



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 364 922**

51 Int. Cl.:
H04Q 11/00 (2006.01)
H04B 10/18 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **00936906 .7**
96 Fecha de presentación : **22.06.2000**
97 Número de publicación de la solicitud: **1201099**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **02.05.2002**

54 Título: **Aparato de compresión de datos y procedimiento para lo mismo.**

30 Prioridad: **30.07.1999 GB 9917880**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
16.09.2011

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
16.09.2011

73 Titular/es: **ROKE MANOR RESEARCH LIMITED**
Roke Manor, Old Salisbury Lane
Romsey, Hampshire SO51 0ZN, GB

72 Inventor/es: **Mansbridge, John**

74 Agente: **Sugrañes Moliné, Pedro**

ES 2 364 922 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

Aparato de compresión de datos y procedimiento para lo mismo

- 5 La presente invención se refiere a un aparato de compresión de datos del tipo usado en enrutadores para sistemas de telecomunicación digital, por ejemplo, sistemas de telecomunicación digital de enlace troncal. La presente invención también se refiere a un procedimiento de compresión de datos para uso con el aparato modulador de datos.
- 10 Los sistemas de comunicación digital de enlace troncal comprenden una red de fibras ópticas que transportan datos digitales a alta velocidad entre nodos de enrutamiento. En cada nodo de enrutamiento, un flujo de datos digitales propagado por las fibras ópticas se divide en paquetes de datos que son conmutados a diferentes rutas basándose en paquete por paquete. El flujo de datos digitales se conmuta mediante dispositivos conocidos como enrutadores (o conmutadores).
- 15 Típicamente, un enrutador comprende 128 puertos de entrada y 128 puertos de salida para conmutar 128 flujos de datos de entrada a 128 flujos de datos de salida, actualmente a una velocidad de transmisión de datos de funcionamiento de 2,5 Gb/s. Una función básica del enrutador es asegurar que los datos presentes en todos los puertos de entrada estén disponibles en todos los puertos de salida.
- 20 Los enrutadores conocidos emplean electrónica de alta velocidad para convertir el flujo de entrada de un único flujo de datos ópticos en varios flujos paralelos de datos electrónicos a una velocidad de transmisión de datos inferior. Los paquetes de información son conmutados usando masivamente redes paralelas de conmutadores, volviéndose a convertir los flujos de datos electrónicos en un único flujo de datos ópticos de alta velocidad en un puerto de salida.
- 25 La próxima generación de sistemas de telecomunicación digital de enlace troncal funcionará a 10 Gb/s y requerirán una nueva generación de enrutadores para manejar tan altas velocidades de transmisión de datos. Por consiguiente, se ha propuesto conmutar los flujos de datos ópticos en el dominio óptico, más que volver a convertir las señales al dominio electrónico para conmutación. Sin embargo, la tecnología óptica actual no puede implementar las operaciones lógicas requeridas para enrutar los paquetes de datos a través de enrutadores. Por lo tanto, es probable que la próxima generación de enrutadores tenga un recorrido de datos ópticos con electrónica convencional que lleve a cabo las operaciones lógicas.
- 30 Una de tales arquitecturas de enrutador emplea una técnica de Multiplexado por División de Tiempo (TDM) que implica el multiplexado de todos los flujos de datos de entrada en un único flujo de datos de muy alta velocidad. El único flujo de datos de muy alta velocidad se aplica a todos los puertos de salida del enrutador, estando dispuesto cada puerto de salida para seleccionar los datos destinados al puerto de salida particular.
- 35 Haciendo referencia a la Figura 1, se muestra una arquitectura de enrutador TDM conocido. A efectos de simplicidad de descripción y, por lo tanto, de claridad, sólo se muestran cuatro de los 128 canales de entrada/salida. Tal como se describió anteriormente, el enrutador 100 comprende un primer, un segundo, un tercer y un cuarto canal de entrada 102, 104, 106, 108. El primer canal de entrada 102 comprende una fibra óptica 110 que transporta un primer flujo de datos de entrada (no mostrado) que es convertido en un flujo de datos electrónicos de 10 Gb/s 112 de manera que pueden llevarse a cabo los cálculos necesarios de enrutamiento y el almacenamiento en memoria intermedia. Los bits de datos almacenados en memoria intermedia que representan el primer flujo de datos de entrada vuelven a ser convertidos entonces en un flujo de datos ópticos 114. El flujo de datos ópticos 114 sufre entonces compresión de bits por la unidad de compresión de impulsos ópticos 116 de manera que un periodo de bits de 100 ps se transforma en un periodo de bits de aproximadamente 0,8 ps. Posteriormente, los impulsos muy cortos que constituyen el flujo de datos comprimidos son multiplexados con impulsos comprimidos igualmente procedentes de otros canales de entrada, por ejemplo, el segundo, el tercer y el cuarto canal de entrada 104, 106, 108 para formar un flujo de datos en serie total de 1,28 Tb/s. El flujo de datos en serie total se suministra luego a cada uno de una pluralidad de demultiplexores ópticos respectivos que están dispuestos para seleccionar datos destinados a los puertos de salida conectados respectivamente a los demultiplexores ópticos 120, por ejemplo, un primer puerto de salida 122 al cual está conectado un primer demultiplexor óptico respectivo 120.
- 50 Sin embargo, la implementación de demultiplexores ópticos que funcionan a 1,28 Tb/s es muy exigente debido a la elevada velocidad de transmisión de datos implicada. Por consiguiente, un enrutador que emplee la arquitectura anteriormente descrita es complejo, voluminoso y costoso de implementar y, por lo tanto, inadecuado para uso en un enrutador comercial.
- 55 Por lo tanto, un objeto de la presente invención es proporcionar un aparato de compresión de datos y un procedimiento para lo mismo que obvие o al menos mitigue los problemas encontrados cuando se emplee la arquitectura de enrutador anteriormente descrita.
- 60 El documento US-A-4588957 describe un procedimiento y aparato para producir un impulso ensanchado modulado en frecuencia a partir de un impulso de entrada arbitrario, y luego comprimir ese impulso para conseguir un impulso
- 65

más corto que el impulso original, generando así un impulso de duración más corta que el que sería posible de otro modo.

5 La presente invención, en consecuencia, proporciona un aparato y un procedimiento tal como se definen en las reivindicaciones adjuntas.

A continuación se describirá al menos una realización de la invención, a modo de ejemplo, con referencia a los dibujos acompañantes, en los que:

10 la Figura 2 es un diagrama esquemático de un enrutador que emplea un aparato de compresión de datos que constituye una realización de la invención;
la Figura 3 es un organigrama del funcionamiento del enrutador de la Figura 2, y
las Figuras 4(a) a (f) son gráficos de la amplitud frente al tiempo y la frecuencia frente al tiempo para señales presentes en el aparato de la Figura 2.

15 A lo largo de toda la descripción se hará referencia al dominio óptico, y en particular la luz en el intervalo óptico del espectro electromagnético. Debería entenderse que se pretende que el término "intervalo óptico del espectro electromagnético" incluya las frecuencias en la zona infrarroja del espectro electromagnético.

20 Haciendo referencia a la Figura 2, un enrutador 200 comprende una pluralidad de canales de entrada y una pluralidad de canales de salida. Sin embargo, en el siguiente ejemplo, sólo se describirán dos canales de entrada y dos canales de salida del enrutador 200 a efectos de simplicidad de descripción y, por consiguiente, de claridad.

25 El enrutador 200 tiene un primer canal de entrada 202 que comprende una primera fibra óptica de entrada 204 conectada a un terminal de entrada de un primer transductor receptor de entrada 206. Igualmente, el enrutador 200 también tiene un segundo canal de entrada 208 que comprende una segunda fibra óptica de entrada 210 conectada a un segundo transductor receptor de entrada 212. Tanto el primer como el segundo transductores receptores de entrada 206, 212 están conectados a una memoria intermedia de entrada 214 por una conexión eléctrica de 10 Gb/s. La memoria intermedia de entrada 214 está conectada a un controlador de modulador 216 por medio de un bus de datos eléctricos, estando conectado el controlador de modulador 216 a un primer modulador 218 y un segundo modulador 220 por conexiones eléctricas de 10 Gb/s respectivas. Tanto la memoria intermedia de entrada 214 como el controlador de modulador 216 están conectados a una unidad lógica de arbitraje/priorización 222. Una unidad de reloj 224 está conectada a la unidad lógica de arbitraje/priorización 222 por una conexión eléctrica de 10 Gb/s, estando la unidad de reloj 224 conectada también a un láser pulsado modulado en frecuencia 226 por una conexión eléctrica de 10 Gb/s. El láser de frecuencia variable pulsado 226 está conectado al primer modulador 218 y el segundo modulador 220 por medio de un divisor de fibra óptica y una conexión óptica de 10 Gb/s. El primer modulador y el segundo modulador 218, 220 funcionan a una velocidad de transmisión de datos de 10 Gb/s y están conectados respectivamente a un primer compresor de fibra 228 y un segundo compresor de fibra 230 por medio de conexiones ópticas de 10 Gb/s respectivas.

40 El primer y el segundo compresores de fibra 228, 230 son un medio de transmisión, por ejemplo una fibra óptica con características de dispersión controlada, donde la velocidad de propagación a través del primer y el segundo compresores de fibra 228, 230 es linealmente dependiente de la frecuencia de la radiación electromagnética que se propaga a través de los mismos. El primer compresor de fibra 228 está conectado a un conector de 3dB por una conexión óptica de 1,26 Tb/s. El segundo compresor de fibra 230 está conectado a una unidad de retardo 234, por ejemplo una longitud predeterminada de fibra óptica, por una conexión óptica de 1,28 Tb/s, estando conectada la unidad de retardo 234 al conector de 3 dB 232 por una conexión óptica de 1,28 Tb/s. Un primer terminal de salida del conector de 3 dB 232 está conectado a un primer modulador de salida 236, y un segundo terminal de salida del conector de 3 dB 232 está conectado a un segundo modulador de salida 238, ambos por conexiones ópticas de 1,28 Tb/s respectivas. El primer modulador de salida 236 y el segundo modulador de salida 238 están conectados ambos a un controlador de demultiplexor 240 por una conexión eléctrica de 10 Gb/s, estando conectado el controlador de demultiplexor 240 a la unidad lógica de arbitraje/priorización 222 por un bus de datos eléctricos.

55 El primer y el segundo moduladores de salida 236, 238 y el controlador de demultiplexor 240 funcionan juntos para seleccionar paquetes comprimidos que están destinados a canales de salida a los que corresponden el primer y el segundo modulador de salida 236, 238. Típicamente, la selección se implementa ajustando el modulador 236, 238 a un estado "apagado". En el estado "apagado" el modulador 236, 238 (atenúa) una señal de entrada. Cuando un paquete destinado a un canal de salida particular debe salir del conector 232 (teniendo en cuenta cualquier retardo en la fibra óptica entre el conector 232 y el modulador 236, 238) el modulador 236, 238 que corresponde al canal de salida particular se ajusta a un estado "encendido" y el paquete comprimido se pasa a través del modulador 236, 238 que corresponde al canal de salida al cual está destinado el paquete comprimido. El modulador 236, 238 también puede funcionar para desviar el paquete comprimido requerido (en lugar de atenuar el paquete).

65 El primer modulador de salida 236 está conectado a un descompresor de fibra 242 por una conexión óptica de 1,28 Tb/s. El segundo modulador de salida 238 está conectado a un segundo descompresor de fibra 244 por una conexión óptica de 1,28 Tb/s. El primer descompresor de fibra 242 está conectado a un primer transductor receptor

de salida 246 y el segundo descompresor de fibra 244 está conectado a un segundo transductor receptor de salida 248, ambos por una conexión óptica de 10 Gb/s. El primer y el segundo transductor receptor de salida 246, 248 están conectados ambos a una memoria intermedia de salida 250 por una conexión eléctrica de 10 Gb/s, estando conectada la memoria intermedia de salida 250 a la unidad lógica de arbitraje/priorización 222 por un bus de datos eléctricos.

Un primer terminal de salida de la memoria intermedia 250 está conectado a un primer transductor transmisor de salida 254 para transmisión progresiva de datos por un primer canal de salida 256 por medio de una primera fibra óptica de salida 258. Igualmente, un segundo terminal de salida de la memoria intermedia 250 está conectado a un segundo transductor transmisor de salida 260 para transmisión progresiva de datos por el segundo canal de salida 262 por medio de una segunda fibra óptica de salida 264.

En funcionamiento (Figura 3), el láser 226 genera (etapa 300) un impulso que tiene una duración que corresponde a la longitud de un paquete de datos y una modulación de frecuencia lineal, es decir, la frecuencia de la luz aumenta (o disminuye) con el tiempo durante el impulso (Figura 4(a)). Los paquetes de datos son recibidos (etapa 302) por el primer y el segundo transductores receptores de entrada 206, 212 que corresponden a datos recibidos por el primer y el segundo canales de entrada 202, 208. Los datos recibidos (etapa 302) por el primer y el segundo transductor receptor de entrada 206, 212 se transfieren a la memoria intermedia de entrada 214 para almacenamiento en la memoria intermedia (etapa 304). Los datos almacenados en la memoria intermedia se transfieren luego al controlador de modulador 216 para modulación (etapa 306) por el primer y el segundo moduladores 218, 220, modulando el primer modulador 218 los datos en paquetes recibidos por el primer canal de entrada 202 y modulando el segundo modulador 220 los datos recibidos por el segundo canal de entrada 208.

Haciendo referencia a la Figura 4(b), el gráfico de amplitud frente al tiempo muestra un ejemplo de datos modulados sobre un impulso láser de frecuencia variable, permaneciendo la variación de frecuencia con el tiempo aún sustancialmente sin cambio.

Una primera señal de datos modulada procedente del primer modulador 218 es comprimida luego (etapa 308) por la primera unidad de compresor 228. Igualmente, una segunda señal modulada procedente del segundo modulador 220 es comprimida (etapa 308) por la segunda unidad de compresor 230. Un ejemplo de un impulso modulado comprimido se muestra en la Figura 4(c) donde puede apreciarse que tanto la amplitud como la frecuencia han sido comprimidas en el tiempo. En el caso de un segundo impulso de datos modulados generado por la segunda unidad de compresor 230 (y los impulsos de datos comprimidos que corresponden a canales de entrada subsiguientes), se introduce un retardo Δ_1 (etapa 310) para facilitar la multiplexación de los impulsos de datos comprimidos. Debería observarse que el retardo introducido dentro de cada impulso de datos modulados comprimidos variará dependiendo del canal de entrada al que corresponde el impulso de datos modulados comprimidos para permitir que los impulsos de datos modulados comprimidos sean multiplexados.

Usando la primera unidad de compresor 228 y la segunda unidad de compresor 230, a medida que el impulso se desplaza a través del compresor, la parte posterior de los impulsos que se desplazan a través de la primera y la segunda unidades de compresor 228, 230 se desplaza más rápido que el frente de los impulsos respectivos, alcanzando así al frente del impulso. En consecuencia, de la primera y la segunda unidades de compresor 228, 230 sale un impulso de datos modulados sustancialmente comprimido en el tiempo.

El impulso de datos modulados comprimido generado por la primera unidad de compresor 228 y el impulso de datos modulados comprimido retardado procedente de la unidad de retardo 234 son multiplexados por el conector de 3 dB 232 (etapa 312) para formar un tren de impulsos modulados comprimidos multiplexados. Haciendo referencia a la Figura 4(d), puede apreciarse que los impulsos de datos multiplexados que contienen impulsos de datos modulados comprimidos están separados en el tiempo.

El tren de impulsos modulados comprimidos multiplexados generado por el conector 3 dB 232 es dividido y enviado al primer modulador de salida 236 y el segundo modulador de salida 238 para demultiplexación (etapa 314).

En este ejemplo, los paquetes de datos son comprimidos por un factor de 128 para producir una velocidad de transmisión de datos de 1,28 Tb/s. Por lo tanto, por ejemplo, un paquete que contiene 100 bits a 10 Gb/s (que tiene una duración de 10 ns) es comprimido a una velocidad de transmisión de bits de 1,28 Tb/s, por lo que la duración del paquete es 0,08 ns. El flujo de datos generado por el conector de 3 dB 232 tiene una velocidad de transmisión de datos de 1,28 Tb/s.

El primer modulador de salida 236 y el segundo modulador de salida 238 bajo el control del controlador de demultiplexor 240 demultiplexan (etapa 314) el flujo de datos de 1,28 Tb/s (Figura 4(e)). El controlador de demultiplexor 240 asegura la selección de paquetes de datos destinados a canales de salida a los que corresponde cada modulador de salida. En consecuencia, el primer modulador de salida 236 selecciona paquetes de datos destinados al primer canal de salida 256 y el segundo modulador de salida 238 selecciona paquetes destinados al segundo canal de salida 262. Un primer impulso demultiplexado comprimido es generado por el primer modulador de salida 236 y enviado al primer descompresor de fibra 242. Igualmente, el segundo modulador de salida 238

5 genera un segundo impulso comprimido demultiplexado, que es enviado al segundo descompresor de fibra 244. El primer y el segundo descompresores de fibra 242, 244 descomprimen (etapa 316) el primer impulso comprimido demultiplexado y el segundo impulso comprimido demultiplexado, respectivamente. El impulso demultiplexado descomprimido generado por el primer descompresor 242 es recibido por el primer transductor receptor de salida 246 y la segunda señal descomprimida demultiplexada es recibida (etapa 318) por el segundo transductor receptor de salida 248. El primer y el segundo transductores receptores de salida 246, 248 convierten las señales ópticas recibidas en señales eléctricas de 10 Gb/s. Las señales generadas por el primer y el segundo transductores receptores de salida 246, 248 son almacenados en memoria intermedia (etapa 320) por la memoria intermedia de salida 250 antes de ser enviadas al primer transductor transmisor de salida respectivo 254 y el segundo transductor transmisor de salida respectivo 260.

15 El primer transductor transmisor de salida 254 convierte la señal eléctrica recibida destinada al primer canal de salida 256 en una señal óptica de 10 Gb/s para su transmisión (etapa 322). Igualmente, el segundo transductor transmisor de salida 260 convierte la señal eléctrica destinada al segundo canal de salida 262 en una señal óptica de 10 Gb/s para su transmisión (etapa 322):

20 En este ejemplo, en lugar de enrutar los datos basándose en bit por bit, los datos son enrutados basándose en paquete por paquete. En consecuencia, como el controlador de demultiplexor 240 conjuntamente con el modulador 236, 238 sólo tienen que seleccionar un paquete en contraposición a un bit, es decir, algo que es de 0,08 ns de duración en vez de 0,8 ps de duración (en este ejemplo), la tecnología del demodulador puede ser de un rendimiento muchísimo inferior y el control de los moduladores 236, 238 puede llevarse a cabo en el dominio eléctrico sin el uso de relojes ópticos de 1,28 Tb/s.

25 Aunque el ejemplo anterior se describe en relación con el campo de la conmutación óptica, la señal óptica comprimida puede volver a convertirse fácilmente al dominio eléctrico permitiendo que un modulador de baja velocidad genere una señal a una velocidad más alta (anchura de banda ancha) que la que puede generarse por el propio modulador de baja velocidad.

30 Además, aunque la técnica de compresión descrita anteriormente se refiere al dominio óptico, está previsto que puedan usarse otras ondas electromagnéticas que se propaguen en una fibra óptica, pero estén fuera del intervalo óptico del espectro electromagnético. Sin embargo, tendrá que usarse, por supuesto, un medio dispersivo distinto de una fibra óptica, por ejemplo, una guía de ondas a frecuencias de microondas. Tal técnica también puede aplicarse a ondas sonoras.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Un aparato de compresión de datos (200) que comprende una fuente de radiación electromagnética coherente (226) conectada a un compresor de impulsos (228, 230), en el que un impulso de radiación electromagnética generado por la fuente tiene una modulación de frecuencia, siendo el tiempo de propagación de la radiación electromagnética a través del compresor de impulsos linealmente dependiente de la frecuencia de la radiación electromagnética que constituye el impulso, **caracterizado porque** la fuente de radiación electromagnética coherente está conectada al compresor de impulsos a través de un modulador (218, 220) dispuesto (216) para modular el impulso con datos continuamente variables para formar un impulso modulado, siendo suministrado el impulso al compresor de impulsos.
- 10 2. Un aparato de acuerdo con la reivindicación 1, en el que los datos continuamente variables son datos en paquetes.
- 15 3. Un aparato de acuerdo con la reivindicación 1 o la reivindicación 2, en el que el compresor de impulsos es un medio de propagación.
- 20 4. Un aparato de acuerdo con la reivindicación 3, en el que el medio de propagación tiene características de dispersión controlada.
5. Un aparato de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que el impulso modulado tiene un extremo adelantado y un extremo retrasado, estando dispuesto el extremo retrasado para desplazarse más rápido que el extremo adelantado del impulso modulado.
- 25 6. Un aparato de acuerdo con la reivindicación 5, cuando depende de la reivindicación 3, en el que una propiedad del medio de propagación es tal que el extremo retrasado del impulso modulado que sale del medio está más cerca del extremo adelantado del impulso modulado que cuando el impulso modulado fue lanzado dentro del medio.
- 30 7. Un aparato de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 3 a 6, en el que el material de propagación es una fibra óptica.
8. Un aparato de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que la fuente de radiación electromagnética es un láser.
- 35 9. Un aparato de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que la modulación de frecuencia es lineal.
- 40 10. Un aparato de acuerdo con la reivindicación 1 o la reivindicación 2, en el que el compresor de impulsos es una rejilla de fibra dispersiva.
- 45 11. Un aparato de descompresión de datos que comprende un detector (246, 248) de radiación electromagnética conectado a un modulador (236, 238) a través de un descompresor de impulsos (242, 244), **caracterizado porque** el modulador (236, 238) está dispuesto para seleccionar un impulso modulado comprimido de un flujo de impulsos modulados comprimidos, el impulso modulado comprimido seleccionado de radiación electromagnética propagándose dentro del descompresor (242, 244) en un tiempo dependiente linealmente de la frecuencia de la radiación electromagnética que constituye el impulso modulado comprimido para descomprimir el impulso modulado comprimido seleccionado para formar un impulso modulado descomprimido; el impulso modulado comprimido, el flujo de impulsos comprimidos y el impulso modulado descomprimido estando compuestos respectivamente de impulsos modulados en frecuencia.
- 50 12. Un enrutador que comprende el aparato de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes.
- 55 13. Un procedimiento de compresión de datos que comprende las etapas de:
- proporcionar una fuente (226) de radiación electromagnética coherente capaz de generar un impulso que tiene modulación de frecuencia; y
- lanzar el impulso dentro de un compresor de impulsos (228, 230), en el que el tiempo de propagación del impulso a través del compresor de impulsos es linealmente dependiente de la frecuencia de la radiación electromagnética que constituye el impulso, **caracterizado porque** el procedimiento además comprende modular (218, 220) el impulso con datos continuamente variables para formar un impulso modulado antes de que el impulso sea lanzado dentro del compresor de impulsos.
- 60

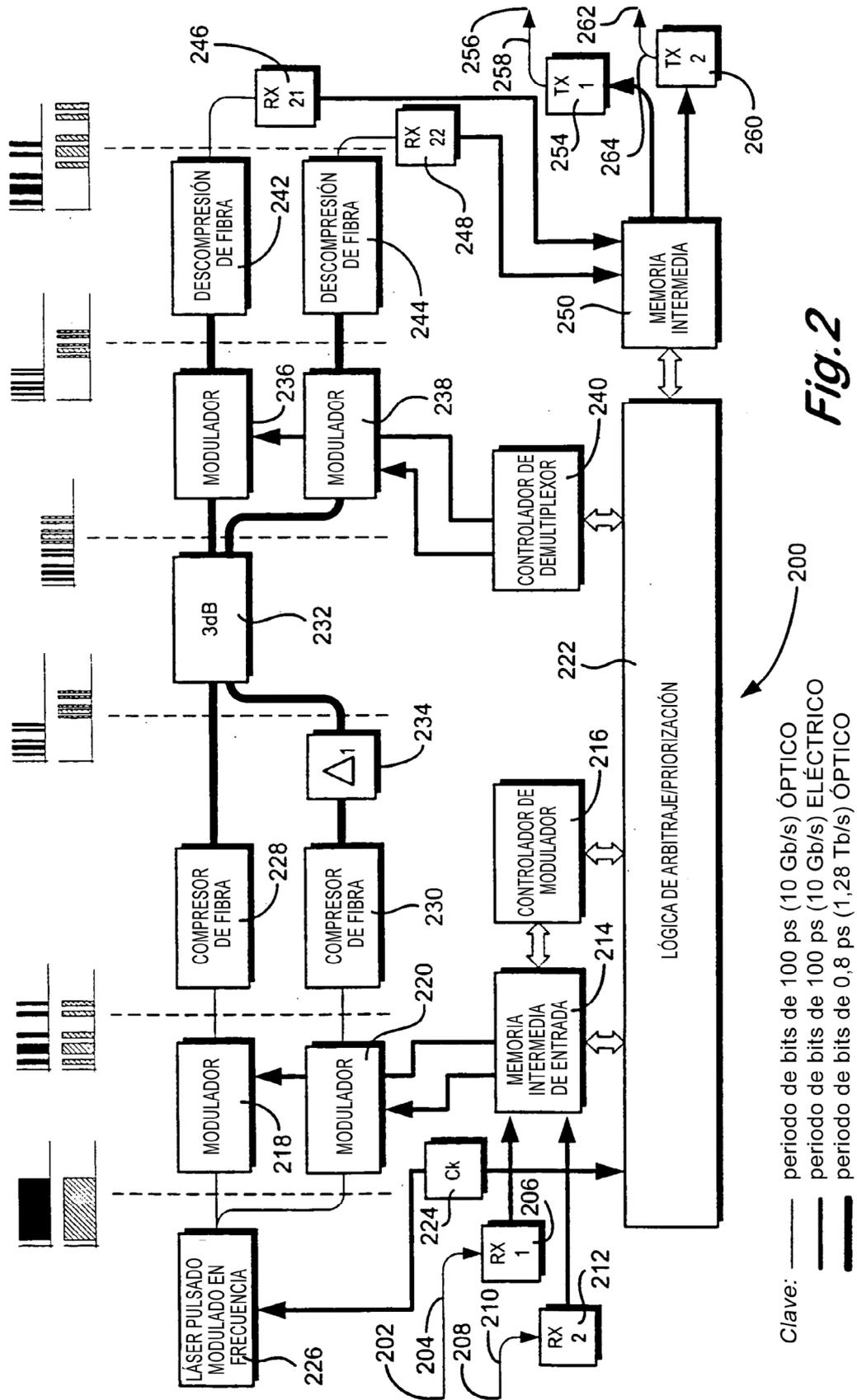


Fig. 2

Clave:
 - - - periodo de bits de 100 ps (10 Gb/s) ÓPTICO
 — periodo de bits de 100 ps (10 Gb/s) ELÉCTRICO
 — periodo de bits de 0,8 ps (1,28 Tb/s) ÓPTICO

Fig.3

