

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 612 491**

51 Int. Cl.:

H04J 14/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **11.07.2011 PCT/CN2011/077020**

87 Fecha y número de publicación internacional: **12.01.2012 WO12003809**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.07.2011 E 11803162 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **09.11.2016 EP 2589165**

54 Título: **Utilización de múltiples bloqueadores de longitud de onda compartidos para estabilizar transpondedores en una red de multiplexación por división de longitud de onda (WDM)**

30 Prioridad:

**07.07.2011 US 201113177771
09.07.2010 US 362792 P**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
17.05.2017

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**SHEN, XIAO, A.;
LEI, HONGBING y
BAI, YUSHENG**

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 612 491 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

Utilización de múltiples bloqueadores de longitud de onda compartidos para estabilizar transpondedores en una red de multiplexación por división de longitud de onda (WDM)

SECTOR TÉCNICO

- 5 La presente invención se refiere, en general, a comunicaciones de red, y más en particular a una red de multiplexación por división de longitud de onda (WDM, wavelength division multiplexing).

ANTECEDENTES

10 Los conjuntos de transmisores convencionales de multiplexación por división de longitud de onda (WDM) pueden utilizar láseres semiconductores como transmisores ópticos. El rendimiento de los sistemas de WDM depende de la integridad de la señal de las fuentes de láser, que puede fluctuar debido a variaciones en el entorno (por ejemplo, la temperatura, etc.) y/o a las condiciones del láser (por ejemplo, la edad, el control de calidad en el proceso de fabricación). Existe una dicotomía general entre redes de WDM ligera (CWDM, Coarse WDM) y redes de WDM densa (DWDM, Dense WDM), donde las redes CWDM pueden comprender una separación entre canales relativamente amplia (por ejemplo, aproximadamente 20 nanómetros (nm) o aproximadamente 2500 gigahercios (GHz)), mientras que las redes de WDM densa (DWDM, WDM) pueden comprender una separación entre canales relativamente estrecha (por ejemplo, aproximadamente 0,8 nm o aproximadamente 100 GHz). Por consiguiente, las redes CWDM pueden comprender muchos menos canales (por ejemplo, hasta 18 canales) que las redes DWDM (por ejemplo, hasta 128 canales). Se describen redes CWDM y DWDM típicas en las publicaciones G.984,2 y ITU-T G984.1 (respectivamente) de la sección de estandarización (ITU-T) de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (ITU, International Telecommunications Union), de las que ambas se incorporan como referencia a la presente memoria como si estuvieran reproducidas en su integridad.

25 Debido a su respectiva separación de canales, la integridad de la señal puede ser más crítica en las redes DWDM que en las redes CWDM. Por ejemplo, mientras que una fluctuación/variación relativamente pequeña en la integridad de la señal (por ejemplo, deriva de la longitud de onda) puede ser aceptable en las redes CWDM, una variación equivalente puede reducir sustancialmente la calidad de servicio en las redes DWDM. Por consiguiente, muchos sistemas CWDM pueden implementar alguna estrategia para corregir la longitud de onda flotante. Una estrategia para corregir la longitud de onda flotante es proporcionar un bloqueo de longitud de onda por medio de un sistema de retroalimentación que compara la longitud de onda real de salida del láser con la longitud de onda objetivo de salida del láser. Dichos sistemas de retroalimentación pueden utilizar un bloqueador de longitud de onda (bloqueador- λ) para detectar una diferencia entre longitudes de onda de salida y objetivo (por ejemplo, una desviación de la longitud de onda), y un administrador de elementos para ajustar en consecuencia la salida del láser. Específicamente, el bloqueador- λ puede detectar la desviación de la longitud de onda comparando una señal de referencia con una señal transmitida a través de un etalon, para determinar un diferencial de señal, por ejemplo una diferencia en fase, amplitud, frecuencia o combinaciones de las mismas, que puede corresponder a la desviación de la señal de salida respecto de la longitud de onda objetivo. De este modo, el bloqueador- λ puede utilizar el diferencial de intensidad de señal para determinar la desviación de la longitud de onda, que se puede comunicar al administrador de elementos con el fin de que la salida del láser se pueda ajustar en consecuencia. Se describen en mayor detalle técnicas de bloqueo de longitud de onda en la solicitud de patente U.S.A. número 12/579.196, presentada el 14 de octubre de 2009 por Hongbing Lei et al., y titulada "Wavelength Locker for Simultaneous Control of Multiple Dense Wavelength division Multiplexing Transmitters", que se incorpora como referencia a la presente memoria como si se reprodujera en su integridad.

45 Los esquemas de bloqueo de longitud de onda distribuidos convencionales pueden utilizar un bloqueador- λ dedicado para cada canal descendente (es decir, un bloqueador- λ por cada transmisor), utilizando de ese modo un bloqueador- λ independiente para proporcionar bloqueo de longitud de onda a cada respectiva fuente de láser. Específicamente, se puede situar un bloqueador de longitud de onda dedicado entre cada uno de los transmisores ópticos y el multiplexador óptico, y puede estar configurado para detectar la longitud de onda flotante en la señal de salida de cada transmisor óptico antes de que la serie de señales de salida sean multiplexadas en una señal WDM. Sin embargo, los bloqueadores- λ pueden ser relativamente costosos, de manera que las redes que utilizan más bloqueadores- λ (por ejemplo, bloqueadores- λ dedicados, o un bloqueador- λ por cada canal), pueden ser sustancialmente más costosas que las que utilizan menos bloqueadores de longitud de onda (por ejemplo, un bloqueador- λ para múltiples canales). Por ejemplo, los esquemas de bloqueo de longitud de onda centralizados convencionales pueden utilizar un bloqueador- λ centralizado (por ejemplo, un único bloqueador- λ para todos los canales), y pueden ser por lo tanto una alternativa de coste reducido frente a las redes distribuidas convencionales. Específicamente, el bloqueador- λ centralizado puede estar situado más abajo del multiplexor óptico, y puede estar configurado para detectar la longitud de onda flotante en una serie de canales en la señal WDM.

55 El documento WO 2009/029948 A1 da a conocer técnicas para comunicaciones ópticas que utilizan bloqueo controlado por retroalimentación de señales de canal óptico, en receptores ópticos en sistemas de comunicación WDM, incluyendo sistemas WDM ultra-densos.

El documento EP 2011264 A1 da a conocer una técnica para llevar a cabo operaciones de añadir/abandonar en un conjunto OADM que da servicio a una red óptica y comprende una unidad de añadir y una unidad de abandonar. Con respecto a por lo menos un canal óptico asignado a una longitud de onda óptica λ , el conjunto OADM puede abandonar el canal de la red por medio de la unidad de abandonar como una primera señal, y añadir el canal a la red por medio de la unidad de añadir como una segunda señal. De acuerdo con la técnica, el conjunto OADM comprende adicionalmente una unidad de autenticación y control ACU para autenticar dicho por lo menos un canal óptico y controlar el conjunto OADM. La ACU autentica el canal óptico comparando uno o varios componentes de la primera señal con uno o varios componentes de la segunda señal que sirve como referencia, y en base al resultado de la autenticación adopta decisiones acerca de permitir o bloquear el abandono y/o adición del canal óptico.

10 RESUMEN DE LA INVENCION

En la presente memoria se da a conocer un aparato que comprende por lo menos un procesador configurado para recibir una señal WDM desde un nodo remoto, donde la señal WDM comprende un primer canal que lleva una primera señal generada remotamente, un segundo canal que lleva una segunda señal generada remotamente, y un tercer canal, adaptar la señal WDM a una señal WDM compuesta abandonando la primera señal generada remotamente desde el primer canal, añadiendo una primera señal generada localmente al primer canal; y añadiendo una segunda señal generada localmente al tercer canal, y proporcionar bloqueo de longitud de onda a la primera señal generada localmente y a la segunda señal generada localmente sin proporcionar bloqueo de longitud de onda a la segunda señal generada remotamente.

Se da a conocer asimismo en la presente memoria un aparato que comprende un primer transpondedor configurado para generar una primera señal óptica, un segundo transpondedor configurado para generar una segunda señal óptica, fibra óptica configurada para propagar una tercera señal óptica, donde la tercera señal óptica no está generada por el aparato, un multiplexor óptico configurado para combinar la primera señal óptica, la segunda señal óptica y la tercera señal óptica en una señal óptica WDM compuesta, y un bloqueador de longitud de onda configurado para bloquear la longitud de onda de la primera señal óptica y de la segunda señal óptica, pero no de la tercera señal óptica, en el que la primera señal óptica y la segunda señal óptica son bloqueadas en longitud de onda utilizando una primera frecuencia de ruido que es diferente de una segunda frecuencia de ruido utilizada para bloquear la tercera señal óptica, y en el que la primera señal óptica y la segunda señal óptica comparten la primera frecuencia de ruido utilizando un mismo esquema de bloqueo de longitud de onda de multiplexación por división de tiempo (TDM, time division multiplexing) que está localizado en el aparato.

Se da a conocer asimismo en la presente memoria un procedimiento que comprende asignar, mediante un gestor de red, una primera frecuencia de ruido a un primer nodo intermedio en una red y una segunda frecuencia de ruido a un segundo nodo intermedio en la red, en el que la primera frecuencia de ruido es diferente de la segunda frecuencia de ruido, proporcionar, mediante el primer nodo intermedio, un bloqueo de longitud de onda a una primera serie de señales ópticas en una primera señal WDM, en el que la primera serie de señales ópticas está generada por el primer nodo intermedio y comprende la primera frecuencia de ruido, pero no la segunda frecuencia de ruido, proporcionar, mediante el segundo nodo intermedio, un bloqueo de longitud de onda a la segunda serie de señales ópticas en una señal WDM compuesta que comprende tanto la segunda serie de señales ópticas como por lo menos parte de la primera serie de señales ópticas, en el que la segunda serie de señales ópticas están generadas por el segundo nodo intermedio y comprende la segunda frecuencia de ruido, pero no la primera frecuencia de ruido; y transmitir, mediante el segundo nodo intermedio, la señal WDM compuesta al tercer nodo intermedio.

Estas y otras características se comprenderán más claramente a partir de la siguiente descripción detallada, tomada junto con los dibujos adjuntos y las reivindicaciones.

BREVE DESCRIPCION DE LOS DIBUJOS

Para una comprensión más completa de esta exposición, se hace referencia a continuación a la siguiente breve descripción, tomada junto con los dibujos adjuntos y la descripción detallada, donde los numerales de referencia similares representan partes similares.

La figura 1 muestra una realización de un nodo para implementar un esquema de bloqueo de longitud de onda TDM.

La figura 2 muestra una realización de un nodo para implementar un esquema de bloqueo de longitud de onda multiplexado por división de frecuencia (FDM, Frequency Division Multiplexed).

50 La figura 3 muestra una realización de una red DWDM punto a punto (P2P, point-to-point).

La figura 4 muestra una realización de una red DWDM compleja.

La figura 5 muestra una realización de un nodo intermedio configurado para implementar un esquema de bloqueo de longitud de onda compartido.

55 La figura 6 muestra una realización de una arquitectura de red para implementar un esquema de bloqueo de longitud de onda compartido.

La figura 7 muestra otra realización de una arquitectura de red para implementar un esquema de bloqueo de longitud de onda compartido.

La figura 8 es un gráfico que sigue la deriva de longitud de onda en una arquitectura de red de bloqueo de longitud de onda compartido.

5 La figura 9 es una realización de un sistema informático de propósito general.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE REALIZACIONES ILUSTRATIVAS

Se debe comprender inicialmente que, aunque se proporciona a continuación una implementación ilustrativa de una o varias realizaciones, los sistemas y/o procedimientos dados a conocer se pueden implementar utilizando diversas técnicas, actualmente conocidas o existentes. La exposición no se deberá limitar en modo alguno a las implementaciones, dibujos y técnicas ilustrativas mostradas a continuación, incluyendo los diseños e implementaciones a modo de ejemplo mostrados y descritos en la presente memoria, sino que se puede modificar dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas junto con todo el espectro de sus equivalentes.

Para proporcionar bloqueo de longitud de onda en una serie de canales en una señal WDM, el bloqueador centralizado de longitud de onda puede en primer lugar tener que aislar cada señal de salida correspondiente a los canales que recibirán bloqueo de longitud de onda. Un procedimiento para conseguir dicho aislamiento en la señal WDM es introducir una señal de ruido a la señal de salida apropiada. Específicamente, una señal de ruido puede comprender un tono singular de baja intensidad (por ejemplo, una pequeña señal de un solo componente de tono) que se puede introducir selectivamente en una señal de salida y utilizar a continuación para distinguir la señal de salida respecto de otras señales de salida en una señal WDM. Por ejemplo, la señal WDM se puede filtrar electrónicamente en función de la frecuencia de la señal de ruido (frecuencia de ruido) para rastrear un componente espectral que lleva la frecuencia de ruido. Pueden existir diversos procedimientos para introducir señales de ruido en la señal de salida de un transmisor láser, tal como modulando la corriente de polarización del transmisor a una frecuencia que corresponde a la frecuencia de ruido. Sin embargo, el bloqueador- λ centralizado puede solamente aislar una señal de salida cuya frecuencia de ruido sea única dentro de la señal WDM, por ejemplo, cuando ninguna otra señal de salida aparte de la señal de salida aislada comprenda una señal de ruido con la misma frecuencia de ruido. De este modo, los esquemas de bloqueo de longitud de onda centralizado pueden utilizar un enfoque de múltiple acceso de manera que un solo bloqueador- λ puede proporcionar bloqueo de longitud de onda a múltiples canales.

Un esquema de bloqueo de longitud de onda centralizado puede ser un esquema de bloqueo de longitud de onda TDM. El esquema de bloqueo de longitud de onda TDM puede introducir secuencialmente la misma señal de ruido de frecuencia a cada uno de los canales ópticos, de acuerdo con una secuencia predeterminada, por ejemplo una ventana TDM que comprende una serie de intervalos de tiempo (T_1 , T_2 , T_3 , etc.) asignados a dicha serie de canales ópticos. El bloqueador- λ puede rastrear a continuación el componente espectral correspondiente a la frecuencia de ruido en función de la secuencia predeterminada, aislando de ese modo cada señal de salida en el intervalo de tiempo apropiado. A continuación, el bloqueador- λ centralizado puede detectar las correspondientes desviaciones de la longitud de onda de manera similar a la utilizada por el bloqueador- λ dedicado. De este modo, un esquema de bloqueo de longitud de onda TDM puede proporcionar secuencialmente bloqueo de longitud de onda a cada uno de los canales, según una ventana TDM.

La figura 1 muestra una realización de un nodo 100 para implementar un esquema de bloqueo de longitud de onda TDM centralizado. El nodo 100 puede comprender un primer transmisor láser (TX-1) 101, un segundo transmisor láser (TX-2) 102, un tercer transmisor láser (TX-3) 103, un cuarto transmisor láser (TX-4) 104, un multiplexor óptico (MUX) 105, un bloqueador- λ (bloqueador- λ_{f100}) 106, un administrador de elementos 107 y una serie de generadores de señal de ruido 111 a 114, dispuestos tal como se muestra en la figura 1.

Los transmisores láser 101 a 104 pueden ser cualesquiera dispositivos utilizados para transmitir señales ópticas (por ejemplo, señales de salida) en una red óptica. En una realización, el TX-1 101 puede estar configurado para transmitir una primera señal de salida (λ_1) en un primer canal (CH1), el TX-2 102 puede estar configurado para transmitir una segunda señal de salida (λ_2) en un segundo canal (CH2), el TX-3 103 puede estar configurado para transmitir una tercera señal de salida (λ_3) en un tercer canal (CH3) y el TX-4 104 puede estar configurado para transmitir una cuarta señal de salida (λ_4) en un cuarto canal (CH4). Los expertos en la materia reconocerán que el nodo 100 puede comprender cualquier número de transmisores ópticos (por ejemplo, TX-1, TX-2, ... TX-N, donde N es un entero mayor que 1) configurados para transmitir cualquier número de señales de salida (por ejemplo, λ_1 , λ_2 , ... λ_n , donde n es un entero mayor que 1) en cualquier número de canales (por ejemplo, CH1, CH2 ... CHN), aunque en la presente memoria se describan solamente cuatro transmisores ópticos. El MUX 105 puede ser cualquier dispositivo configurado para multiplexar una serie de señales de salida en una señal óptica WDM. El bloqueador- λ_{f100} 106 puede ser cualquier dispositivo configurado para detectar deriva de longitud de onda en una o varias señales de salida. El administrador de elementos 107 puede ser cualquier dispositivo configurado para coordinar bloqueo de longitud de onda TDM en el nodo 100.

Los generadores de señal de ruido 111 a 114 pueden ser cualquier dispositivo o dispositivos que puedan introducir, o facilitar la introducción de una señal de ruido en las señales de salida de los transmisores ópticos 101 a 104. Por

ejemplo, los generadores de señal de ruido 111 a 114 se pueden configurar para introducir una señal de ruido en la señal de salida modulando la corriente de polarización de los transmisores 101 a 104. En una realización, los generadores de señal de ruido 111 a 114 pueden incluir: un primer generador de señal de ruido 111 configurado para introducir una primera señal de ruido (Ruido-1_{f100}) en la λ_1 ; un segundo generador de señal de ruido 112 configurado para introducir una segunda señal de ruido (Ruido-2_{f100}) en la λ_2 ; un tercer generador de señal de ruido 113 configurado para introducir una tercera señal de ruido (Ruido-3_{f100}) en la λ_3 ; y un cuarto generador de señal de ruido 114 configurado para introducir una cuarta señal de ruido (Ruido-4_{f100}) en la λ_4 . En una realización, el Ruido-1_{f100}, el Ruido-2_{f100}, el Ruido-3_{f100} y el Ruido-4_{f100} pueden todos comprender una primera frecuencia de ruido (f_{100}). En la misma u otras realizaciones, el bloqueador- λ_{f100} 106 se puede configurar para filtrar electrónicamente la señal WDM en función de f_{100} .

En una realización, el administrador de elementos 107 se puede configurar para coordinar el bloqueo de longitud de onda TDM en el nodo 100 sincronizando la introducción de la señales de ruido en las señales de salida según una secuencia predeterminada 190, y comunicando a continuación la secuencia predeterminada 190 al bloqueador- λ_{f100} 106. Por ejemplo, el administrador de elementos puede coordinar la introducción del Ruido-1_{f100}, el Ruido-2_{f100}, el Ruido-3_{f100} y el Ruido-4_{f100} en la λ_1 , la λ_2 , la λ_3 y la λ_4 (respectivamente), de acuerdo con la secuencia predeterminada 190. La secuencia predeterminada 190 puede comprender cualquier procedimiento o modo de coordinar la introducción de la señales de ruido en las señales de salida, con la detección de las señales de salida correspondientes mediante el bloqueador- λ_{f100} 106. En una realización, la secuencia predeterminada 190 puede comprender una secuencia repetitiva de una ventana TDM que comprende una serie de intervalos de tiempo (por ejemplo, T1, T2, T3 y T4) que son asignados a los respectivos canales o señales de ruido. Por ejemplo, la ventana TDM puede comprender un primer intervalo de tiempo (T1) asignado al Ruido-1_{f100}, un segundo intervalo de tiempo (T2) asignado al Ruido-2_{f100}, un tercer intervalo de tiempo (T3) asignado al Ruido-3_{f100} y un cuarto intervalo de tiempo (T4) asignado al Ruido-4_{f100}.

El bloqueador- λ_{f100} 106 puede utilizar la secuencia predeterminada 190 para determinar a qué canal corresponde la señal de salida aislada, de manera que se puede utilizar longitud de onda objetivo correcta para determinar la correspondiente desviación de la longitud de onda. Por ejemplo, el bloqueador- λ_{f100} 106 puede determinar la desviación de la longitud de onda de la λ_1 comparando la longitud de onda de la señal aislada con la longitud de onda objetivo de CH1 en el T1, la longitud de onda flotante de la λ_2 comparando la longitud de onda de la señal aislada con la longitud de onda objetivo de CH2 en el T2, la longitud de onda flotante de la λ_3 comparando la longitud de onda de la señal aislada con la longitud de onda objetivo del CH3 en el T3, y la longitud de onda flotante de la λ_4 comparando la longitud de onda de la señal aislada con la longitud de onda objetivo de CH4 en T4. A continuación (o simultáneamente), el bloqueador- λ_{f100} 106 puede comunicar la correspondiente desviación de la longitud de onda al administrador de elementos 107. Alternativamente, la desviación de la longitud de onda se puede comunicar a una unidad central de procesamiento (CPU, central processing unit) o a un dispositivo de tercera parte utilizado para corregir independiente o colectivamente las señales de salida.

El bloqueo de longitud de onda FDM convencional puede ser una alternativa a la longitud de onda TDM convencional. En un esquema de bloqueo de longitud de onda FDM convencional, las señales de ruido se pueden aplicar al mismo tiempo, pero pueden comprender diferentes frecuencias de ruido. Por ejemplo, se puede introducir continuamente una señal de ruido que comprende una única señal de ruido (por ejemplo, f_{100} , f_{200} , f_{300} ... f_{nx100}) en las diversas señales de salida (λ_1 , λ_2 , λ_3 ... λ_n), de tal modo que los componentes espectrales resultantes (cada uno de los cuales corresponde a una frecuencia de ruido diferente) se pueden rastrear simultáneamente (por ejemplo, en lugar de secuencialmente) para aislar simultáneamente cada una de las señales de salida. De este modo, el esquema de bloqueo de longitud de onda FDM puede utilizar una señal de ruido que comprende una única frecuencia de ruido (por ejemplo, f_{100} , f_{200} , f_{300} ... f_{nx100}) para aislar cada una de las señales de salida (por ejemplo, λ_1 , λ_2 y λ_3 ... λ_n).

La figura 2 muestra una realización de un nodo 200 para implementar un esquema de bloqueo de longitud de onda FDM. El nodo 200 puede comprender un TX-1 201, un TX-2 202, un TX-3 203, un TX-4 204, un MUX 205, un bloqueador- λ FDM (bloqueador- $\lambda_{f100-f400}$) 206, un administrador de elementos 207 y una serie de generadores de señal de ruido 211 a 214, dispuestos tal como se muestra en la figura 2. El TX-1 201, el TX-2 202, el TX-3 203, el TX-4 204 y el MUX 205 se pueden configurar de manera sustancialmente al TX-1 101, el TX-2 102, el TX-3 103, el TX-4 104 y el MUX 105. En una realización, el TX-1 201, el TX-2 202, el TX-3 203, el TX-4 204 se pueden configurar para transmitir una λ_1 , una λ_2 , una λ_3 y una λ_4 (respectivamente) al MUX 205, que se puede configurar para multiplexar la λ_1 , la λ_2 , la λ_3 y la λ_4 en una señal WDM. El bloqueador- $\lambda_{f100-f400}$ 206, el administrador de elementos 207 y los generadores de señal de ruido 211 a 214 se pueden configurar de manera bastante similar al bloqueador- λ_{f100} 106, el administrador de elementos 107 y los generadores de señal de ruido 111 a 114, excepto porque el bloqueador- $\lambda_{f100-f400}$ 206, el administrador de elementos 207 y los generadores de señal de ruido 211 a 214 se pueden configurar para implementar un esquema de bloqueo de longitud de onda FDM en lugar de un esquema de bloqueo de longitud de onda TDM. Específicamente, los generadores de señal de ruido 211 a 214 se pueden configurar para generar una serie de señales de ruido, cada una de las cuales puede comprender una frecuencia de ruido única (por ejemplo, f_{100} , f_{200} , f_{300} y f_{400}). Por ejemplo, los generadores de señal de ruido 211 a 214 pueden comprender: un primer generador de señal de ruido 211 configurado para introducir una primera señal de ruido que comprende una f_{100} (Ruido-1_{f100}) en la λ_1 ; un segundo generador de señal de ruido 212 configurado para introducir una segunda señal de ruido que comprende una segunda frecuencia de ruido (f_{200}) (Ruido-2_{f200}) en la λ_2 ; un tercer

generador de señal de ruido 213 configurado para introducir una tercera señal de ruido que comprende una tercera frecuencia de ruido (f_{300}) (Ruido-3 f_{300}) en la λ_3 ; y un cuarto generador de señal de ruido 214 configurado para introducir una cuarta señal de ruido que comprende una cuarta frecuencia de ruido (f_{400}) (Ruido-4 f_{400}) en la λ_4 , donde $f_{100} \neq f_{200} \neq f_{300} \neq f_{400}$ (por ejemplo, $f_{100} < f_{200} < f_{300} < f_{400}$). Por consiguiente, el administrador de elementos 207 se puede configurar para comunicar las frecuencias de ruido asignadas (por ejemplo, f_{100} a CH1, f_{200} a CH2, f_{300} a CH3, f_{400} a CH4, etc.) con el bloqueador- $\lambda_{f_{100}-f_{400}}$ 206 de tal modo que las longitudes de onda objetivo correctas se puedan comparar con la λ_1 , la λ_2 , la λ_3 y la λ_4 para determinar las correspondientes desviaciones de longitud de onda. A continuación, puede ser necesario que el administrador de elementos 207 comuniqué cualquier asignación de frecuencia de ruido nueva o modificada al bloqueador- $\lambda_{f_{100}-f_{400}}$ 206 (por ejemplo, que una nueva frecuencia de ruido (por ejemplo, $f_{n \times 100}$) ha sido asignada a un canal recién añadido (por ejemplo, CHN), que una asignación de frecuencia de ruido a un canal existente ha sido revocada/reasignada, etc.). El bloqueador- $\lambda_{f_{100}-f_{400}}$ 206 se puede configurar para: aislar la λ_1 filtrando electrónicamente una primera parte de la señal WDM con un primer filtro de radiofrecuencia (RF) que comprende un paso banda centrado aproximadamente en torno a f_{100} ; aislar la λ_2 filtrando electrónicamente una segunda parte de la señal WDM con un segundo filtro RF que comprende un paso banda centrado aproximadamente en torno a f_{200} ; aislar la λ_3 filtrando electrónicamente una tercera parte de la señal WDM con un tercer filtro de RF que comprende un paso banda centrado aproximadamente en torno a f_{300} ; y aislar la λ_4 filtrando electrónicamente una cuarta parte de la señal WDM con un cuarto filtro de RF que comprende un paso banda centrado aproximadamente en torno a f_{400} . La parte restante de la señal WDM se puede transmitir hacia delante, por ejemplo sin ser filtrada por el bloqueador- $\lambda_{f_{100}-f_{400}}$. En algunas realizaciones, la primera, la segunda, la tercera y la cuarta partes de la señal WDM pueden comprender colectivamente tan sólo aproximadamente una parte nominal (por ejemplo, menos de aproximadamente el uno por ciento) de toda la señal WDM, mientras que la parte restante de la señal WDM puede comprender una parte sustancial (por ejemplo, más de aproximadamente el noventa y nueve por ciento) de toda la señal WDM. De este modo, desviar la primera, la segunda, la tercera y la cuarta parte de la señal WDM puede no atenuar sustancialmente la señal WDM. En algunas realizaciones, toda la señal WDM, la primera, la segunda, tercera y la cuarta parte de la señal WDM, y/o el resto de la señal WDM se pueden amplificar mediante algún otro componente óptico acoplado al bloqueador- $\lambda_{f_{100}-f_{400}}$ (por ejemplo, un amplificador). De este modo, el bloqueador- $\lambda_{f_{100}-f_{400}}$ 206 puede proporcionar simultáneamente bloqueo de longitud de onda a cada uno de los transmisores 201 a 204.

En resumen, los esquemas de bloqueo de longitud de onda TDM y FDM centralizados convencionales adoptan enfoques diferentes para conseguir bloqueo de longitud de onda centralizado en redes DWDM. El esquema de bloqueo de longitud de onda TDM aísla secuencialmente una serie de señales de salida (por ejemplo, $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \dots, \lambda_n$) rastreando un único componente espectral correspondiente a una sola frecuencia de ruido (por ejemplo, f_{100}) de acuerdo con una ventana TDM predeterminada (por ejemplo, λ_1 en T1, λ_2 en T2, ... λ_n en TN, etc.). Por contraste, el esquema de bloqueo de longitud de onda FDM aísla una serie de señales de salida (por ejemplo, $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \dots, \lambda_n$) rastreando una serie de componentes espectrales únicos, cada uno de los cuales corresponde a una frecuencia de ruido diferente (por ejemplo, $f_1, f_2, f_3 \dots f_n$). Cada enfoque puede tener sus ventajas/desventajas en función del entorno de red, de la arquitectura, etc. Por ejemplo, los bloqueadores- λ FDM convencionales pueden ser algo más costosos que sus homólogos TDM debido a que los bloqueadores- λ FDM pueden utilizar una serie de filtros electrónicos (por ejemplo, en lugar de tan sólo un filtro electrónico), de tal modo que la señal WDM se pueda filtrar según diversas frecuencias de ruido. Es decir, los bloqueadores- λ que comprenden más filtros electrónicos pueden, ceteris paribus, ser más costosos que los bloqueadores- λ que comprenden menos filtros electrónicos. Por otra parte, implementar un enfoque de bloqueo de longitud de onda TDM centralizado puede introducir complejidades en el esquema de bloqueo de longitud de onda debido a la sincronización necesaria para distribuir una única frecuencia de ruido entre una serie de canales, por ejemplo especialmente en redes DWDM que comprenden muchos canales. Sin embargo, tanto el esquema de bloqueo de longitud de onda TDM centralizado convencional como el esquema de bloqueo de longitud de onda FDM centralizado convencional pueden ser adecuados y/o de coste reducido para proporcionar bloqueo de longitud de onda centralizado en redes DWDM relativamente simples, por ejemplo, redes DWDM punto a punto (P2P).

La figura 3 muestra una red DWDM punto a punto (P2P) 300. El término 'punto a punto' se puede utilizar en esta exposición para describir redes que no comprenden nodos intermedios configurados para añadir/abandonar longitudes de onda a/desde la señal WDM. Por ejemplo, la red DWDM P2P 300 puede distribuir la señal óptica WDM a una serie de abonados (no mostrados), y por lo tanto puede ser técnicamente una red de punto a multipunto (P2MP). Sin embargo, la red DWDM P2P 300 puede no obstante denominarse en la presente memoria una red 'punto a punto' debido a que no se añaden longitudes de onda a la señal WDM mediante nodos intermedios antes de que la señal WDM llegue a un destino.

La red DWDM P2P 300 puede comprender un primer nodo 310 correspondiente a un primer punto y un segundo nodo 320 correspondiente a un segundo punto. El primer nodo 310 puede ser cualquier dispositivo configurado para transmitir una señal WDM al segundo nodo 320, y puede comprender una serie de transpondedores 311 a 314, un MUX 315, un bloqueador- λ 316 y un administrador de elementos 317, dispuestos tal como se muestra en la figura 3. Los transpondedores 311 a 314 pueden ser cualquier componente o grupo de componentes que comprendan la funcionalidad de un transmisor y, opcionalmente, la funcionalidad de un generador de señal de ruido. Por ejemplo, los transpondedores 311 a 314 pueden comprender un transmisor de a bordo y un generador de señal de ruido de a bordo o, alternativamente, pueden comprender un transmisor independiente acoplado a un generador de señal de

ruido independiente. Por consiguiente, los transpondedores 311 a 314 pueden generar o emitir señales de salida ópticas (por ejemplo, λ_1 , λ_2 , λ_3 y λ_4) que comprenden una serie de señales de ruido (por ejemplo, Ruido-1, Ruido-2, Ruido-3 y Ruido-4). Por ejemplo, los transpondedores de ruido 311 a 314 pueden comprender: un primer transpondedor (TRX-1) 311 configurado para transmitir una λ_1 que comprende un Ruido-1 en un CH1; un segundo transpondedor (TRX-2) 312 configurado para transmitir una λ_2 que comprende un Ruido-2 en un CH2; un tercer transpondedor (TRX-3) 313 configurado para transmitir una λ_3 que comprende un Ruido-3 en un CH3; y un cuarto transpondedor (TRX-4) 314 configurado para transmitir una λ_4 que comprende un Ruido-4 en un CH4. El MUX 315 puede estar configurado de manera sustancialmente similar al MUX 105.

El primer nodo 310 puede estar configurado para implementar una arquitectura de bloqueo de longitud de onda TDM o bien una arquitectura de bloqueo de longitud de onda FDM. Por ejemplo, el Ruido-1, el Ruido-2, el Ruido-3 y el Ruido-4 pueden comprender sustancialmente la misma frecuencia de ruido (por ejemplo, f_{100}) cuando el nodo 310 está configurado para implementar un esquema de bloqueo de longitud de onda TDM convencional. Alternativamente, el Ruido-1, el Ruido-2, el Ruido-3 y el Ruido-4 pueden comprender sustancialmente frecuencias de ruido únicas (por ejemplo, f_{100} , f_{200} , f_{300} y f_{400}) cuando el nodo 310 está configurado para implementar un esquema de bloqueo de longitud de onda FDM convencional. Por consiguiente, el bloqueador- λ 316 y el administrador de elementos 317 pueden estar configurados de manera sustancialmente similar al bloqueador- $\lambda_{f_{100}}$ 106 y al administrador de elementos 107 cuando el primer nodo 310 está configurado para implementar un esquema de bloqueo de longitud de onda TDM convencional. Alternativamente, el bloqueador- λ 316 y el administrador de elementos 317 pueden estar configurados de manera sustancialmente similar al bloqueador- $\lambda_{f_{100-f_{400}}}$ 206 y al administrador de elementos 207 cuando el primer nodo 310 está configurado para implementar un esquema de bloqueo de longitud de onda FDM.

Los esquemas de bloqueo de longitud de onda centralizado convencionales, tales como los esquemas de bloqueo de longitud de onda de TDM y FDM descritos anteriormente, son adecuados y de coste reducido para redes ópticas simples, tales como la red DWDM P2P 300. Sin embargo, los esquemas de bloqueo de longitud de onda centralizado convencionales pueden ser poco adecuados y/o de coste menos reducido para redes ópticas grandes, complejas, tales como redes DWDM que comprenden uno o varios nodos intermedios que están configurados para añadir/abandonar canales a/desde la señal WDM. Ver, por ejemplo, la figura 4, más abajo. Por ejemplo, los esquemas de bloqueo de longitud de onda TDM centralizado convencionales pueden requerir la sincronización masiva a nivel de red cuando múltiples nodos intermedios están situados remotamente entre sí, por ejemplo a varios kilómetros (km). En consecuencia, los esquemas de bloqueo de longitud de onda FDM centralizado convencionales pueden requerir una coordinación masiva a nivel de red, de manera que cada canal esté asociado con una frecuencia de ruido diferente. Por ejemplo, las frecuencias de ruido pueden ocasionalmente tener que ser reasignadas (por ejemplo, cuando se añaden nuevos canales, se eliminan canales existentes, etc.), provocando de ese modo que partes sustanciales de la red se desconecten o se queden sin línea. Por ejemplo, puede ser importante que todas las partes involucradas en una asignación/reasignación de frecuencia de ruido coordinen sus acciones (por ejemplo, las partes empiezan y terminan utilizando la frecuencia de ruido al mismo tiempo que el bloqueador- λ re-asocia la frecuencia de ruido con asignación de canal actualizada) de tal modo que no se produzcan errores. Por lo tanto, los esquemas de bloqueo de longitud de onda TDM o FDM centralizado convencionales pueden requerir una sincronización y/o coordinación sustanciales a nivel de red. Adicionalmente, las señales de ruido que se generan remotamente se pueden atenuar sustancialmente al llegar al bloqueador- λ TDM o FDM, dificultando de ese modo rastrear el correspondiente componente espectral en la señal WDM. De este modo, la implementación y/o el mantenimiento de esquemas de bloqueo de longitud de onda TDM o FDM centralizados convencionales puede llegar a ser poco práctico en redes DWDM grandes, complejas y/o en evolución, reduciendo de ese modo la escalabilidad de los enfoques centralizados convencionales.

Además, los esquemas de bloqueo de longitud de onda centralizados TDM y FDM convencionales (es decir, que utilizan un bloqueador- λ para toda la red) pueden ser incapaces de proporcionar bloqueo de longitud de onda a todos los canales o transmisores en algunas redes DWDM complejas. Por ejemplo, algunas redes DWDM pueden utilizar diferentes longitudes de onda en diferentes segmentos (por ejemplo, utilizar λ_1 - λ_{10} en un primer segmento y λ_{11} - λ_{20} en un segundo segmento, etc.), y por consiguiente puede no haber ninguna localización adecuada para situar un bloqueador- λ centralizado en la red DWDM, por ejemplo, puede no haber ningún tramo de fibra que transporte todas las longitudes de onda. Ver, por ejemplo, la figura 4, más abajo. Las mismas u otras redes DWDM pueden reutilizar longitudes de onda en varios segmentos (por ejemplo, utilizar λ_1 para transportar una primera señal sobre un primer segmento, abandonar λ_1 al término del primer segmento, y a continuación utilizar λ_1 para transportar una segunda señal en un segundo segmento). Ver, por ejemplo, la figura 4, más abajo (el tráfico hacia el este λ_{j-1} - λ_k se utiliza entre P_1 y P_2 , se abandona P_2 y a continuación se reutiliza entre P_3 y P_4). En dichas redes, pueden ser necesarios múltiples bloqueadores- λ para proporcionar bloqueo de longitud de onda a todos los transpondedores. Sin embargo, distribuir bloqueadores- λ TDM convencionales por toda la red (por ejemplo, de acuerdo con un esquema de bloqueo de longitud de onda TDM convencional que sincroniza múltiples bloqueadores- λ TDM) puede requerir que se coordinen/sincronicen incluso más partes (por ejemplo, bloqueadores- λ adicionales), complicando todavía más la sincronización a nivel de red. Análogamente, distribuir bloqueadores- λ FDM convencionales por toda la red (por ejemplo, de acuerdo con un esquema de bloqueo de longitud de onda FDM convencional que utiliza múltiples bloqueadores- λ FDM) puede aumentar sustancialmente el coste de proporcionar bloqueo de longitud de onda en las redes DWDM (por ejemplo, debido al número de bloqueadores- λ FDM relativamente costosos).

Adicionalmente, los administradores de red pueden encontrar difícil coordinar la asignación de grandes cantidades de frecuencias de ruido en una red FDM distribuida, especialmente dado que los canales/longitudes de onda se añaden y/o se abandonan en diversos emplazamientos de nodos remotos. Por lo tanto, distribuir múltiples bloqueadores- λ aptos para FDM por toda la red puede aumentar sustancialmente el coste de proporcionar bloqueo de longitud de onda en la red DWDM. Siendo así, se desea un esquema más simple y/o más económico para proporcionar bloqueo de longitud de onda en redes DWDM.

En la presente memoria se da a conocer un esquema de bloqueo de longitud de onda compartido para utilizar múltiples bloqueadores- λ compartidos con el fin de proporcionar bloqueo de longitud de onda a una gran cantidad de transpondedores en una red DWDM. El esquema de bloqueo de longitud de onda compartido puede distribuir bloqueadores- λ compartidos a una serie de nodos intermedios, por ejemplo, cualesquiera nodos remotos que comprendan emplazamientos de añadir/abandonar. Cada bloqueador- λ compartido se puede configurar para proporcionar bloqueo de longitud de onda solamente a aquellas señales de salida que están generadas localmente, ignorando al mismo tiempo las señales de salida que no están generadas localmente. Por ejemplo, un bloqueador- λ distribuido puede proporcionar bloqueo de longitud de onda a cualesquiera señales de salida que estén generadas por el nodo intermedio anfitrión o situado en las proximidades, ignorando al mismo tiempo las señales de salida que no están generadas por el nodo intermedio anfitrión o situado en las proximidades. El bloqueador- λ distribuido puede diferenciar las señales de salida generadas localmente respecto de las señales de salida generadas no localmente, en función de la inclusión en las primeras de una frecuencia de ruido única, que puede servir como una etiqueta de identificación (ID) de RF. Por ejemplo, cada nodo intermedio se puede asignar a una frecuencia de ruido única (por ejemplo, P_1, P_2, \dots y P_N se pueden asignar a f_{100}, f_{200} y $f_{N \times 100}$, respectivamente) de tal modo que solamente aquellas señales de salida generadas en un nodo intermedio determinado pueden comprender la correspondiente frecuencia de ruido. Por consiguiente, el bloqueador- λ compartido se puede configurar para filtrar electrónicamente la señal WDM según la correspondiente frecuencia de ruido única, aislando de ese modo las señales de salida generadas localmente respecto de las señales de salida no generadas localmente. Los bloqueadores- λ compartidos y los administradores de elementos pueden proporcionar a continuación bloqueo de longitud de onda a los transmisores locales, según un esquema de bloqueo de longitud de onda TDM localizado.

El esquema de bloqueo de longitud de onda compartido puede ofrecer varias ventajas sobre los esquemas de bloqueo de longitud de onda centralizados convencionales. Por ejemplo, cada bloqueador- λ compartido puede filtrar electrónicamente la señal WDM solamente en la frecuencia de ruido correspondiente (en lugar de en una serie de frecuencias de ruido), permitiendo de ese modo que los bloqueadores- λ compartidos comprendan menos componentes electrónicos que los bloqueadores- λ FDM convencionales (por ejemplo, que pueden comprender habitualmente hasta un filtro RF por canal). Por lo tanto, el esquema de bloqueo de longitud de onda compartido puede ofrecer ahorro de costes frente a los esquemas de bloqueo de longitud de onda FDM distribuidos. Además, el esquema de bloqueo de longitud de onda compartido puede requerir solamente una sincronización localizada, en lugar de una sincronización en el ámbito de la red, por ejemplo, tal como requeriría un esquema de bloqueo de longitud de onda TDM distribuido convencional. Por ejemplo, los bloqueadores- λ compartidos pueden necesitar solamente comunicar con un gestor de red tras la inicialización, por ejemplo, cuando el bloqueador se instala físicamente en un nodo, para recibir una única asignación de frecuencia de ruido. A continuación (por ejemplo, después de recibir la asignación de frecuencia de ruido única), el bloqueador- λ compartido puede funcionar de manera sustancialmente independiente, de tal modo que no se requiere ninguna otra coordinación a nivel de red con respecto al bloqueo de longitud de onda. Por consiguiente, la gestión del bloqueo de longitud de onda en los respectivos nodos intermedios puede estar sustancialmente localizada, evitando de ese modo muchos de los problemas asociados con la coordinación de sincronización de múltiples componentes a nivel de red. De este modo, un esquema de bloqueo de longitud de onda compartido puede ser más escalable para redes DWDM grandes/complejas que los esquemas de bloqueo de longitud de onda TDM o FDM convencionales.

La figura 4 muestra una arquitectura de red 400 para implementar un esquema de bloqueo de longitud de onda compartido. En una realización, la arquitectura de red 400 puede ser similar a arquitecturas de tipo anillo que se pueden encontrar normalmente en redes DWDM metropolitanas (metro) y/o regionales. La red 400 puede comprender un primer nodo (P_1) 410, un primer bloqueador- λ oriental ($WL1_E$) 412, un primer bloqueador- λ occidental ($WL1_W$) 414, un segundo nodo (P_2) 420, un segundo bloqueador- λ oriental ($WL2_E$) 422, un segundo bloqueador- λ occidental ($WL2_W$) 424, un tercer nodo (P_3) 430, un tercer bloqueador- λ oriental ($WL3_E$) 432, un tercer bloqueador- λ occidental ($WL3_W$) 434, un cuarto nodo (P_4) 440, un cuarto bloqueador- λ oriental ($WL4_E$) 442 y un cuarto bloqueador- λ occidental ($WL4_W$) 444, dispuestos tal como se muestra en la figura 4. Los nodos 410-440 pueden comunicar entre sí a través de un medio de comunicación óptico, mostrado por el anillo central (es decir, el anillo continuo), que puede transportar tráfico tanto en sentido 'este' (por ejemplo, en sentido horario) como en sentido 'oeste' (por ejemplo, sentido antihorario). Por lo tanto, el tráfico propagado en sentido 'este' se puede denominar en la presente memoria 'tráfico hacia el este', mientras que el tráfico propagado en sentido 'oeste' se puede denominar 'tráfico hacia el oeste'. El tráfico se puede transportar en una señal WDM que comprende una serie de longitudes de onda ($\lambda_1-\lambda_n$). La señal WDM se puede dividir en cuatro bandas; una primera banda ($\lambda_1-\lambda_j$), una segunda banda ($\lambda_{j+1}-\lambda_k$), una tercera banda ($\lambda_{k+1}-\lambda_m$) y una cuarta banda ($\lambda_{m+1}-\lambda_n$), donde j es un entero mayor que 1, k es un entero mayor que j , m es un entero mayor que j , y n es un entero mayor que m (por ejemplo, $j < k < m < n$). La arquitectura de red se puede dividir en cuatro segmentos, un primer segmento (S_{12}) que se extiende entre el P_1 410 y el P_2 420, un segundo

segmento (S_{23}) que se extiende entre el P₂ 420 y el P₃ 430, un tercer segmento (S_{34}) que se extiende entre el P₃ 430 y el P₄ 440, y un cuarto segmento (S_{41}) que se extiende entre el P₄ 440 y el P₁ 410.

5 Las $\lambda_1-\lambda_j$ se pueden representar como una línea de trazos en la arquitectura de red 400, y pueden ser utilizadas para transportar tráfico comunicado entre el P₂ 420 y el P₃ 430 sobre el S_{23} . Por ejemplo, el P₂ 420 puede enviar las $\lambda_1-\lambda_j$ al P₃ 430 como tráfico hacia el este (por ejemplo, mediante S_{23}), mientras que el P₃ 430 puede enviar las $\lambda_1-\lambda_j$ al P₂ 420 como tráfico hacia el oeste (por ejemplo, mediante S_{23}). Adicionalmente, las $\lambda_1-\lambda_j$ pueden ser reutilizadas para transportar tráfico comunicado entre el P₄ 440 y el P₁ 410 sobre el S_{41} . Por ejemplo, el P₄ 440 puede enviar las $\lambda_1-\lambda_j$ al P₁ 410 como tráfico hacia el este (por ejemplo, mediante S_{41}), mientras que el P₁ 410 puede enviar las $\lambda_1-\lambda_j$ al P₄ 440 como tráfico hacia el oeste (por ejemplo, mediante S_{41}).

10 Las $\lambda_{j+1}-\lambda_k$ se pueden representar como una línea punto-punto-trazo en la arquitectura de red 400, y se pueden utilizar para transportar tráfico comunicado entre el P₁ 410 y el P₂ 420 sobre el S_{12} . Por ejemplo, el P₁ 410 puede enviar las $\lambda_{j+1}-\lambda_k$ al P₂ 420 como tráfico hacia el este (por ejemplo, mediante S_{12}), mientras que el P₂ 420 puede enviar las $\lambda_{j+1}-\lambda_k$ al P₁ 410 como tráfico hacia el oeste (por ejemplo, mediante S_{12}). Adicionalmente, las $\lambda_{j+1}-\lambda_k$ se pueden reutilizar para transportar tráfico comunicado entre el P₃ 430 y el P₄ 440 sobre el S_{34} . Por ejemplo, el P₃ 430 puede enviar las $\lambda_{j+1}-\lambda_k$ al P₄ 440 como tráfico hacia el este (por ejemplo, mediante S_{34}), mientras que el P₄ 440 puede enviar las $\lambda_{j+1}-\lambda_k$ al P₃ 430 como tráfico hacia el oeste (por ejemplo, mediante S_{34}).

15 Las $\lambda_{k+1}-\lambda_m$ se pueden representar como una línea de puntos en la arquitectura de red 400, y se pueden utilizar para transportar tráfico comunicado entre el P₂ 420 y el P₄ 440 sobre dos trayectos, S_{12}/S_{41} y S_{34}/S_{23} . Por ejemplo, el P₂ 420 puede enviar las $\lambda_{k+1}-\lambda_m$ al P₄ 440 como tráfico hacia el este (por ejemplo, mediante S_{23} y S_{34}) o como tráfico hacia el oeste (por ejemplo, mediante S_{12} y S_{41}), mientras que el P₄ 440 puede enviar las $\lambda_{k+1}-\lambda_m$ al P₂ 420 como tráfico hacia el este (por ejemplo, mediante S_{41} y S_{12}), o como tráfico hacia el oeste (por ejemplo, mediante S_{34} y S_{23}). Por consiguiente, ni el P₁ 410 ni el P₃ 430 se pueden configurar para añadir o abandonar ninguna de las longitudes de onda/señales en el interior de las $\lambda_{k+1}-\lambda_m$.

20 Las $\lambda_{m+1}-\lambda_n$ se pueden representar como una línea punto-trazo en la arquitectura de red 400, y se pueden utilizar para transportar tráfico comunicado entre el P₁ 410 y el P₃ 430 sobre la totalidad del S_{12} , el S_{23} , el S_{34} y el S_{41} . Por ejemplo, el P₁ 410 puede enviar las $\lambda_{m+1}-\lambda_n$ al P₃ 430 como tráfico hacia el este (por ejemplo, mediante S_{12} y S_{23}) o como tráfico hacia el oeste (por ejemplo, mediante S_{41} y S_{34}), mientras que el P₃ 430 puede enviar las $\lambda_{m+1}-\lambda_n$ al P₁ 410 como tráfico hacia el este (por ejemplo, mediante S_{34} y S_{41}) o como tráfico hacia el oeste (por ejemplo, mediante S_{23} y S_{12}). Por consiguiente, ni el P₂ 420 ni el P₄ 440 se pueden configurar para añadir o abandonar ninguna una de las longitudes de onda/señales dentro de las $\lambda_{m+1}-\lambda_n$.

25 En una realización, se puede asignar una única frecuencia de ruido a cada uno de los P₁ 410, el P₂ 420, el P₃ 430 y el P₄ 440. Por ejemplo, se puede asignar una f_{100} al P₁ 410, se puede asignar una f_{200} al P₂ 420, se puede asignar una f_{300} al P₃ 430 y se puede asignar una f_{400} al P₄ 440. Por consiguiente, una señal de frecuencia de ruido que comprende las respectivas frecuencias de ruido asignadas se puede incluir en las señales de salida generadas por el P₁ 410, el P₂ 420, el P₃ 430 y el P₄ 440. Por ejemplo, el P₁ 410 puede incluir una señal de ruido correspondiente a la f_{100} (Ruido _{f_{100}}) en cada una de sus señales de salida en un modo TDM, el P₂ 420 puede incluir una señal de ruido correspondiente a la f_{200} (Ruido _{f_{200}}) en cada una de sus señales de salida, el P₃ 430 puede incluir una señal de ruido correspondiente a la f_{300} (Ruido _{f_{300}}) en cada una de sus señales de salida y el P₄ 440 puede incluir una señal de ruido correspondiente a la f_{400} (Ruido _{f_{400}}) en cada una de sus señales de salida.

30 El WL_{1E} 412, el WL_{1W} 414, el WL_{2E} 422, el WL_{2W} 424, el WL_{3E} 432, el WL_{3W} 434, el WL_{4E} 442 y el WL_{4W} 444 pueden ser bloqueadores- λ compartidos que se configuran para proporcionar bloqueo de longitud de onda a sus correspondientes nodos en función del esquema de bloqueo de longitud de onda compartido. Por ejemplo: el WL_{1E} 412 y el WL_{1W} 414 pueden proporcionar bloqueo de longitud de onda a señales generadas por el P₁ 410 filtrando electrónicamente las señales WDM en función de la f_{100} ; el WL_{2E} 422 y el WL_{2W} 424 pueden proporcionar bloqueo de longitud de onda a señales generadas por el P₂ 420 filtrando electrónicamente las señales WDM en función de la f_{200} ; el WL_{3E} 432 y el WL_{3W} 434 pueden proporcionar bloqueo de longitud de onda a señales generadas por el P₃ 430 filtrando electrónicamente las señales WDM en función de la f_{300} ; y el WL_{4E} 442 y el WL_{4W} 444 pueden proporcionar bloqueo de longitud de onda a señales generadas por el P₄ 440 filtrando electrónicamente las señales WDM en función de la f_{400} .

35 En una realización, cada uno del WL_{1E} 412 y el WL_{2E} 422, el WL_{3E} 432 y el WL_{4E} 442 pueden proporcionar bloqueo de longitud de onda a tráfico hacia el este generado por el P₁ 410, el P₂ 420, el P₃ 430 y el P₄ 440 (respectivamente), mientras que cada uno del WL_{1W} 414, el WL_{2W} 424, el WL_{3W} 434 y el WL_{4W} 444 pueden proporcionar bloqueo de longitud de onda a tráfico hacia el oeste generado por el P₁ 410, el P₂ 420, el P₃ 430 y el P₄ 440 (respectivamente).

40 En una realización, el WL_{1E} 412 puede proporcionar bloqueo de longitud de onda a la totalidad del tráfico hacia el este (por ejemplo, $\lambda_{j+1}-\lambda_k$ y $\lambda_{m+1}-\lambda_n$) transmitido por el P₁ 410 sobre el S_{12} , pero puede ignorar cualquier otro tráfico hacia el este (por ejemplo, $\lambda_{k+1}-\lambda_m$), mientras que el WL_{1W} 414 puede proporcionar bloqueo de longitud de onda a todo el tráfico hacia el oeste (por ejemplo, $\lambda_1-\lambda_j$ y $\lambda_{m+1}-\lambda_n$) transmitido por el P₁ 410 sobre el S_{41} , pero puede ignorar cualquier otro tráfico hacia el oeste (por ejemplo, $\lambda_{k+1}-\lambda_m$).

5 En una realización, el WL2_E 422 puede proporcionar bloqueo de longitud de onda al tráfico hacia el este (por ejemplo, $\lambda_1-\lambda_j$ y $\lambda_{k+1}-\lambda_m$) transmitido por el P₂ 420 sobre el S₂₃, pero puede ignorar cualquier otro tráfico hacia el este (por ejemplo, $\lambda_{m+1}-\lambda_n$). El WL2_W 424 puede proporcionar bloqueo de longitud de onda a todo el tráfico hacia el oeste (por ejemplo, $\lambda_{j+1}-\lambda_k$ y $\lambda_{k+1}-\lambda_m$) transmitido por el P₂ 420 sobre el S₁₂, pero puede ignorar cualquier otro tráfico hacia el oeste (por ejemplo, $\lambda_{m+1}-\lambda_n$).

10 En una realización, el WL3_E 432 puede proporcionar bloqueo de longitud de onda a la totalidad del tráfico hacia el este (por ejemplo, $\lambda_{j+1}-\lambda_k$ y $\lambda_{m+1}-\lambda_n$) transmitido por el P₃ 430 sobre el S₃₄, pero puede ignorar cualquier otro tráfico hacia el este (por ejemplo, $\lambda_{k+1}-\lambda_m$), mientras que el WL3_W 434 puede proporcionar bloqueo de longitud de onda a todo el tráfico hacia el oeste (por ejemplo, $\lambda_1-\lambda_j$ y $\lambda_{m+1}-\lambda_n$) transmitido por el P₃ 430 sobre el S₂₃, pero puede ignorar cualquier otro tráfico hacia el oeste (por ejemplo, $\lambda_{k+1}-\lambda_m$).

15 En una realización, el WL4_E 442 puede proporcionar bloqueo de longitud de onda al tráfico hacia el este (por ejemplo, $\lambda_1-\lambda_j$ y $\lambda_{k+1}-\lambda_m$) transmitido por el P₄ 440 sobre el S₄₁, pero puede ignorar cualquier otro tráfico hacia el este (por ejemplo, $\lambda_{m+1}-\lambda_n$) transmitido sobre el S₄₁, mientras que el WL4_W 444 puede proporcionar bloqueo de longitud de onda a todo el tráfico hacia el oeste (por ejemplo, $\lambda_{j+1}-\lambda_k$ y $\lambda_{k+1}-\lambda_m$) transmitido por el P₄ 440 sobre el S₃₄, pero puede ignorar cualquier otro tráfico hacia el oeste (por ejemplo, $\lambda_{m+1}-\lambda_n$) transmitido sobre el S₄₁.

20 En una realización, cada uno del WL1_E 412, el WL1_W 414, el WL2_E 422, el WL2_W 424, el WL3_E 432, el WL3_W 434, el WL4_E 442 y el WL4_W 444 puede proporcionar secuencialmente bloqueo de longitud de onda según su propia secuencia TDM localizada (por ejemplo, dos ventanas TDM independientes por cada nodo: una para tráfico hacia el este generado localmente y otra para tráfico hacia el oeste generado localmente). Uno o varios de los canales individuales pueden ser desactivados localmente y/o activados localmente mediante el nodo asignado, sin intervención y/o cooperación a nivel de red con respecto al bloqueo de longitud de onda, por ejemplo, sin coordinación mediante un gestor de red. Por ejemplo, el P₁ 410 puede desactivar/activar localmente cualquier canal correspondiente a tráfico hacia el este ($\lambda_{j+1}-\lambda_k$ y $\lambda_{m+1}-\lambda_n$) o a tráfico hacia el oeste ($\lambda_1-\lambda_j$ y $\lambda_{m+1}-\lambda_n$), el P₂ 420 puede desactivar/activar localmente cualquier canal correspondiente a tráfico hacia el este (por ejemplo, $\lambda_1-\lambda_j$ y $\lambda_{k+1}-\lambda_m$) o a tráfico hacia el oeste ($\lambda_{j+1}-\lambda_k$ y $\lambda_{k+1}-\lambda_m$), el P₃ 430 puede desactivar/activar localmente cualquier canal correspondiente a tráfico hacia el este ($\lambda_{j+1}-\lambda_k$ y $\lambda_{m+1}-\lambda_n$) o a tráfico hacia el oeste ($\lambda_1-\lambda_j$ y $\lambda_{m+1}-\lambda_n$), y el P₄ 440 puede desactivar/activar localmente cualquier canal correspondiente a tráfico hacia el este ($\lambda_1-\lambda_j$ y $\lambda_{k+1}-\lambda_m$) o a tráfico hacia el oeste ($\lambda_{j+1}-\lambda_k$ y $\lambda_{k+1}-\lambda_m$). En algunas realizaciones, activar/desactivar localmente un canal puede comprender asignar/revocar una asignación de intervalo de tiempo en la secuencia/ventana TDM localizada relevante, pero puede no comprender modificar ninguna asignación de frecuencia de ruido existente.

35 La figura 5 muestra una realización de un nodo intermedio 500 que puede ser utilizado en una red de bloqueo de longitud de onda compartido. El nodo intermedio 500 se puede asignar a una quinta frecuencia de ruido (f_{500}), y puede comprender un desmultiplexor (DeMUX) 501, un receptor para un tercer canal (RX-3) 503, un receptor para un cuarto canal (RX-4) 504, un TRX-3_{f500} 513, un TRX-4_{f500} 514, un amplificador óptico 515, un MUX 505, un bloqueador- λ_{f500} 506 y un administrador de elementos 507. El amplificador óptico puede ser cualquier dispositivo o componente que pueda amplificar una señal óptica WDM. Por ejemplo, el amplificador óptico 515 puede estar configurado para recibir una señal WDM (por ejemplo, desde un nodo situado más arriba), amplificar la señal WDM, y transmitir la señal WDM amplificada al DeMUX 501. El DeMUX 501 puede ser un componente óptico o un dispositivo que pueda desmultiplexar una señal WDM en una serie de señales ópticas correspondientes a una serie de canales. Por ejemplo, el DeMUX 501 puede desmultiplexar la señal óptica WDM amplificada en una λ_1 correspondiente a un CH1, una λ_2 correspondiente a un CH2, una λ_3 correspondiente a un CH3 y una λ_4 correspondiente a un CH4. El RX-3 503 y el RX-4 504 pueden ser cualesquiera componentes que puedan recibir una señal óptica. Por ejemplo, el RX-3 503 y RX-4 504 se pueden configurar para recibir λ_3 y λ_4 , respectivamente. El TRX-3_{f500} 513 y el TRX-4_{f500} 514 se pueden configurar de manera bastante similar al TRX-3 313 y el TRX-4 314 descritos anteriormente. En una realización, el TRX-3_{f500} 513 y el TRX-4_{f500} 514 se pueden configurar para transmitir señales ópticas λ_3' y λ_4' en el CH3 y el CH4, respectivamente. La λ_3' puede comprender sustancialmente la misma longitud de onda, pero datos diferentes que la λ_3 , y la λ_4' puede comprender sustancialmente la misma longitud de onda, pero datos diferentes que la λ_4 . Por lo tanto, el nodo intermedio 500 puede reutilizar las longitudes de onda correspondientes a λ_3 y a la λ_4 para transportar la λ_3' y la λ_4' .

50 El bloqueador- λ_{f500} 506 se puede configurar para proporcionar bloqueo de longitud de onda al TRX-3_{f500} 513 y el TRX-4_{f500} 514 con el fin de corregir la deriva de longitud de onda en la λ_3' y la λ_4' , respectivamente, pero podría sino ignorar (es decir, no proporcionar bloqueo de longitud de onda a) las señales ópticas λ_1 y λ_2 . Por ejemplo, el TRX-3_{f500} 513 y el TRX-4_{f500} 514 se pueden configurar para introducir un Ruido-3_{f500} y un Ruido-4_{f500} en la λ_3' y la λ_4' , respectivamente. El Ruido-3_{f500} y el Ruido-4_{f500} pueden corresponder a la f_{500} , que puede ser única para el nodo intermedio 500, de tal modo que ninguna otra señal generada en otros nodos de red comprende una señal de ruido correspondiente a la f_{500} . En una realización, el Ruido-3_{f500} y el Ruido-4_{f500} pueden comprender la misma señal de ruido que se introduce en el CH3 y el CH4 en momentos diferentes. Por lo tanto, la λ_1 y la λ_2 pueden no comprender una señal de ruido que tenga la f_{500} , y por lo tanto la λ_3' y la λ_4' se pueden aislar de la λ_1 y la λ_2 filtrando electrónicamente la señal WDM según la f_{500} .

60 En una realización, el TRX-3_{f500} 513, el TRX-4_{f500} 514, el bloqueador- λ_{f500} 506 y el administrador de elementos 507 se pueden configurar para implementar un esquema de bloqueo de longitud de onda TDM localizado. Por ejemplo, el

administrador de elementos puede coordinar una sincronización localizada del TRX-3_{f500} 513, el TRX-4_{f500} 514 y el bloqueador- λ_{f500} 506 de acuerdo con una secuencia localizada 590 predeterminada. En conformidad con la secuencia localizada predeterminada 590 el TRX-3_{f500} 513 y el TRX-4_{f500} 514 pueden coordinar sus introducciones del Ruido-3_{f500} y el Ruido-4_{f500} en la λ_3' y la λ_4' (respectivamente) con la detección secuencial del bloqueador- λ_{f500} 506 de la deriva de longitud de onda asociada con la λ_3' y la λ_4' . La secuencia localizada predeterminada 590 puede comprender una ventana TDM localizada que comprende un T1 y un T2 que son asignados al Ruido-3_{f500} y al Ruido-4_{f500} (respectivamente). En una realización, la ventana TDM puede no comprender ningún intervalo de tiempo correspondiente a señales de salida no generadas localmente (por ejemplo, λ_1 y λ_2). En una realización, la ventana TDM localizada puede no ser comunicada a ningún dispositivo o componente en el exterior del nodo intermedio 500, por ejemplo, puede no ser comunicada a un gestor de red centralizado o coordinada con ningún otro nodo intermedio, por ejemplo, la ventana TDM puede ser comunicada por medio de un canal o medio de comunicación independiente, en el nodo intermedio 500. En otras realizaciones, la ventana TDM localizada puede ser comunicada indirectamente fuera del nodo intermedio 500 (por ejemplo, como encabezado en la señal WDM), pero puede no proporcionar sincronización a ningún otro nodo intermedio (por ejemplo, otros nodos/dispositivos de red se pueden configurar para ignorar el encabezado que contiene la ventana TDM localizada).

La figura 6 muestra otra realización de una arquitectura de red 600 para implementar un esquema de bloqueo de longitud de onda compartido. La arquitectura de red 600 puede comprender una serie de nodos 610-630 y una red óptica 650. La serie de nodos 610 a 630 se pueden configurar de manera sustancialmente similar al nodo intermedio 500, siendo cada uno de los nodos 610 a 630 asignado a una única frecuencia de ruido. Por ejemplo, un primer nodo (nodo-1) 610 se puede asignar a la f_{100} , un segundo nodo (nodo-2) 620 se puede asignar a la f_{200} , y un nodo K-ésimo (nodo-K) 630 se puede asignar a una frecuencia de ruido k-ésima ($f_{k \times 100}$), donde K es un entero mayor que 2, y k es un entero mayor que 2. La red óptica 650 puede comprender cualquier red de distribución pasiva o activa configurada para transportar una señal WDM entre los nodos 610-630. El MUX 616, el bloqueador- λ_{f100} 617 y el administrador de elementos 618 se pueden configurar de manera sustancialmente similar al MUX 505, al bloqueador- λ_{f100} 506 y al administrador de elementos 507.

El nodo-1 610 puede comprender un TRX-1_{f100} 601, un TRX-3_{f100} 603, un TRX-M_{f100} 615, un MUX 616, un bloqueador- λ_{f100} 617 y un administrador de elementos 618, dispuestos tal como se muestra en la figura 6. El TRX-1_{f100} 601, el TRX-3_{f100} 603 y el TRX-M_{f100} 615 se pueden configurar para transmitir una λ_1 , una λ_3 y una λ_m al MUX 616. En una realización, el TRX-1_{f100} 601, el TRX-3_{f100} 603 y el TRX-M_{f100} 615 pueden introducir secuencialmente un Ruido-1_{f100}, un Ruido-3_{f100} y una señal de ruido correspondiente al CHM (Ruido-M_{f100}) en la λ_1 , la λ_3 y la λ_m (respectivamente) de acuerdo con una primera secuencia localizada, que puede ser proporcionada por el administrador de elementos 618. En una realización, el Ruido-1_{f100}, el Ruido-3_{f100} y el Ruido-M_{f100} pueden comprender la misma señal de ruido introducida en canales diferentes en tiempos diferentes. Al recibir las señales de salida, el MUX 616 puede multiplexar la λ_1 , la λ_3 y la λ_m (por ejemplo, así como una o varias señales que pueden haber sido generadas localmente por otro transmisor localizado con el nodo-1, tal como una λ_5 , ... una λ_{m-2} , etc.) para formar la primera señal WDM, que se pueden transmitir a continuación al bloqueador- λ_{f100} 617. Específicamente, la λ_1 , la λ_3 y la λ_m se pueden transportar en un CH1, un CH3 y en un canal M-ésimo (CHM), respectivamente, de la primera señal WDM. La primera secuencia localizada se puede configurar de manera sustancialmente similar a la secuencia localizada 590, y puede comprender una serie de intervalos de tiempo asignados a los canales que llevan las señales de salida generadas localmente. Cada uno del Ruido-1_{f100}, el Ruido-3_{f100} y el Ruido-M_{f100} puede comprender la f_{100} , y puede estar asociado con su propio intervalo de tiempo respectivo en la primera secuencia localizada, por ejemplo, un intervalo de tiempo asignado a la correspondiente señal de salida generada localmente. La primera secuencia localizada puede estar además en comunicación con un bloqueador- λ_{f100} 617 mediante el administrador de elementos 618, de tal modo que la detección de la desviación de la longitud de onda en cada uno del CH1, el CH3 y el CHM puede estar sincronizada con la introducción del Ruido-1_{f100}, el Ruido-3_{f100} y el Ruido-M_{f100} (respectivamente) en la λ_1 , la λ_3 y la λ_m (respectivamente). En una realización, la primera secuencia localizada puede no ser comunicada fuera del nodo-1 610, de tal modo que la primera secuencia localizada está localizada en el nodo-1 610. En otra realización, la primera secuencia localizada se puede comunicar de manera indirecta fuera del nodo-1 610 (por ejemplo, en el encabezado WDM), pero puede no ser utilizada para sincronizar bloqueo de longitud de onda en ningún otro nodo. Es decir, la primera secuencia localizada puede ser localmente relevante, pero no ser globalmente relevante.

El nodo-2 620 puede comprender un TRX-2_{f200} 602, un TRX-4_{f200} 604, un TRX-N_{f200} 625, un MUX 626, un bloqueador- λ_{f100} 627, un administrador de elementos 628, un DeMUX 629 y un RX-1 641, dispuestos tal como se muestra en la figura 6. El MUX 626, el bloqueador- λ_{f100} 627, el administrador de elementos 628, el DeMUX 629 y el RX-1 641 se pueden configurar de manera un tanto similar al MUX 505, el bloqueador- λ_{f500} 506, el administrador de elementos 507, el DeMUX 501 y el RX-3 503. En una realización, el nodo-2 620 puede estar acoplado directamente más abajo del nodo-1 610, de tal modo que nodo-2 620 recibe la primera señal WDM. La primera señal WDM puede ser desmultiplexada por el DeMUX 629 en la λ_1 , la λ_3 y la λ_m . La λ_1 puede ser recibida por el RX-1 641, por ejemplo, puede ser abandonada de la señal WDM por el nodo-2 620, mientras que la λ_3 y la λ_m se pueden enviar al MUX 627. En una realización, el TRX-2_{f200} 602, el TRX-4_{f200} 604 y el TRX-N_{f200} 625 pueden transmitir una λ_2 , una λ_4 y una λ_n (respectivamente) en un CH2, un CH4 y un canal N-ésimo (CHN) de una segunda señal WDM. Específicamente, el MUX 626 puede multiplexar la λ_2 , la λ_3 , la λ_4 , la λ_m y la λ_n para formar la segunda señal WDM, que puede ser transmitida al bloqueador- λ_{f200} 627. Los expertos en la materia reconocerán que la segunda señal WDM puede

comprender una o varias señales adicionales generadas localmente (por ejemplo, λ_{n-4} , λ_{n-2} , etc.) y/o una o varias señales adicionales generadas remotamente (por ejemplo, λ_{m-4} , λ_{m-2} , etc.).

En una realización, el TRX- $2_{f_{200}}$ 602, el TRX- $4_{f_{200}}$ 604 y el TRX- $N_{f_{200}}$ 625 pueden introducir secuencialmente un Ruido- $2_{f_{200}}$, un Ruido- $4_{f_{200}}$ y una señal de ruido correspondiente al CHN (Ruido- $N_{f_{200}}$) en la λ_2 , la λ_4 y la λ_n (respectivamente) de acuerdo con una segunda secuencia localizada, proporcionada por el administrador de elementos 628, donde cada uno del Ruido- $2_{f_{200}}$, el Ruido- $4_{f_{200}}$ y el Ruido- $N_{f_{200}}$ comprende la f_{200} . En una realización, el Ruido- $2_{f_{200}}$, el Ruido- $4_{f_{200}}$ y el Ruido- $N_{f_{200}}$ pueden comprender la misma señal de ruido introducida en el CH2, el CH4 y el CHN en momentos diferentes. La segunda secuencia localizada puede ser bastante similar a la primera secuencia localizada, pero puede estar localizada en el nodo-2 620, en lugar de en el nodo-1 610. Las segundas secuencias localizadas se pueden comunicar al bloqueador- $\lambda_{f_{200}}$ 627 mediante el administrador de elementos 628, de tal modo que el bloqueador- $\lambda_{f_{200}}$ 627 puede coordinar la detección de la desviación de la longitud de onda en cada uno del CH2, el CH4 y el CHN, con la introducción secuencial del Ruido- $2_{f_{200}}$, el Ruido- $4_{f_{200}}$ y el Ruido- $N_{f_{200}}$ (respectivamente) en la λ_2 , la λ_4 y la λ_n (respectivamente). En una realización, la segunda secuencia localizada puede no estar relacionada con la primera secuencia localizada, y puede no ser comunicada a ningún componente de red fuera del nodo-2 620. En otras realizaciones, la segunda secuencia localizada se puede comunicar indirectamente a, pero ser ignorada por componentes de red situados remotamente, de tal modo que la segunda secuencia localizada puede ser relevante localmente para el nodo-2 620, pero puede no ser relevante globalmente, por ejemplo, puede no ser utilizada para sincronizar bloqueo de longitud de onda en nodos remotos.

El nodo-K 630 puede comprender un TRX- $1_{f_{(k \times 100)}}$ 631, un TRX- $2_{f_{(k \times 100)}}$ 632, un TRX- $P_{f_{(k \times 100)}}$ 635, un MUX 636, un bloqueador- $\lambda_{f_{(k \times 100)}}$ 637, un administrador de elementos 638, un DeMUX, 639 y un RX-2 642, dispuestos tal como se muestra en la figura 6. El nodo-K 630 se puede configurar de manera un tanto similar al nodo-2 620 y/o al nodo-1 610. Por ejemplo, el nodo-K 630 se puede configurar para recibir la segunda señal WDM (o una señal compuesta que comprende por lo menos algunas longitudes de onda comunes con la segunda señal WDM), abandonar la λ_2 de la segunda señal WDM, y añadir una λ_1' , una λ_2' y una λ_p a la λ_3 , la λ_4 , la λ_m y la λ_n , por ejemplo, para, con la amplificación adecuada, producir una tercera señal WDM. Los componentes del nodo-3 630 pueden estar configurados de manera un tanto similar a los componentes correspondientes del nodo-2 620. En una realización, el DeMUX 639 puede recibir la segunda señal WDM, y desmultiplexar la segunda señal WDM en la λ_2 , la λ_3 , la λ_4 , la λ_m y la λ_n . El DeMUX 639 puede transmitir la λ_2 al RX-2 642, que puede recibir la λ_2 (por ejemplo, abandonando de ese modo la λ_2 de la segunda señal WDM). El DeMUX 639 puede enviar la λ_3 , la λ_4 , la λ_m y la λ_n al MUX 636. En una realización, el TRX- $1_{f_{(k \times 100)}}$ 631, el TRX- $2_{f_{(k \times 100)}}$ 632 y el TRX- $P_{f_{(k \times 100)}}$ 635 pueden transmitir la λ_1' , la λ_2' y la λ_p en el CH1, el CH2 y un canal P-ésimo (CHP), respectivamente, de la tercera señal WDM. Específicamente, la λ_1' y la λ_2' pueden comprender las mismas longitudes de onda, pero diferentes datos que la λ_1 y la λ_2 . Por lo tanto, el nodo-K 630 puede reutilizar las longitudes de onda asociadas con la λ_1 y la λ_2 . El MUX 637 puede multiplexar la λ_1' , la λ_2' , la λ_p , la λ_3 , la λ_4 , la λ_m y la λ_n para producir la tercera señal WDM. En una realización, el TRX- $1_{f_{(k \times 100)}}$ 631, el TRX- $2_{f_{(k \times 100)}}$ 632, el TRX- $P_{f_{(k \times 100)}}$ 635 pueden introducir un Ruido- $1_{f_{(k \times 100)}}$, un Ruido- $2_{f_{(k \times 100)}}$ y una señal de ruido correspondiente al CHP (Ruido- $P_{f_{(k \times 100)}}$) en la λ_1' , λ_2' y λ_p (respectivamente) de acuerdo con una tercera secuencia localizada proporcionada por el administrador de elementos 638, donde cada uno del Ruido- $1_{f_{(k \times 100)}}$, el Ruido- $2_{f_{(k \times 100)}}$ y el Ruido- $P_{f_{(k \times 100)}}$ comprende la $f_{(k \times 100)}$. En una realización, el Ruido- $1_{f_{(k \times 100)}}$, el Ruido- $2_{f_{(k \times 100)}}$ y el Ruido- $P_{f_{(k \times 100)}}$ pueden comprender la misma señal de ruido introducida en el CH1, CH2 y CHP en momentos diferentes. La tercera secuencia localizada puede ser sustancialmente similar a la primera secuencia localizada, y se puede proporcionar al bloqueador- $\lambda_{f_{(k \times 100)}}$ 637 de tal modo que la detección de la deriva de longitud de onda en cada una de la λ_1' , la λ_2' y la λ_n puede estar sincronizada con la introducción del Ruido- $1_{f_{(k \times 100)}}$, el Ruido- $2_{f_{(k \times 100)}}$ y el Ruido- $P_{f_{(k \times 100)}}$ (respectivamente). El bloqueador- $\lambda_{f_{(k \times 100)}}$ 637 puede filtrar electrónicamente una parte de la tercera señal WDM de acuerdo con la $f_{(k \times 100)}$, aislando de ese modo la λ_1' , la λ_2' y la λ_p respecto de la λ_3 , la λ_4 , la λ_m y la λ_n . A continuación, se puede proporcionar bloqueo de longitud de onda a la λ_1' , la λ_2' y la λ_p mediante el bloqueador- $\lambda_{f_{(k \times 100)}}$ 637 y el administrador de elementos 638 según los procedimientos descritos anteriormente.

Tal como demuestra la arquitectura de red 600, el esquema de bloqueo de longitud de onda compartido puede ser fácilmente escalable a redes grandes/complejas, por ejemplo redes ópticas metropolitanas y/o regionales. Por ejemplo, los nodos 610-630, así como uno o varios nodos intermedios situados entre el nodo-2 620 y el nodo-K 630 (por ejemplo, el nodo-3, el nodo-4, ... el nodo-(K-1)) pueden asignarse cada uno a una frecuencia de ruido única (por ejemplo, f_{100} , f_{200} , ... $f_{(k \times 100)}$), de tal modo que el bloqueo de longitud de onda puede estar completamente localizado. Esto puede impedir conflictos entre canales (por ejemplo, dos canales que comprenden la misma frecuencia de ruido al mismo tiempo), de tal modo que los bloqueadores- λ 617-637 pueden diferenciar señales de salida generadas localmente con respecto a señales de salida generadas remotamente. Una ventaja adicional es que se pueden añadir nuevos nodos sin reconfigurar nodos existentes con respecto al bloqueo de longitud de onda, y que se pueden añadir/eliminar canales adicionales en nodos existentes sin coordinación a nivel de red. Por ejemplo, un gestor de red puede añadir un nodo-(K+1) sin perturbar el bloqueo de longitud de onda en los nodos 610-630 disponiendo una nueva frecuencia de ruido (por ejemplo, $f_{(k+1) \times 100}$). Adicional o alternativamente, el nodo-K 630 puede añadir un nuevo canal (por ejemplo, correspondiente a un TRX-(p+1)) sin tener que coordinar el bloqueo de longitud de onda (por ejemplo, frecuencias, intervalos de tiempo, etc.) con ningún otro nodo en la red 600, por ejemplo, sin requerir comunicación con un gestor de red en relación con bloqueo de longitud de onda para el TRX-(p+1). Análogamente, un canal y/o un nodo se puede eliminar sin una cantidad sustancial de coordinación a nivel de red con respecto al bloqueo de longitud de onda. Por lo tanto, el esquema de bloqueo de longitud de onda

compartido puede ser muy adecuado para redes en crecimiento/evolución o redes que puedan ser reestructuradas en el futuro.

La figura 7 muestra una realización de una arquitectura de red 700 para implementar una arquitectura de bloqueo de longitud de onda compartido. La arquitectura de red puede comprender un nodo-1 710 y un nodo-2 720, configurados tal como se muestra en la figura 7. En una realización, el nodo-1 710 y el nodo-2 720 pueden ser nodos intermedios emplazados remotamente; y pueden estar configurados de manera similar al nodo intermedio 500 y/o a uno del nodo-1 610, el nodo-2 620 o el nodo-K 630. En una realización, el nodo-1 710 puede comprender un TRX-1_{f100} 701, un TRX-3_{f100} 703, un TRX-5_{f100} 705, un TRX-7_{f100} 707, un MUX 715, un bloqueador- λ_{f100} 716 y un administrador de elementos 717. En una realización, el TRX-1_{f100} 701, el TRX-3_{f100} 703, el TRX-5_{f100} 705 y el TRX-7_{f100} 707 pueden estar configurados para transmitir una λ_1 , una λ_3 , una λ_5 y una λ_7 (respectivamente) en un CH1, un CH3, un CH5 y un CH7 (respectivamente) de una primera señal WDM. En una realización, el TRX-1_{f100} 701, el TRX-3_{f100} 703, el TRX-5_{f100} 705 y el TRX-7_{f100} 707 pueden introducir un Ruido-1_{f100}, un Ruido-3_{f100}, un Ruido-5_{f100} y un Ruido-7_{f100} (respectivamente) en la λ_1 , la λ_3 , la λ_5 y la λ_7 (respectivamente) de acuerdo con una primera secuencia localizada, por ejemplo, una secuencia predeterminada que está localizada en el nodo-1 710. El Ruido-1_{f100}, el Ruido-3_{f100}, el Ruido-5_{f100} y el Ruido-7_{f100} pueden comprender cada uno una f_{100} , que puede estar asignada de manera única al nodo-1 710. En una realización, el Ruido-1_{f100}, el Ruido-3_{f100}, el Ruido-5_{f100} y el Ruido-7_{f100} pueden comprender la misma señal de ruido introducida en el CH1, el CH3, un CH5 y un CH7 en momentos diferentes. El MUX 715, el bloqueador- λ_{f100} 716 y el administrador de elementos 717 se pueden configurar de manera sustancialmente similar al MUX 505, al bloqueador- λ_{f500} 506 y al administrador de elementos 507.

El nodo-2 720 puede comprender un TRX-2_{f200} 702, un TRX-4_{f200} 704, un TRX-6_{f200} 706, un TRX-8_{f200} 708, un MUX 725, un bloqueador- λ_{f200} 726, un administrador de elementos 727 y un entrelazador 728. El TRX-2_{f200} 702, el TRX-4_{f200} 704, el TRX-6_{f200} 706 y el TRX-8_{f200} 708 pueden estar configurados para transmitir una λ_2 , una λ_4 , una λ_6 y una λ_8 (respectivamente) en un CH2, un CH4, un CH6 y un CH8 (respectivamente) de una segunda señal WDM. En una realización, el TRX-2_{f200} 702, el TRX-4_{f200} 704, el TRX-6_{f200} 706 y el TRX-8_{f200} 708 pueden introducir un Ruido-2_{f200}, un Ruido-4_{f200}, un Ruido-6_{f200} y un Ruido-8_{f200} (respectivamente) en la λ_2 , la λ_4 , la λ_6 y la λ_8 (respectivamente), de acuerdo con una secuencia localizada apropiada, por ejemplo, una secuencia predeterminada que está localizada en el nodo-2 720. Cada uno del Ruido-2_{f200}, el Ruido-4_{f200}, el Ruido-6_{f200} y el Ruido-8_{f200} puede comprender una f_{200} , que puede estar asignada de manera única al nodo-2 720. En una realización, el Ruido-2_{f200}, el Ruido-4_{f200}, el Ruido-6_{f200} y el Ruido-8_{f200} pueden comprender la misma señal de ruido introducida en el CH2, el CH4, el CH6 y el CH8 en momentos diferentes. El MUX 725, el bloqueador- λ_{f200} 726 y el administrador de elementos 727 pueden estar configurados de manera similar al MUX 715, el bloqueador- λ_{f100} 716 y al administrador de elementos 717. El entrelazador 728 puede ser cualquier dispositivo utilizado para combinar dos señales WDM multiplexadas en una señal WDM compuesta. Por ejemplo, el entrelazador 728 puede comprender un dispositivo óptico de 3 puertos que se utiliza para combinar dos conjuntos de canales DWDM (por ejemplo canales impares y pares) en un flujo de señal WDM compuesta. Tal como se utilizan en la presente memoria, las señales WDM compuestas se pueden referir a cualquier señal WDM que comprenda una longitud de onda, un canal o una señal de salida que se haya transportado anteriormente en otra señal WDM, y no necesariamente se utiliza sólo en el contexto de los entrelazadores. Por ejemplo, la segunda señal WDM difundida por el nodo-2 620 se puede considerar como una señal WDM compuesta debido a que tiene por lo menos una señal de salida común respecto de la primera señal WDM difundida por el nodo-1 610.

En una realización, la señal WDM compuesta emitida desde el entrelazador 728 puede comprender un espectro óptico 790. El espectro óptico 790 puede comprender una separación de longitudes de onda/canales de aproximadamente 200 GHz entre canales pares (por ejemplo, 200 GHz entre λ_2 y λ_4 , 200 GHz entre λ_4 y λ_6 y 200 GHz entre λ_6 y λ_8), así como una separación de longitudes de onda/canales de aproximadamente 200 GHz entre canales impares (por ejemplo, 200 GHz entre λ_1 y λ_3 , 200 GHz entre λ_3 y λ_5 y 200 GHz entre λ_5 y λ_7). En una realización, el espectro óptico 790 puede comprender una separación de longitudes de onda de aproximadamente 100 GHz entre canales pares e impares (por ejemplo, 100 GHz entre λ_1 y λ_2 , 100 GHz entre λ_2 y λ_3 , ... y 100 GHz entre λ_7 y λ_8). En otras realizaciones, la separación de canales puede variar (por ejemplo, separación de canales impar-impar y par-impar de 100 GHz y 50 GHz respectivamente). El bloqueador- λ_{f200} 726 se puede configurar para filtrar la señal WDM compuesta en función de la f_{200} , y por lo tanto puede proporcionar bloqueo de longitud de onda a las señales de salida correspondientes a los canales pares (por ejemplo, la λ_2 , la λ_4 , la λ_6 y la λ_8), ignorando al mismo tiempo las señales de salida correspondientes a los canales impares (por ejemplo, λ_1 , la λ_3 , la λ_5 y la λ_7).

Se ha descubierto que el esquema de bloqueo de longitud de onda compartido es eficaz proporcionando bloqueo de longitud de onda en algunos escenarios de prueba. La figura 8 muestra un gráfico 800 que sigue el bloqueo de longitud de onda en una arquitectura de red en condiciones de prueba, similar a la arquitectura de red 700. Notablemente, la prueba se llevó a cabo para doce canales, aunque se muestran en la presente memoria solamente ocho canales para mayor claridad y brevedad. Los solicitantes sostienen que los resultados para bloqueo de longitud de onda en los otros cuatro canales (CH9 a CH12, no mostrados) fueron sustancialmente consistentes con los resultados para bloqueo de longitud de onda para los ocho canales expuestos en la presente memoria (CH1 a CH8), y por lo tanto su inclusión en la misma sería redundante. El gráfico 800 representa cambios en longitud de onda para señales de salida 801 en correspondencia con una serie de canales (CH1 a CH8) a medida que se aumentó la temperatura ambiente (T_{ambiente}) 802 de la arquitectura de red en las condiciones de prueba. En la práctica, los cambios en la temperatura ambiente pueden provocar, o afectar significativamente a una deriva de longitud de onda

en señales de salida debido a que el cambio de las condiciones de funcionamiento (por ejemplo, la temperatura de funcionamiento) del transmisor láser afecta sustancialmente a su capacidad de mantener una longitud de onda objetivo. Tal como se muestra, la señal de salida 801 mantuvo una longitud de onda delta de menos de +/- 1 GHz respecto de su longitud de onda objetivo cuando la T_{ambiente} 802 se varió a una velocidad de 1,7°C por minuto. De este modo, el esquema de bloqueo de longitud de onda compartido proporciona de manera efectiva bloqueo de longitud de onda incluso cuando la temperatura ambiente varía rápidamente.

La figura 9 muestra un típico ordenador de propósito general adecuado para implementar una o varias realizaciones de cualquier componente descrito en la presente memoria. El ordenador 900 incluye un procesador 902 (que se puede denominar unidad central de proceso o CPU) que está en comunicación con dispositivos de memoria que incluyen almacenamiento secundario 904, memoria de sólo lectura (ROM, read only memory) 906, memoria de acceso aleatorio (RAM, random access memory) 908, dispositivos de entrada y salida (E/S) 910 y dispositivos de conectividad de red 912. El procesador se puede implementar como uno o varios chips de CPU, o puede formar parte de uno o varios circuitos integrados de aplicación específica (ASICs, application specific integrated circuits).

El almacenamiento secundario 904 se compone habitualmente de una o varias unidades de disco o unidades de cinta y se utiliza para el almacenamiento no volátil de datos y como un dispositivo de almacenamiento de datos de desbordamiento si la RAM 908 no es lo suficientemente grande para contener todos los datos de trabajo. El almacenamiento secundario 904 puede ser utilizado para almacenar programas que se cargan en la RAM 908 cuando dichos programas se seleccionan para su ejecución. La ROM 906 se utiliza para almacenar instrucciones y quizás datos que se están leyendo durante la ejecución del programa. La ROM 906 es un dispositivo de memoria no volátil que tiene habitualmente una capacidad de memoria pequeña en relación con la mayor capacidad de memoria del almacenamiento secundario 904. La RAM 908 se utiliza para almacenar datos volátiles y quizás para almacenar instrucciones. El acceso tanto a la ROM 906 como a la RAM 908 es habitualmente más rápido que el acceso al almacenamiento secundario 904.

Se da conocer por lo menos una realización, y están dentro del alcance de la exposición las variaciones, combinaciones y/o modificaciones de la realización o realizaciones y/o de las características de realización o realizaciones, realizadas por un experto en la materia. Están asimismo dentro del alcance de la exposición las realizaciones alternativas resultado de combinar, integrar y/u omitir características de la realización o realizaciones. Cuando se indican expresamente intervalos o límites numéricos, se puede entender que dichos intervalos o límites expresos incluyen intervalos o límites iterativos de magnitud similar que caen dentro de los intervalos o límites indicados expresamente (por ejemplo desde aproximadamente 1 hasta aproximadamente 10 incluye, 2, 3, 4, etc.; mayor de 0,10 incluye 0,11, 0,12, 0,13, etc.). Por ejemplo, siempre que se da a conocer un intervalo numérico con un límite inferior, R_i , y un límite superior, R_u , se da a conocer específicamente cualquier número que quede dentro del intervalo. En particular, se dan a conocer específicamente los siguientes números dentro del intervalo: $R = R_i + k * (R_u - R_i)$, donde k es una variable que va desde el 1 por ciento al 100 por ciento con un incremento del 1 por ciento, es decir, k es un 1 por ciento, un 2 por ciento, un 3 por ciento, un 4 por ciento, un 5 por ciento, ..., un 50 por ciento, un 51 por ciento, un 52 por ciento, ..., un 95 por ciento, un 96 por ciento, un 97 por ciento, un 98 por ciento, un 99 por ciento, o un 100 por ciento. Además, se da a conocer cualquier intervalo numérico definido por dos números R , tal como se define en lo anterior. La utilización del término "opcionalmente" con respecto a cualquier elemento de una reivindicación significa que el elemento es necesario, o alternativamente, que el elemento no es necesario, estando ambas alternativas dentro del alcance de la reivindicación. Se puede entender que la utilización de términos más generales tales como comprende, incluye y tiene, da cabida a términos más reducidos tales como consiste en, consiste esencialmente en, y se compone sustancialmente de. Por consiguiente, el alcance de protección no está limitado por la descripción expuesta anteriormente sino que está definido por las reivindicaciones siguientes, incluyendo dicho alcance todos los equivalentes de la materia de las reivindicaciones. Todas y cada una de las reivindicaciones se incorporan como exposición adicional en la especificación, y las reivindicaciones son una o varias realizaciones de la presente exposición. La discusión de una referencia en la exposición no constituye una admisión de que sea técnica anterior, especialmente cualquier referencia que tenga una fecha de publicación posterior a la fecha de prioridad de esta solicitud. La exposición de todas las patentes, solicitudes de patente y publicaciones citadas en la exposición se incorpora como referencia a la presente memoria, en la medida en que éstas proporcionen detalles ejemplares, procedimentales u otros complementarios a la exposición.

Aunque se han dado conocer diversas realizaciones en la presente exposición, se debe entender que los sistemas y procedimientos dados a conocer se pueden realizar de muchas otras formas específicas sin apartarse del espíritu o el alcance de la presente exposición. Los presentes ejemplos se deben considerar como ilustrativos y no limitativos, y la intención es no limitarse a los detalles proporcionados en la presente memoria. Por ejemplo, los diversos elementos o componentes se pueden combinar o integrar en otro sistema o ciertas características pueden ser omitidas, o no implementadas.

Además, las técnicas, sistemas, subsistemas y procedimientos descritos y mostrados en las diversas realizaciones como discretos o independientes, se pueden combinar o integrar con otros sistemas, módulos, técnicas o procedimientos sin apartarse del alcance de la presente exposición. Otros elementos mostrados o descritos como acoplados, o acoplados directamente o en comunicación entre sí, pueden estar acoplados indirectamente o en comunicación a través de alguna interfaz, dispositivo o componente intermedio ya sea de manera eléctrica, mecánica u otras. Un experto en la materia puede determinar otros ejemplos de cambios, sustituciones y

modificaciones y éstos se pueden realizar sin apartarse del espíritu y el alcance dados a conocer en la presente memoria.

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento que comprende:
 - 5 asignar, mediante un gestor de red, una primera frecuencia de ruido a un primer nodo intermedio en una red y una segunda frecuencia de ruido a un segundo nodo intermedio en una red, donde la primera frecuencia de ruido es diferente de la segunda frecuencia de ruido;
 - proporcionar, mediante el primer nodo intermedio, bloqueo de longitud de onda a una primera serie de señales ópticas en una primera señal multiplexada por división de longitud de onda (WDM), donde la primera serie de señales ópticas son generadas por el primer nodo intermedio y comprenden la primera frecuencia de ruido, pero no la segunda frecuencia de ruido;
 - 10 proporcionar, mediante el segundo nodo intermedio, bloqueo de longitud de onda a una segunda serie de señales ópticas en una señal WDM compuesta que comprende tanto la segunda serie de señales ópticas como por lo menos parte de la primera serie de señales ópticas, donde la segunda serie de señales ópticas son generadas por el segundo nodo intermedio y comprenden la segunda frecuencia de ruido, pero no la primera frecuencia de ruido; y
 - transmitir, mediante el segundo nodo intermedio, la señal WDM compuesta a un tercer nodo intermedio.
- 15 2. El procedimiento según la reivindicación 1, en el que proporcionar bloqueo de longitud de onda a la segunda serie de señales ópticas comprende aislar la segunda serie de señales ópticas respecto de la primera serie de señales ópticas filtrando electrónicamente, en el segundo nodo intermedio, una parte de la señal WDM compuesta según la segunda frecuencia de ruido.
- 20 3. El procedimiento según la reivindicación 1, en el que el primer nodo intermedio proporciona bloqueo de longitud de onda a la primera serie de señales ópticas según un primer esquema de bloqueo de longitud de onda de multiplexación por división de tiempo (TDM) que está localizado en el primer nodo intermedio, en el que el segundo nodo intermedio proporciona bloqueo de longitud de onda a la segunda serie de señales ópticas según un segundo esquema de bloqueo de longitud de onda TDM que está localizado en el segundo nodo intermedio.
- 25 4. El procedimiento según la reivindicación 3, en el que el primer esquema de bloqueo de longitud de onda TDM comprende introducir secuencialmente una primera señal de ruido que comprende la primera frecuencia de ruido en cada una de la primera serie de señales ópticas, según una primera ventana TDM,
- en el que la primera ventana TDM comprende una primera serie de intervalos de tiempo,
- en el que se asigna una única de la primera serie de intervalos de tiempo a cada una de la primera serie de señales ópticas, de tal modo que no hay ningún par de señales ópticas que estén asignadas al mismo intervalo de tiempo, y
- 30 en el que ninguno de la primera serie de intervalos de tiempo se asigna a ninguna de la segunda serie de señales ópticas.
5. El procedimiento según la reivindicación 4, en el que el segundo esquema de bloqueo de longitud de onda TDM comprende introducir secuencialmente una segunda señal de ruido que comprende la segunda frecuencia de ruido en cada una de la segunda serie de señales ópticas, según una segunda ventana TDM que comprende una
- 35 segunda serie de intervalos de tiempo, en el que se asigna uno único de la segunda serie de intervalos de tiempo a cada una de la segunda serie de señales ópticas, en el que no se asigna ninguno de la segunda serie de intervalos de tiempo a ninguna de la primera serie de señales ópticas, en el que el primer nodo intermedio no tiene acceso a la segunda ventana TDM, y en el que el segundo nodo intermedio no tiene acceso a la primera ventana TDM.
6. El procedimiento según la reivindicación 1, que comprende además: añadir, mediante el gestor de red, un tercer
- 40 nodo intermedio a la red a continuación de una inicialización de, y comunicación entre, el primer nodo intermedio y el segundo nodo intermedio,
- en el que añadir un tercer nodo intermedio comprende asignar una tercera frecuencia de ruido al tercer nodo intermedio,
- en el que la tercera frecuencia de ruido es diferente tanto de la segunda frecuencia de ruido como de la primera
- 45 frecuencia de ruido,
- en el que, después de ser añadido a la red, el tercer nodo intermedio proporciona bloqueo de longitud de onda a por lo menos una señal de salida generada localmente dentro del tercer nodo intermedio, y
- en el que el tercer nodo intermedio se añade a la red sin modificar ningún aspecto o característica del bloqueo de longitud de onda en el primer nodo intermedio y el segundo nodo intermedio.
- 50 7. Un sistema de red que comprende un gestor de red, un primer nodo intermedio, un segundo nodo intermedio y un tercer nodo intermedio, en el que:

- el gestor de red está configurado para asignar una primera frecuencia de ruido al primer nodo intermedio y una segunda frecuencia de ruido al segundo nodo intermedio, en el que la primera frecuencia de ruido es diferente de la segunda frecuencia de ruido;
- 5 el primer nodo intermedio está configurado para proporcionar bloqueo de longitud de onda a una primera serie de señales ópticas en una primera señal multiplexada por división de longitud de onda (WDM), donde la primera serie de señales ópticas son generadas por el primer nodo intermedio y comprenden la primera frecuencia de ruido, pero no la segunda frecuencia de ruido;
- 10 el segundo nodo intermedio está configurado para proporcionar bloqueo de longitud de onda a una segunda serie de señales ópticas en una señal WDM compuesta que comprende tanto la segunda serie de señales ópticas como por lo menos parte de la primera serie de señales ópticas, donde la segunda serie de señales ópticas son generadas por el segundo nodo intermedio y comprenden la segunda frecuencia de ruido, pero no la primera frecuencia de ruido; y
- el segundo nodo intermedio está configurado para transmitir la señal WDM compuesta al tercer nodo intermedio.
- 15 8. El sistema según la reivindicación 7, en el que el segundo nodo intermedio está configurado para aislar la segunda serie de señales ópticas respecto de la primera serie de señales ópticas filtrando electrónicamente una parte de la señal WDM compuesta según la segunda frecuencia de ruido.
9. El sistema según la reivindicación 7, en el que el primer nodo intermedio está configurado para proporcionar bloqueo de longitud de onda a la primera serie de señales ópticas según un primer esquema de bloqueo de longitud de onda multiplexado por división de tiempo (TDM) que está localizado en el primer nodo intermedio,
- 20 en el que el segundo nodo intermedio está configurado para proporcionar bloqueo de longitud de onda a la segunda serie de señales ópticas según un segundo esquema de bloqueo de longitud de onda TDM que está localizado en el segundo nodo intermedio.
10. El sistema según la reivindicación 9, en el que el primer esquema de bloqueo de longitud de onda TDM comprende una introducción secuencial de una primera señal de ruido que comprende la primera frecuencia de ruido en cada una de la primera serie de señales ópticas, según una primera ventana TDM,
- 25 en el que la primera ventana TDM comprende una primera serie de intervalos de tiempo,
- en el que se asigna una única de la primera serie de intervalos de tiempo a cada una de la primera serie de señales ópticas, de tal modo que no hay ningún par de señales ópticas que estén asignadas al mismo intervalo de tiempo, y
- en el que ninguno de la primera serie de intervalos de tiempo se asigna a ninguna de la segunda serie de señales ópticas.
- 30 11. El sistema según la reivindicación 10, en el que el segundo esquema de bloqueo de longitud de onda TDM comprende una introducción secuencial de una segunda señal de ruido que comprende la segunda frecuencia de ruido en cada una de la segunda serie de señales ópticas, según una segunda ventana TDM que comprende una segunda serie de intervalos de tiempo, en el que se asigna uno único de la segunda serie de intervalos de tiempo a cada una de la segunda serie de señales ópticas, en el que no se asigna ninguno de la segunda serie de intervalos
- 35 de tiempo a ninguna de la primera serie de señales ópticas, en el que el primer nodo intermedio no tiene acceso a la segunda ventana TDM, y en el que el segundo nodo intermedio no tiene acceso a la primera ventana TDM.

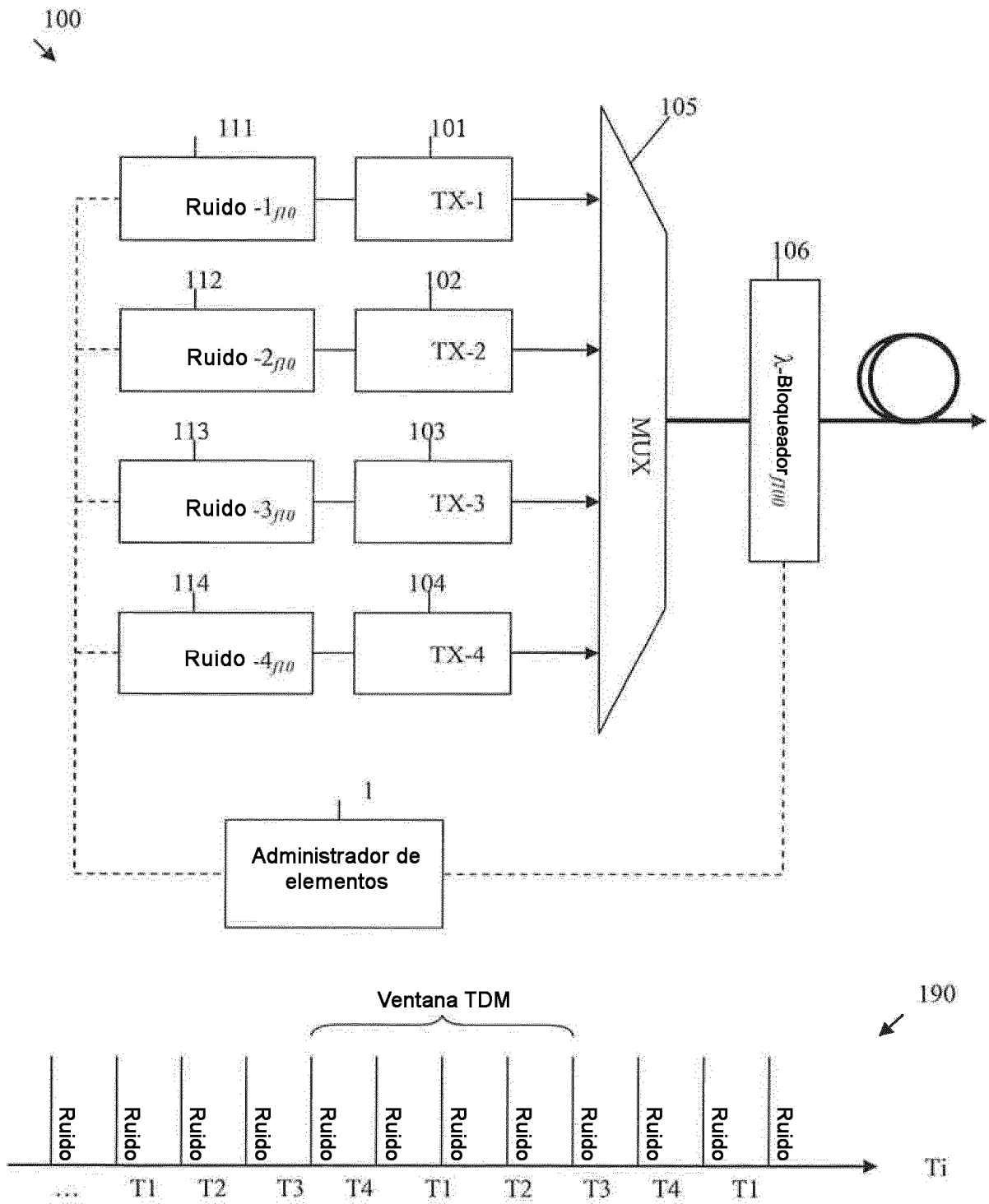


FIG. 1

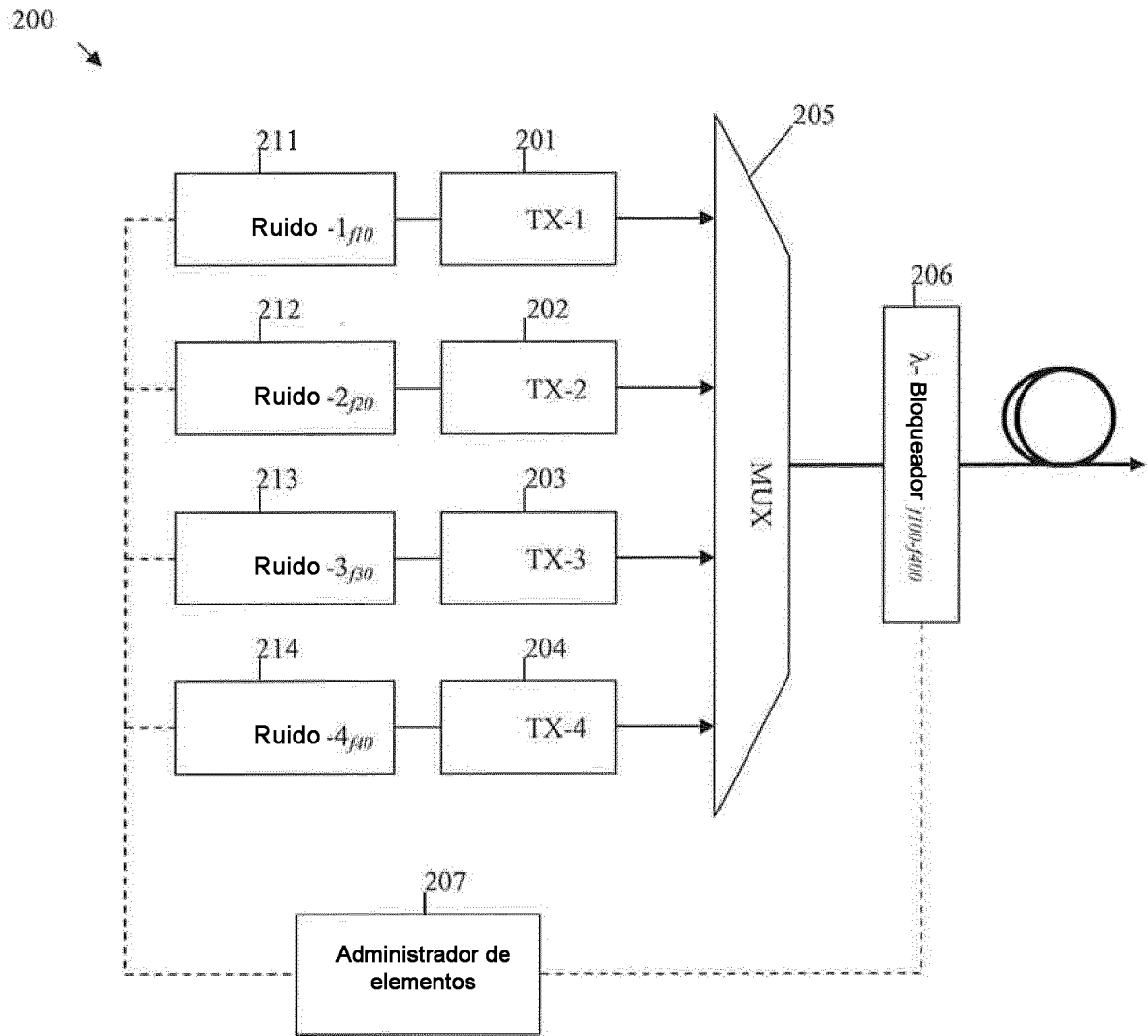
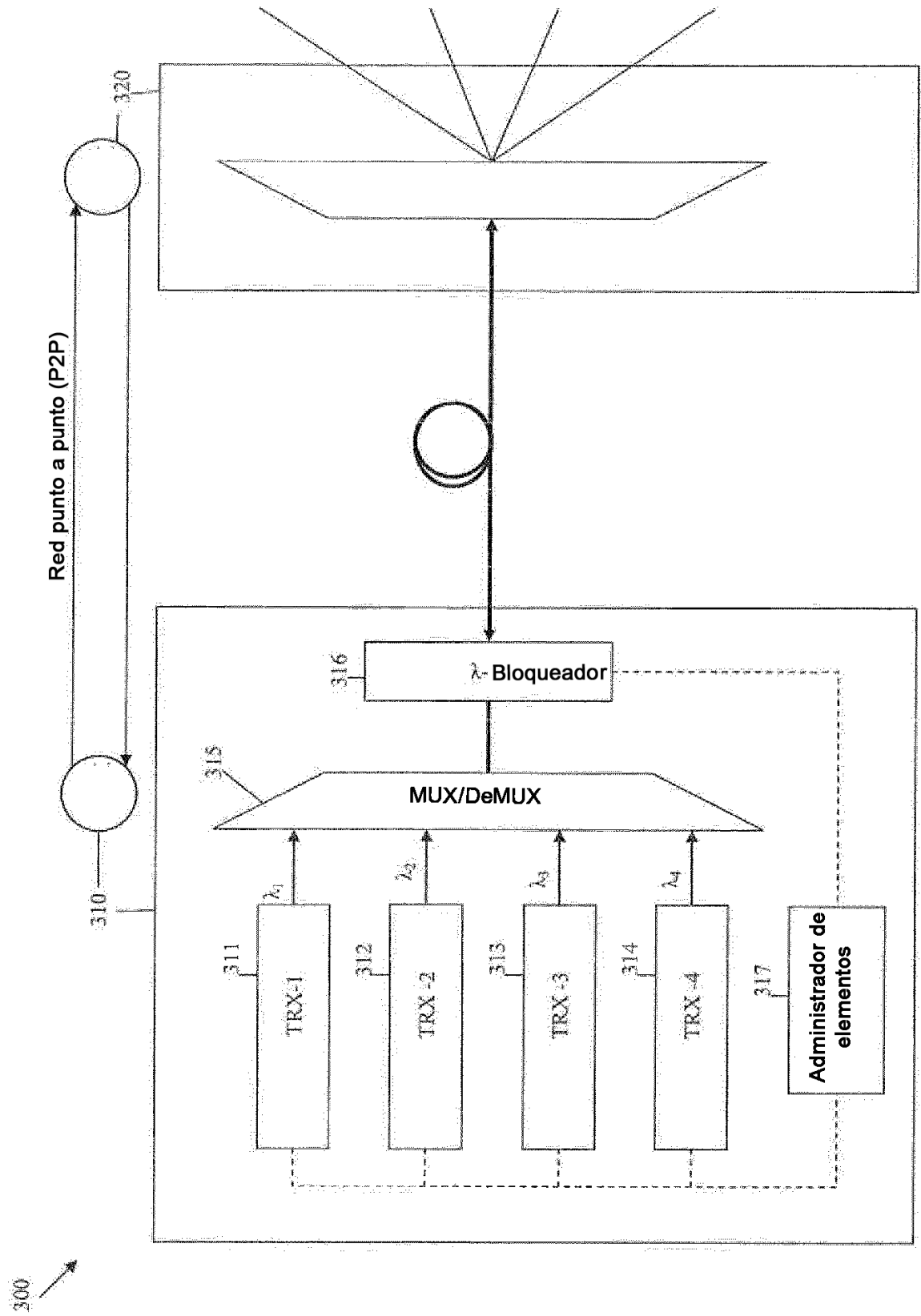


FIG. 2



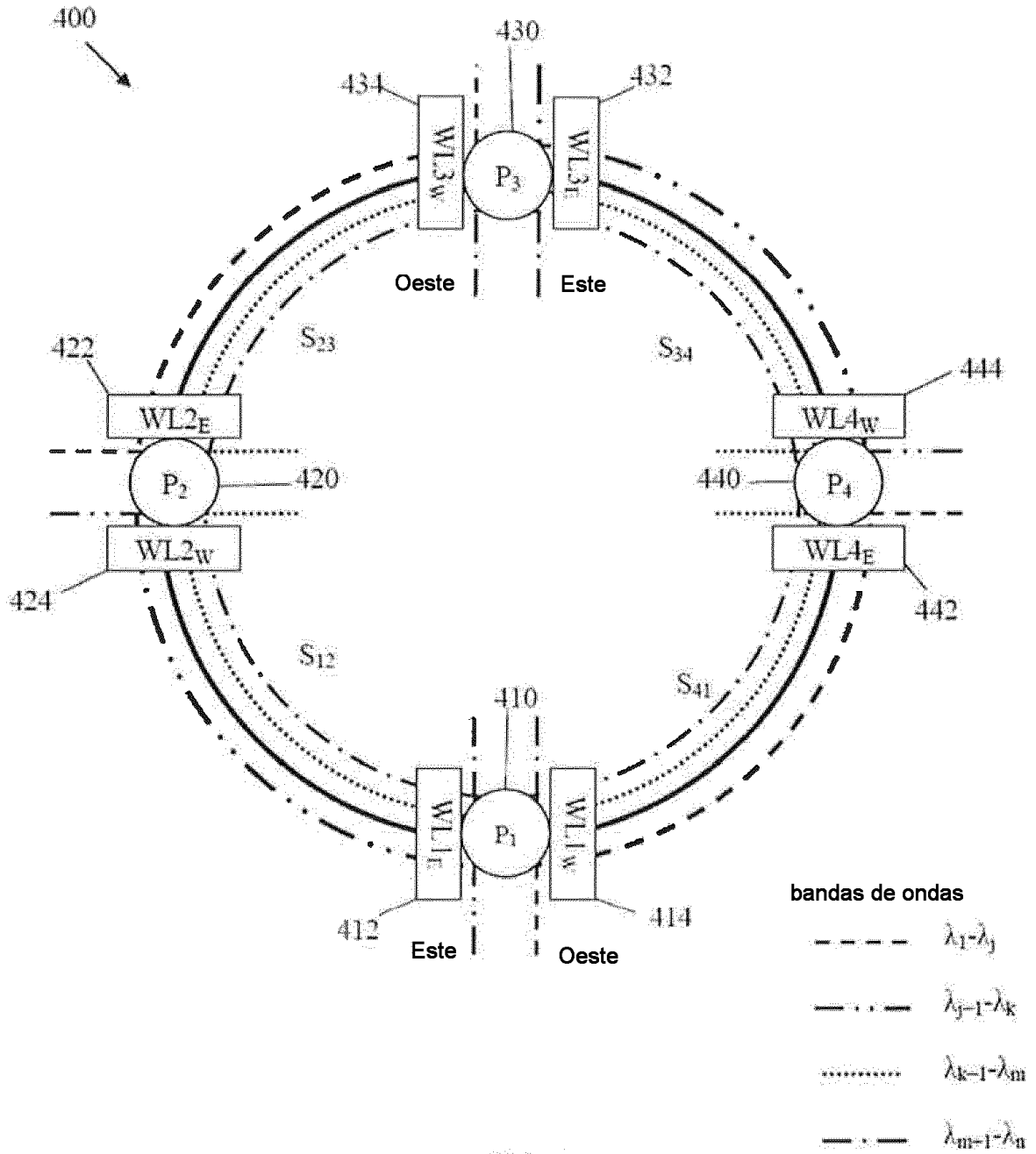


FIG. 4

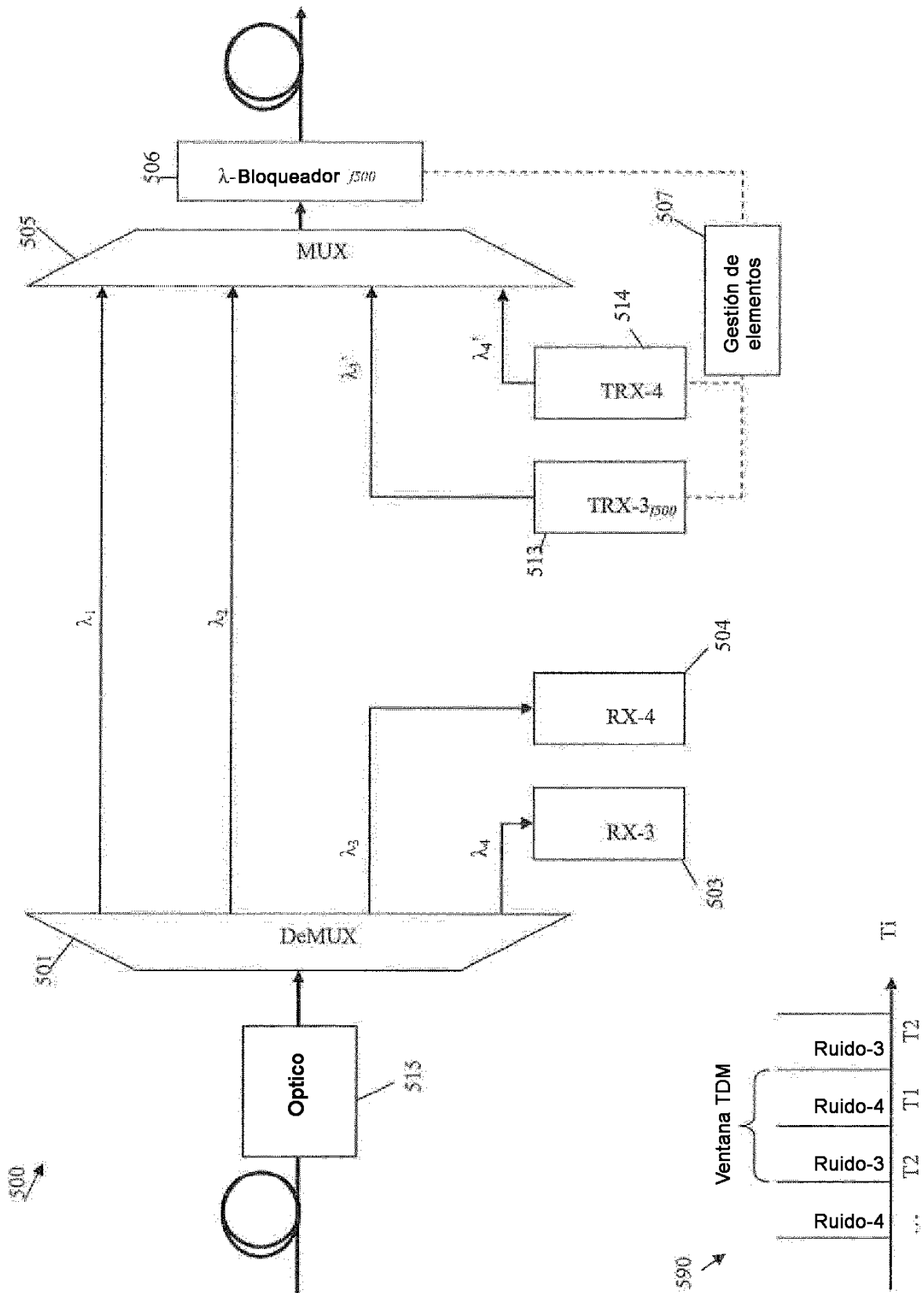


FIG. 5

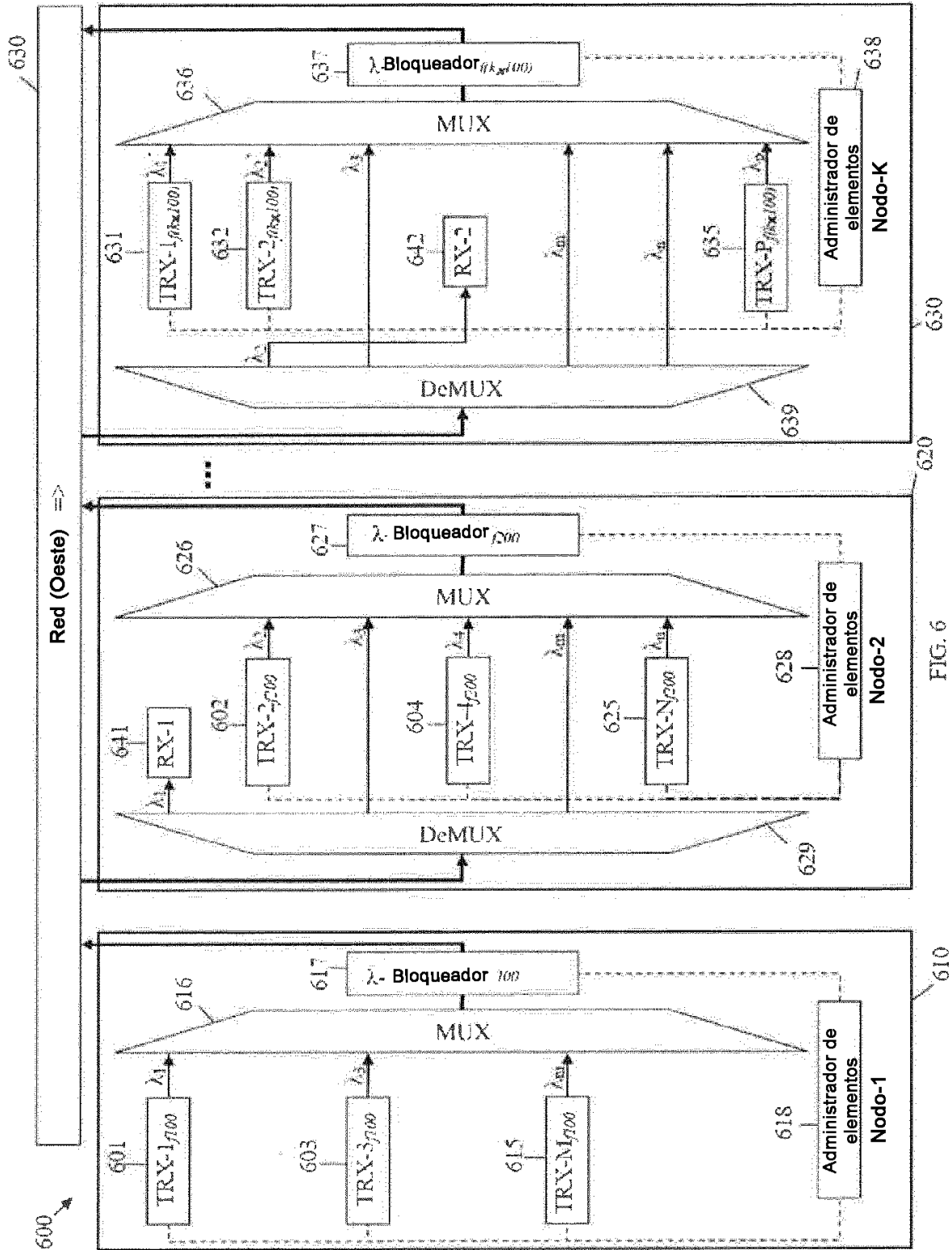


FIG. 6

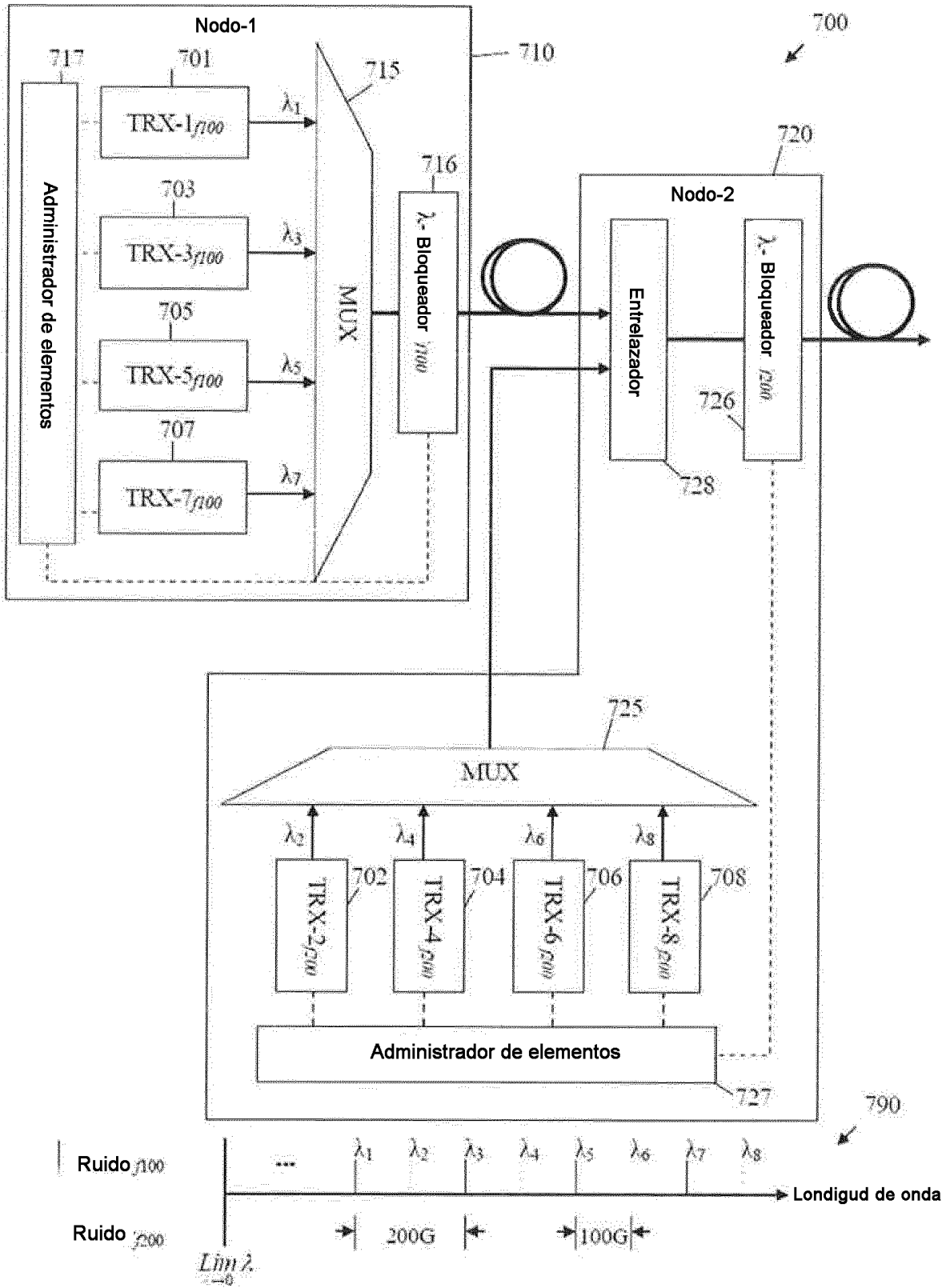


FIG. 7

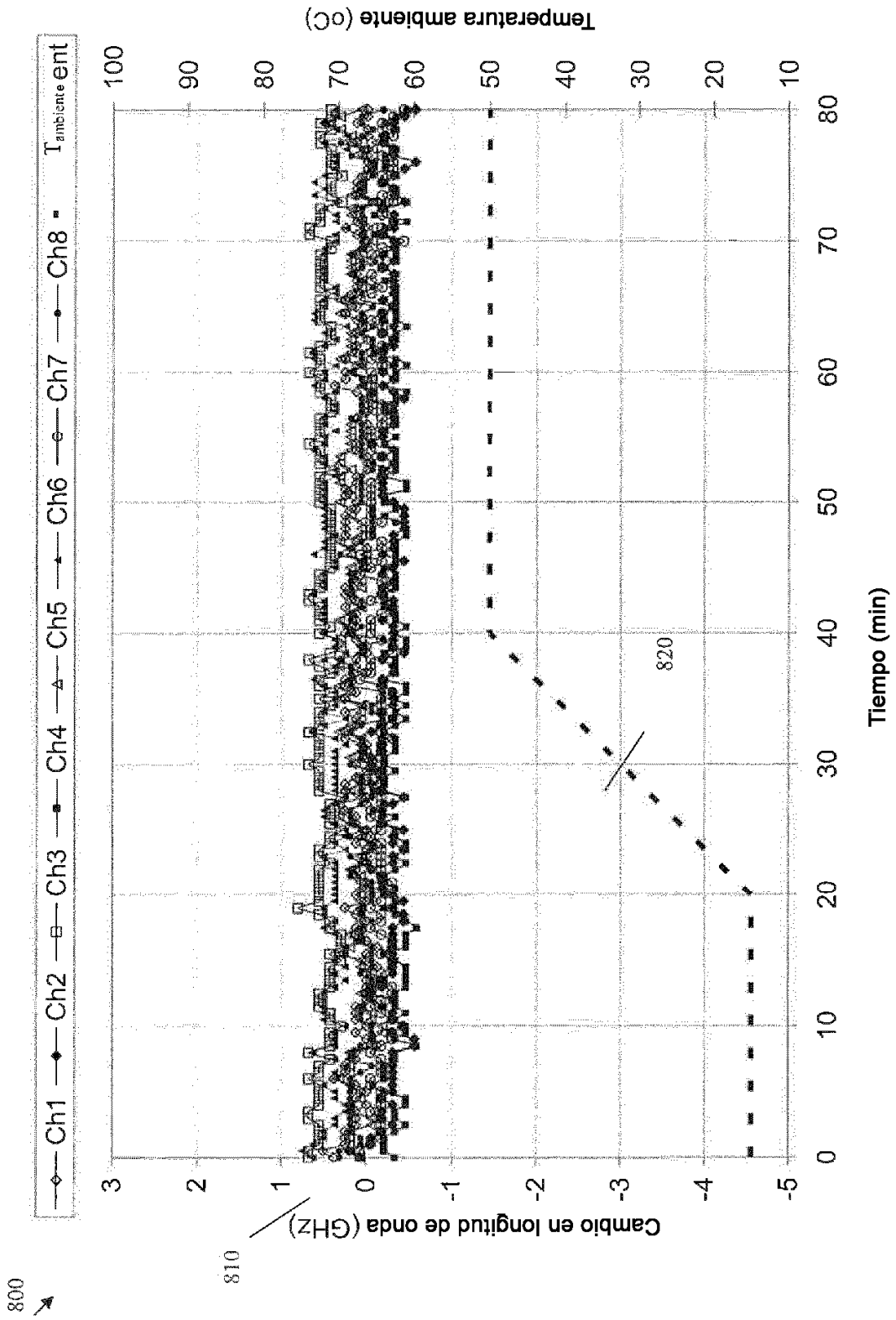


FIG. 8

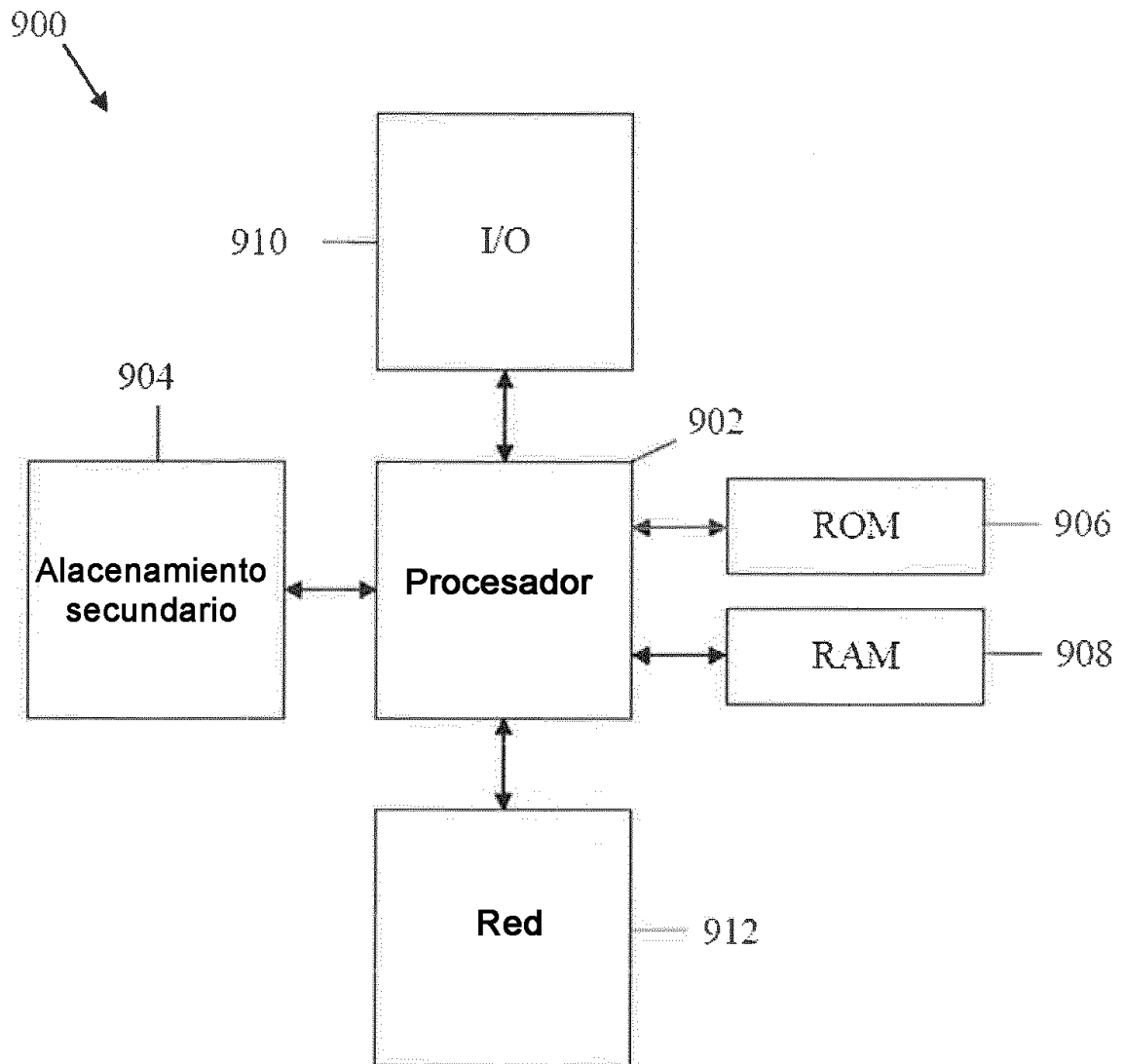


FIG. 9