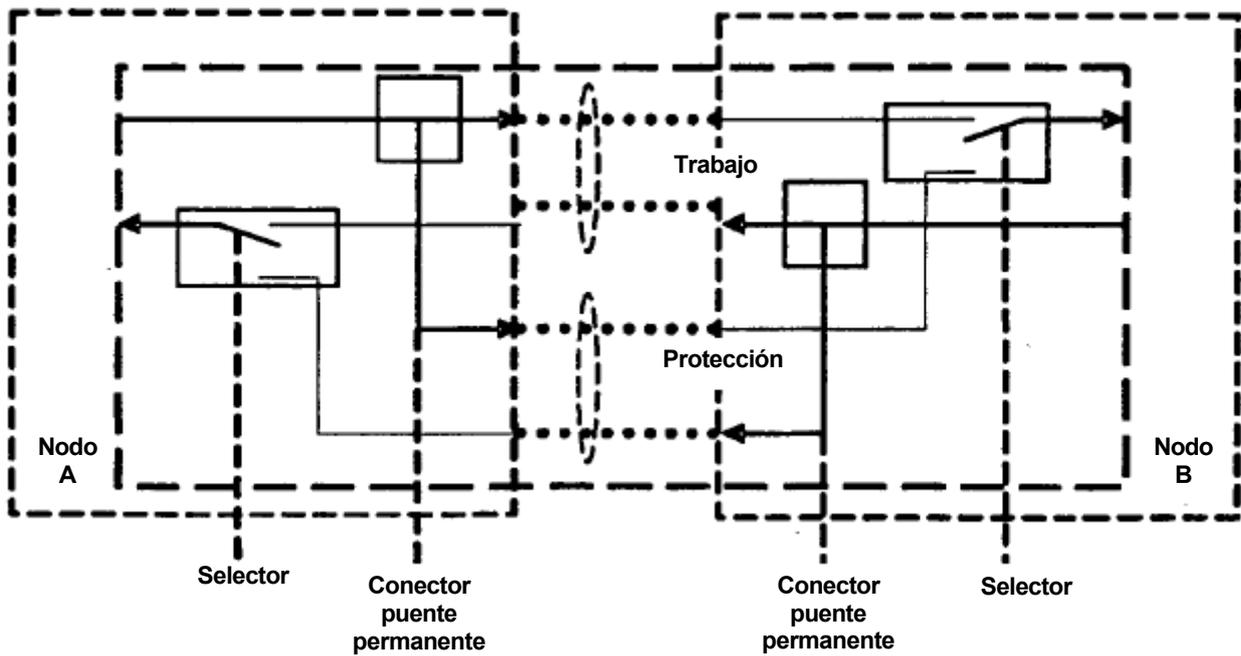


Figura 2

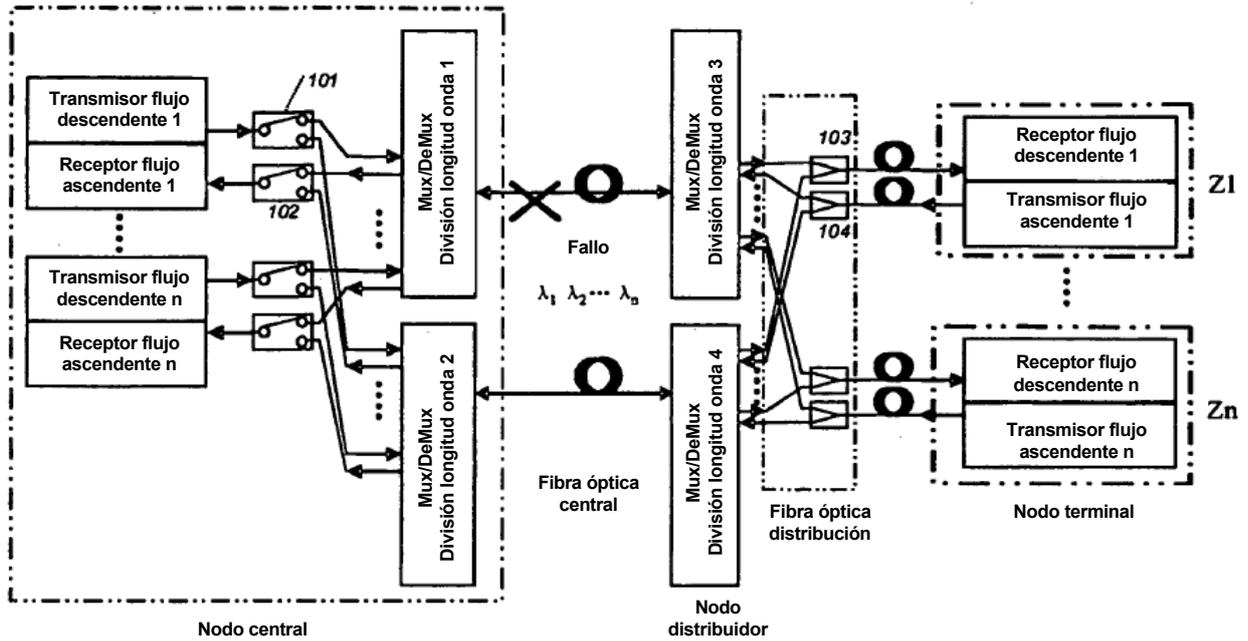


Figura 3

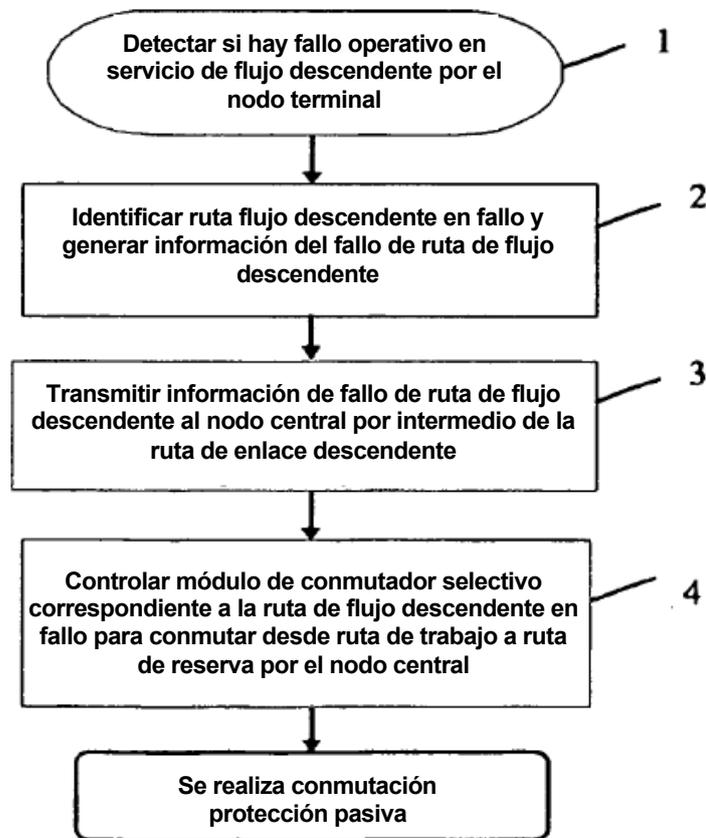


Figura 4

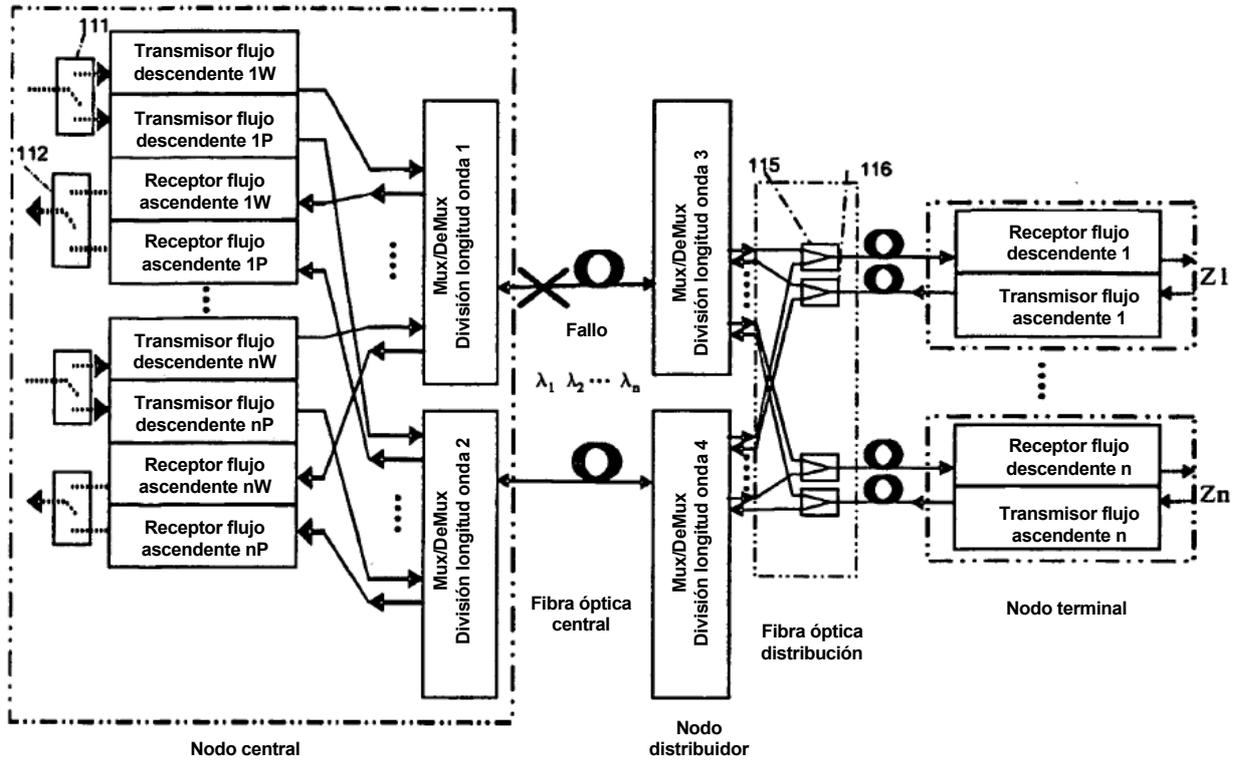


Figura 5

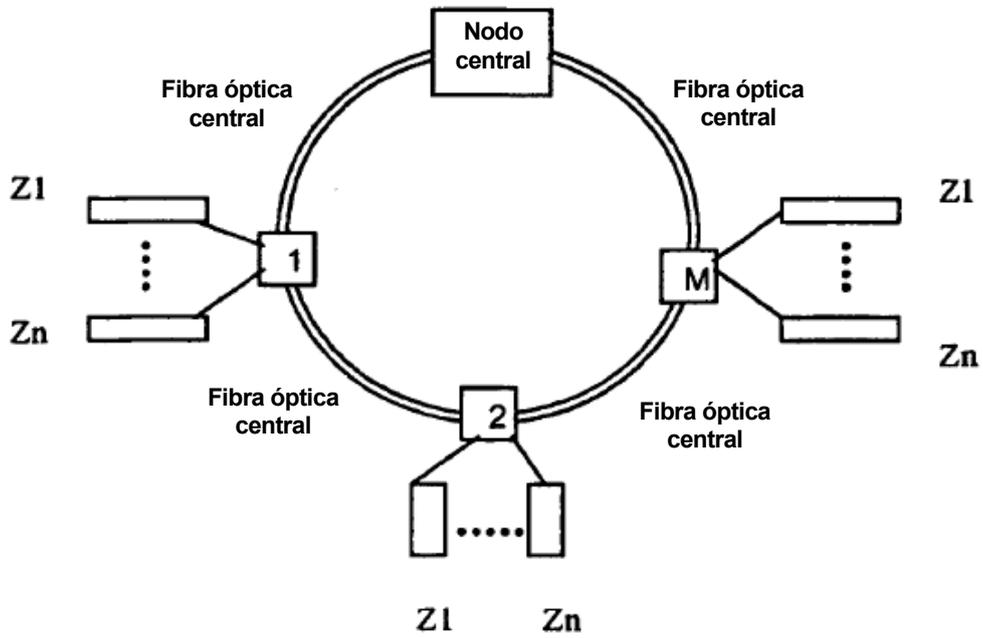


Figura 6

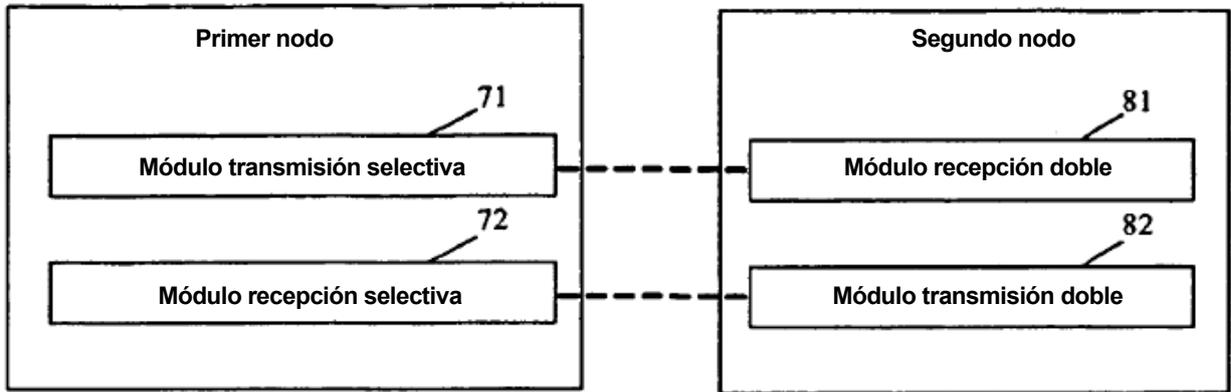


Figura 7