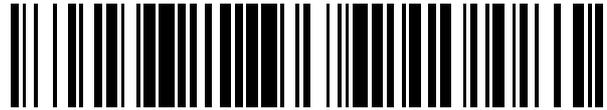


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 398 753**

51 Int. Cl.:

H04B 10/158 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **01.12.2004 E 04802415 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **31.10.2012 EP 1830491**

54 Título: **Dispositivo receptor óptico adaptativo y método asociado**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
21.03.2013

73 Titular/es:

**ZTE CORPORATION (100.0%)
ZTE Plaza, Keji Road South Hi-Tech Industrial
Park Nanshan, Shenzhen
GUANGDONG 518057, CN**

72 Inventor/es:

SHU, HUADE

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 398 753 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

Dispositivo receptor óptico adaptativo y método asociado

Campo técnico

5 La invención se refiere a un sistema de transmisión óptica, especialmente a un dispositivo receptor óptico adaptativo en tiempo real sin pérdidas y al método asociado en el sistema óptico de transmisión.

Antecedentes de la técnica

10 Un sistema óptico de transmisión usa un receptor óptico para recibir el servicio transmitido, tal como la señal STM-16 (del inglés "Synchronous Transport Module", módulo de transporte síncrono) y la señal STM-64, con la velocidad de 2488,320 Mb/s y 9953,280 Mb/s, respectivamente. En general en sistemas ópticos de transmisión SDH (del inglés "Synchronous Digital Hierarchy", jerarquía digital síncrona) y WDM (del inglés "Wavelength Division Multiplexing", multiplexación por división de longitud de onda), el punto operativo del receptor no variará con el tiempo. Al empezar a operar, el rendimiento del receptor puede ser establecido como óptimo de acuerdo con el estado operativo de la línea. Sin embargo, con el paso del tiempo, cambios de otros diversos factores llevarán al resultado de que el rendimiento de recepción del receptor no es óptimo.

15 El envejecimiento de un láser hará que el punto operativo del láser cambie con el tiempo, y llevará al cambio del rendimiento de transmisión, resultando con ello en el deterioro del diagrama de ojo de la señal en el receptor.

20 En un sistema óptico de transmisión SDH y WDM de larga distancia, debido a la variación de la atenuación de la línea, el envejecimiento de amplificadores de fibra dopada con erbio (EDFA, del inglés "Erbium Doped Fiber Amplifier"), y el incremento/reducción del número de canales WDM, la potencia óptica inyectada en la fibra óptica es diferente. Debido a diferentes efectos no lineales de fibra óptica, cuando la señal óptica llega al receptor, la señal recibida cambiará. Cuanto mayor sea la velocidad de modulación de la señal, mayor será la influencia de este tipo de efecto no lineal de fibra óptica.

25 En un sistema óptico de transmisión SDH y WDM de larga distancia, el envejecimiento de amplificadores EDFA y la variación de la atenuación de la línea harán que la relación señal/ruido (SNR, del inglés "Signal to Noise Ratio") de la señal en el receptor variará continuamente.

En el sistema óptico de comunicación con la velocidad de 10 Gb/s o superior, se usa frecuentemente un dispositivo de compensación de dispersión para compensar la dispersión de la fibra óptica de la línea. Sin embargo, la dispersión de la fibra óptica de la línea variará ligeramente con el tiempo, y la dispersión residual en el receptor varía continuamente con el tiempo, lo que también traerá consigo la variación de la señal en el receptor.

30 En resumen, estos factores anteriores ilustran que, con el paso del tiempo, la calidad de las señales que llegan al receptor tras haber sido transmitidas por la línea variará constantemente. Para este tipo de señales que varían constantemente, cómo recibirlas adaptativamente es uno de los puntos clave en esta técnica.

35 En el sistema óptico de transmisión existente, un receptor consta usualmente de un convertidor óptico-eléctrico, un amplificador de control automático de ganancia (AGC, del inglés "Automatic Gain Control"), un amplificador de limitación, un circuito de reajuste de temporización/datos, etc., y su estructura se muestra en la figura 1. Aunque el nivel de decisión y el tiempo de decisión de este tipo de receptor pueden ser optimizados de acuerdo con la señal original, se mantienen invariables en el transcurso del funcionamiento; o pueden ser optimizados de acuerdo con una táctica de control simple, pero si la táctica no es escogida adecuadamente, puede producirse un error de bits en el transcurso de la optimización.

40 Para la variación de la señal recibida, hay muchos métodos para recibir adaptativamente. Actualmente, el método de uso común para recibir adaptativamente es aplicar control de realimentación para el receptor usando corrección de errores sin canal de retorno (FEC, del inglés "Forward Error Correction"), y conseguir de este modo una recepción adaptativa en tiempo real. El diagrama de bloques de principio se muestra en la figura 2. El receptor puede ser controlado adaptativamente usando corrección FEC para detectar la tasa de error de bits. Este tipo de método en el que el receptor detecta el error de bits usando corrección FEC optimiza continuamente el nivel de decisión y el tiempo de decisión del receptor para conseguir una recepción adaptativa. Para la recepción adaptativa en este método, la optimización es realizada para la señal actualmente usada. Con el fin de asegurar que la señal tras la decodificación FEC no tiene ningún error de bits, la táctica de optimización debe escogerse cuidadosamente de modo que haya pocos errores de bits antes de la corrección FEC en el transcurso de la optimización; adicionalmente, este tipo de método de optimización puede ser realizado sólo bajo la condición de poco error de bits, y el tiempo de optimización es largo. Por otro lado, si la recepción adaptativa es realizada usando la técnica FEC, la anchura de banda del receptor no puede ser optimizada para señales diferentes, y hay cierta limitación al usar esta técnica.

55 El documento US2004/086275 da a conocer un método para determinar el valor de un bit de datos actual en un flujo de datos óptico por reducción de interferencia causada por N bits previos. El método incluye recibir una señal

eléctrica derivada del flujo de datos óptico, y crear X canales para tomar decisiones tentativas en cuanto al valor del bit de datos actual, donde $X=2N$. El procesamiento de los X canales es llevado a cabo por un dispositivo optoelectrónico de reducción de interferencia que procesa el flujo de datos único para determinar sucesivamente el valor de cada bit de datos actual en el flujo de datos de acuerdo con el valor determinado para los N bits previos en cada caso.

Optimizar sólo el nivel de decisión y el tiempo de decisión del receptor llevará a una decisión incorrecta en el transcurso de la optimización, y resultará así en error de bits innecesario. Adicionalmente, hay muchas situaciones en las que no se usa corrección FEC en sistemas ópticos de transmisión actuales. Por lo tanto, se requiere un método de recepción para adaptarse a la variación de la señal sin ninguna pérdida en tiempo real en sistemas ópticos de transmisión.

Sumario de la invención

El objetivo de la invención es proporcionar un dispositivo receptor óptico adaptativo y un método asociado para superar las desventajas de la técnica anterior y para recibir señales variables en sistemas ópticos de transmisión de forma adaptativa sin pérdidas en tiempo real.

Con el fin de conseguir el objetivo anterior, se proporciona un dispositivo receptor óptico adaptativo de acuerdo con un aspecto de la invención, que incluye: un convertidor óptico-eléctrico para recibir una señal óptica y convertirla en una señal eléctrica; un amplificador AGC y de transimpedancia para amplificar la señal de salida del convertidor óptico-eléctrico anterior y ajustar la amplitud de la señal amplificada; un circuito de polarización para proporcionar polarización para el punto operativo de corriente continua (CC) del convertidor óptico-eléctrico anterior; el dispositivo incluye además: un primer amplificador de limitación y un segundo amplificador de limitación, que se usan para amplificar las señales de salida con menor amplitud del amplificador AGC y de transimpedancia anterior y conformarlas para la salida, respectivamente; un primer circuito de recuperación de datos y temporización y un segundo circuito de recuperación de datos y temporización que son usados para extraer los datos y la temporización de las señales de salida del primer amplificador de limitación y del segundo amplificador de limitación, respectivamente; un primer circuito demultiplexor y de detección de calidad de señal y un segundo circuito demultiplexor y de detección de calidad de señal, que son usados para detectar en tiempo real la calidad de las señales de salida del primer circuito de recuperación de datos y temporización y del segundo circuito de recuperación de datos y temporización, respectivamente; una unidad de conmutación sin pérdidas, que es usada para seleccionar un canal principal para proporcionar salidas al circuito post-etapa de acuerdo con la calidad de señal del primer circuito demultiplexor y de detección de calidad de señal y del segundo circuito demultiplexor y de detección de calidad de señal anteriores, tomar otro canal como canal en espera, y conmutar entre el canal principal y el canal en espera de acuerdo con la señal de control en tiempo real; una unidad de control, que es usada para controlar los componentes en el canal principal anterior y el circuito de polarización y la unidad de conmutación sin pérdidas anteriores, y para controlar cada componente en el canal en espera anterior para optimizar las señales en este canal en tiempo real.

Preferiblemente, este dispositivo también incluye: un primer filtro dinámico y un segundo filtro dinámico, que son usados para filtrar dinámicamente la señal de salida de dicho amplificador AGC y de transimpedancia y para proporcionar de salida la señal a dichos primer amplificador de limitación y segundo amplificador de limitación.

Preferiblemente, dicha unidad de control usa la señal de detección de calidad de señal para controlar el primer circuito demultiplexor y de detección de calidad de señal y el segundo circuito demultiplexor y de detección de calidad de señal anteriores para detectar la calidad de las señales proporcionadas de salida por el primer circuito de recuperación de datos y temporización y el segundo circuito de recuperación de datos y temporización en tiempo real.

Preferiblemente, dicho primer circuito demultiplexor y de detección de calidad de señal y el segundo circuito demultiplexor y de detección de calidad de señal envían de vuelta los resultados de detección de la calidad de señal del canal principal y del canal en espera respectivamente a dicha unidad de control; dicha unidad de control controla la optimización para cada componente del canal en espera de acuerdo con el resultado de detección de calidad de señal de dicho canal en espera; tras terminar la optimización para la señal en el canal en espera anterior, dicha unidad de control compara los resultados de detección de calidad de señal retroalimentados respectivamente por dichos primer circuito demultiplexor y de detección de calidad de señal y segundo circuito demultiplexor y de detección de calidad de señal, y si se afirma que la calidad de señal de dicho canal principal es peor que la del canal en espera, o que la calidad de señal de dicho canal principal disminuye hasta el umbral pre-especificado y la calidad de señal tras la optimización en dicho canal en espera es mejor que este umbral especificado, dicha unidad de conmutación sin pérdidas es informada para realizar el cambio entre el canal principal y el canal en espera.

Preferiblemente, dicha unidad de control usa la señal de control de conmutación para controlar la unidad de conmutación sin pérdidas para cambiar entre los canales principal y en espera.

Preferiblemente, la detección de calidad para las señales recibidas por dichos primer circuito demultiplexor y de detección de calidad de señal y segundo circuito demultiplexor y de detección de calidad de señal consiste en detectar la tasa de error de bits de las señales recibidas; dicha unidad de control compara la tasa de error de bits detectada del canal principal con el umbral de tasa de error de bits especificado, y si es menor que este umbral de
 5 tasa de error de bits, dicha unidad de conmutación sin pérdidas es controlada para cambiar entre el canal principal y el canal en espera.

Preferiblemente, la detección de calidad para las señales recibidas por dichos primer circuito demultiplexor y de detección de calidad de señal y segundo circuito demultiplexor y de detección de calidad de señal consiste en detectar el factor Q de las señales recibidas; dicha unidad de control compara el factor Q detectado del canal
 10 principal con el umbral de factor Q especificado, y si el factor Q de dicho canal principal es peor que el factor Q tras la optimización en dicho canal en espera o el factor Q de dicho canal principal disminuye hasta el umbral especificado y el factor Q tras la optimización en dicho canal en espera es mejor que este umbral especificado, dicha unidad de conmutación sin pérdidas es controlada para cambiar entre los canales principal y en espera.

Preferiblemente, la realización de dicha unidad de conmutación sin pérdidas está basada en la señal con una estructura de trama SDH. Esta unidad de conmutación sin pérdidas incluye: un primer módulo de sincronización de trama y un segundo módulo de sincronización de trama, que son usados para buscar una trama SDH para las
 15 señales proporcionadas de salida por dichos primer circuito demultiplexor y de detección de calidad de señal y segundo circuito demultiplexor y de detección de calidad de señal, respectivamente; un módulo de control de alineamiento de datos, que es usado para recibir y alinear las señales proporcionadas de salida por el primer módulo de sincronización de trama y el segundo módulo de sincronización de trama cuando las señales proporcionadas de salida por estos dos módulos tienen retardos diferentes; un primer módulo FIFO (del inglés "First In - First Out", el primero en entrar es el primero en salir) y un segundo módulo FIFO, que se usan para almacenamiento temporal de las señales procedentes de dichos primer módulo de sincronización de trama y segundo módulo de sincronización de trama o señales procedentes de dicho módulo de alineamiento de datos de acuerdo con la posición establecida
 20 del puntero de escritura/lectura; un circuito de selección de canal, que se usa para seleccionar y proporcionar de salida señales almacenadas temporalmente en el primer módulo FIFO y el segundo módulo FIFO respectivamente bajo el control de la señal de control de conmutación, el momento de la conmutación es para la posición de la información de sincronización de trama u otra información redundante de la señal para llevar a cabo la conmutación sin pérdidas.

De acuerdo con otro aspecto de la invención, se proporciona un método de recepción óptico adaptativo usando dicho dispositivo óptico receptor adaptativo. En este método, dos conjuntos de amplificadores de limitación y circuitos de recuperación de datos y temporización independientes se usan para procesar las señales recibidas, la
 30 unidad de conmutación sin pérdidas selecciona el canal con buena calidad de señal como canal principal, y el otro como canal en espera; mientras tanto la unidad de control controla la optimización para las señales en el canal en espera en tiempo real, y cuando la calidad de señal en el canal principal empeora, debe realizar el intercambio entre los canales principal y en espera.

Preferiblemente, el método incluye: dicha unidad de conmutación sin pérdidas selecciona el canal principal para procesar la señal óptica recibida; la calidad de señal en los actuales canal principal y canal en espera es vigilada en tiempo real; bajo el control de la unidad de control, el amplificador de limitación y el circuito de recuperación de datos y temporización en el canal en espera actual son optimizados para optimizar la calidad de señal en este canal en
 40 espera; la calidad de señal de dicho canal principal y la del canal en espera son comparadas; si la calidad de señal en el canal principal es peor que la calidad de señal tras la optimización en el canal en espera o la calidad de señal en dicho canal principal disminuye hasta el umbral especificado y la calidad de señal tras la optimización en el canal en espera es mejor que este umbral, dicha unidad de conmutación sin pérdidas realiza el cambio entre el canal principal y el canal en espera; la señal, tras ser procesada, es proporcionada de salida desde dicho canal principal.

Preferiblemente, dicho dispositivo también incluye un primer filtro dinámico y un segundo filtro dinámico, y dicho paso de optimización incluye además: bajo el control de la unidad de control, el filtro dinámico, el amplificador de limitación y el circuito de recuperación de datos y temporización en el canal en espera actual son optimizados para optimizar la calidad de señal en este canal en espera.

Preferiblemente, antes de dichos pasos seleccionados, incluye aún: son especificados parámetros de cada componente en este dispositivo receptor óptico adaptativo; dicho dispositivo incluye aún un primer filtro dinámico y un segundo filtro dinámico, lo que está caracterizado porque dicho paso de especificar parámetros incluye también: los parámetros son especificados para dichos primer filtro dinámico y segundo filtro dinámico.

El esquema de recepción óptico adaptativo proporcionado en la invención usa dos conjuntos de amplificadores y circuitos de extracción de temporización independientes para procesar las señales recibidas, y el canal con buena calidad de señal es seleccionado como canal principal, y el otro como canal en espera. Mientras tanto, la señal del canal en espera es optimizada en tiempo real, lo que puede hacer que el mismo receptor implemente la recepción óptima sin pérdidas de las señales con diferentes calidades en diferentes momentos, mejorar la calidad de recepción

del receptor, promover la tasa de utilización del sistema y el rendimiento de error de bits en plazos largos, y mejorar el rendimiento del receptor óptico para recibir las señales con calidades variables en tiempo real.

Descripción de los dibujos adjuntos

5 Las características, ventajas, y objetivos de la invención anterior se entenderán probablemente mejor con la descripción de las realizaciones de la invención que acompaña a los dibujos adjuntos.

La figura 1 es un diagrama de bloques estructural de un receptor óptico tradicional;

la figura 2 es un diagrama de bloques estructural del receptor óptico que tiene la función adaptativa y utiliza la técnica de detección FEC en la técnica anterior;

10 la figura 3 es un diagrama de bloques estructural del dispositivo receptor óptico adaptativo de acuerdo con una realización de la invención;

la figura 4 es un diagrama de bloques estructural del dispositivo receptor óptico adaptativo de acuerdo con otra realización de la invención;

la figura 5 es un diagrama de flujo del método de recepción óptico adaptativo usando el dispositivo receptor óptico adaptativo ilustrado en la figura 3 de acuerdo con una realización de la invención;

15 la figura 6 es un diagrama de flujo del método de recepción óptico adaptativo usando el dispositivo receptor óptico adaptativo ilustrado en la figura 3 de acuerdo con otra realización de la invención;

la figura 7 es un diagrama de ojo óptico por el lado de recepción óptico tras la transmisión de la señal de láser con modulación directa;

20 la figura 8 es un diagrama de ojo eléctrico de la salida en el circuito AGC tras la transmisión de la señal de láser con modulación directa cuando la anchura de banda del dispositivo receptor es 1,5*fb;

la figura 9 es un diagrama de ojo eléctrico de la salida en el circuito AGC tras la transmisión de la señal de láser con modulación directa cuando la anchura de banda del dispositivo receptor es 0,7*fb;

la figura 10 es un gráfico del tiempo de decisión y el nivel de decisión cuando la calidad de señal del dispositivo receptor anterior es mejor que el umbral especificado de la tasa de error de bits;

25 la figura 11 es un gráfico de la tasa de error de bits del dispositivo receptor anterior para diferentes tiempos de decisión y diferentes niveles de decisión;

la figura 12 es un gráfico del factor Q del dispositivo receptor anterior para diferentes tiempos de decisión y diferentes niveles de decisión;

30 la figura 13 es un gráfico del factor Q del dispositivo receptor anterior para diferentes tiempos de decisión y diferentes niveles de decisión;

la figura 14 es un diagrama de bloques de implementación de la unidad de conmutación sin pérdidas en el dispositivo receptor óptico adaptativo de acuerdo con una realización de la invención.

Realización específica de la invención

35 La figura 1 es un diagrama de bloques estructural de un receptor óptico tradicional, en que una señal óptica de entrada es convertida en una señal eléctrica por un convertidor óptico-eléctrico, y luego es amplificada por un amplificador de transimpedancia (TIA, del inglés "Trans-Impedance Amplifier"). Con el fin de mejorar el rango dinámico del receptor y evitar que la amplitud de la señal eléctrica de salida sea demasiado grande cuando la potencia de la señal óptica de entrada es alta, la ganancia del amplificador puede ser reducida cuando la potencia de la señal óptica de entrada es alta, y esto es el denominado control automático de ganancia (AGC). La señal
40 amplificada es amplificada por el amplificador de limitación (LIA, del inglés "Limiting Amplifier"), que es un amplificador para limitar la salida con mayor ganancia, lo que significa que un segmento de la señal con menor amplitud es conformado a código "1" o código "0" tras ser amplificado, el punto operativo CC del amplificador LIA es cambiado, y así el nivel para decidir la amplitud de la señal puede ser cambiado. El circuito de recuperación de datos y temporización (CDR, del inglés "Clock Data Recovery") extrae la temporización y los datos para la señal de salida
45 de limitación. El circuito de polarización se usa para proporcionar polarización para el punto operativo CC del convertidor óptico-eléctrico, y la unidad de detección de potencia óptica de entrada detecta la potencia óptica de entrada. La unidad de control controla el amplificador AGC y TIA, el amplificador LIA y el circuito CDR, y puede controlar de este modo los parámetros tales como el punto operativo CC del amplificador LIA, el tiempo de decisión del circuito CDR, etc.

La figura 2 es un diagrama de bloques de un receptor que usa la técnica FEC para implementar recepción adaptativa, en que una unidad de detección de error de bits FEC es añadida al receptor existente. Usando la función FEC para detectar la tasa de error de bits de la señal, esta unidad controla diversos parámetros tales como la ganancia del amplificador AGC y TIA, el punto operativo CC del amplificador LIA, y el tiempo de decisión del circuito CDR, etc.

El contenido clave de la invención es que, con el fin de conseguir optimización en tiempo real y evitar el error de bits resultante de la optimización, se usan dos conjuntos de amplificadores y circuitos CDR dependientes, y la unidad de conmutación sin pérdidas selecciona señales con buena calidad como señales principales para proporcionar de salida; mientras tanto, las señales con mala calidad son denominadas señales en espera, que se usan para optimización en tiempo real, y cuando la calidad de la señal principal empeora, la unidad de conmutación sin pérdidas realiza el cambio sin pérdidas entre la señal principal y la señal en espera, siendo reemplazada la señal principal por la señal en espera.

En lo que sigue, serán descritas realizaciones preferidas de la invención en detalle con referencia a los dibujos adjuntos.

La figura 3 es un diagrama de bloques estructural del dispositivo receptor óptico adaptativo de acuerdo con una realización de la invención, que muestra la condición sin usar un filtro dinámico.

Como se muestra en la figura 3, se usa un dispositivo de conversión electro-óptico en esta realización, que convierte la señal óptica recibida en una señal eléctrica y luego envía la señal convertida al amplificador AGC y TIA para amplificación, la señal amplificada es enviada a los dos conjuntos de amplificador LIA 1 y amplificador LIA 2, circuito CDR 1 y circuito CDR 2 separados para generar dos grupos de las mismas señales de datos, uno de los cuales es seleccionado por la unidad de conmutación sin pérdidas como señal principal para ser proporcionado de salida al circuito post-etapa tras pasar a través del circuito DEMUX (demultiplexor) y de detección de calidad de señal 1 y el circuito DEMUX y de detección de calidad de señal 2. El canal que no es seleccionado es tomado como canal en espera. Mientras tanto, bajo el control de la señal para detectar la calidad de señal de la unidad de control, el circuito DEMUX y de detección de calidad de señal 1 y el circuito DEMUX y de detección de calidad de señal 2 envían los resultados de la detección de calidad de señal con un error de bits de señal de los 2 canales respectivamente a la unidad de control, que controla la unidad de conmutación sin pérdidas, el amplificador LIA y el circuito CDR. Mientras tanto, la unidad de control controla el amplificador LIA en el canal en espera y el circuito CDR para optimizar las señales en este canal. Cuando la calidad de señal en el canal en espera es mucho mejor que en el canal principal, o la calidad de señal en el canal principal disminuye por debajo del umbral especificado y la calidad de señal tras la optimización en el canal en espera es mejor que este umbral, la unidad de control controla la unidad de conmutación sin pérdidas para realizar el cambio entre el canal principal y el canal en espera usando la señal de control de conmutación.

Aquí, la función del circuito de polarización en la figura 3 es similar a la del circuito de polarización en un receptor tradicional. El circuito de polarización se usa para proporcionar polarización para el punto operativo CC del convertidor óptico-eléctrico. Adicionalmente, las funciones del amplificador AGC y TIA, los amplificadores LIA 1 y 2 y los circuitos CDR 1 y 2 son las mismas que los del amplificador AGC y TIA, los amplificadores LIA 1 y 2 y los circuitos CDR 1 y 2 en un receptor tradicional.

La figura 4 es un diagrama de bloques estructural del dispositivo receptor óptico adaptativo de acuerdo con otra realización de la invención, que muestra la condición de usar un filtro dinámico.

En esta realización, los filtros dinámicos 1 y 2 son añadidos al dispositivo receptor ilustrado en la figura 3, los cuales filtran las señales procedentes del amplificador AGC y TIA, y envían luego las señales filtradas de estos dos canales a los amplificadores LIA 1 y 2. Aquí, las funciones de los filtros dinámicos 1 y 2 son las mismas que las de los filtros dinámicos en los receptores tradicionales.

Los métodos en la figura 5 y la figura 6 son métodos optimizados de recepción óptica adaptativa de los dispositivos receptores ópticos mostrados en la figura 3 y la figura 4, respectivamente, en que el caso de la figura 5 es sin usar filtro dinámico, y el caso de la figura 6 es usando un filtro dinámico. Los pasos de los métodos de la figura 5 y la figura 6 son sustancialmente iguales, excepto por alguna configuración y control para el filtro, así el método de recepción óptica adaptativa de la invención será descrito combinando la figura 5 y la figura 6 en lo que sigue.

En los pasos 505, 605, al comienzo de la operación, los parámetros son preestablecidos para el filtro dinámico (figura 6), el amplificador LIA y el circuito CDR. La unidad de conmutación sin pérdidas tiene preestablecido seleccionar un canal. El canal seleccionado por la unidad de conmutación sin pérdidas se denomina canal principal, y el canal no seleccionado se denomina canal en espera. A modo de ejemplo, suponiendo que la unidad de conmutación sin pérdidas selecciona el canal 1 para la salida, ahora el canal 1 es el canal principal, y el canal 2 es el canal en espera, los valores iniciales de los parámetros del filtro dinámico 1 (figura 6), el amplificador LIA 1 y el circuito CDR 1 son preestablecidos por la unidad de control; los valores iniciales de los parámetros del filtro dinámico 2 (figura 6), el amplificador LIA 2 y el circuito CDR 2 son preestablecidos también por la unidad de control.

En los pasos 510, 610, tras preestablecer los parámetros, se usa el canal principal para recibir la señal óptica e implementar el procesamiento de señal cuya función es la misma que la del receptor óptico tradicional, y para proporcionar de salida la señal procesada al circuito post-etapa.

5 En los pasos 515, 615, cuando está operando el canal principal, la unidad de control vigila la calidad de señal del canal principal y el canal en espera.

En los pasos 520, 620, la unidad de control optimiza el filtro dinámico (figura 6), el amplificador LIA 2 y el circuito CDR 2 del canal en espera, es decir el canal 2, de acuerdo con la calidad de señal detectada del canal en espera, y mejora al máximo la calidad de señal del canal en espera.

10 En los pasos 525, 625, la unidad de control compara continuamente la calidad de señal del canal principal con la del canal en espera. Si la unidad de control determina que la calidad de señal del canal principal es mejor que la del canal en espera, se vuelve entonces al paso 520, 620 para continuar optimizando la señal en el canal en espera. Si la unidad de control determina que la calidad de señal del canal en espera es mucho mejor que la del canal principal, o que la calidad de señal del canal principal disminuye hasta el umbral especificado y la calidad de señal tras la optimización del canal en espera es mejor que este umbral, se vuelve al paso 530, 630 para realizar la conmutación sin pérdidas.

15 En los pasos 530, 630, tras optimizar el canal en espera, la unidad de control determina que la calidad de señal del canal principal es mucho peor que la del canal en espera, o que la calidad de señal del canal principal disminuye hasta el umbral especificado y la calidad de señal tras la optimización del canal en espera es mejor que este umbral, la unidad de conmutación sin pérdidas conmuta el canal principal y el canal en espera, el actual canal en espera, es decir el canal 2, es seleccionado para proporcionar de salida la señal. Ahora, el canal en espera primario, es decir el canal 2, es cambiado para que sea el canal principal, mientras que el canal principal primario, es decir el canal 1, es cambiado para que sea el canal en espera. Luego se vuelve a los pasos 515, 615, y se repite la acción anterior de vigilar en tiempo real; mientras tanto, en los pasos 535, 635, la señal del canal principal tras la selección es proporcionada de salida al circuito post-etapa.

20 En la invención, el filtro dinámico es opcional, y el uso de un filtro dinámico puede incrementar adicionalmente la adaptabilidad del receptor. La figura 7 es un diagrama de ojo óptico de la realización anterior tras la transmisión de la señal de láser con modulación directa; la figura 8 es un diagrama de ojo eléctrico de la salida de este dispositivo receptor en el circuito AGC tras la transmisión de la señal de láser con modulación directa cuando la anchura de banda es 1,5*fb; la figura 9 es un diagrama de ojo eléctrico de la salida de este dispositivo receptor en el circuito AGC tras la transmisión de la señal de láser con modulación directa cuando la anchura de banda es 0,7*fb. Puede verse que el área de decisión del diagrama de ojo es diferente para diferentes anchuras de banda de los receptores, el área de decisión del dispositivo receptor de la figura 9 es mayor que la de la figura 8, y así, la tasa de error de bits del dispositivo receptor ilustrado en la figura 9 para un nivel de decisión y un tiempo de decisión óptimos es mejor que la tasa de error de bits del receptor ilustrado en la figura 10.

25 En lo que sigue, serán introducidos varios métodos específicos para implementar la detección de calidad de señal, la unidad de control, y la unidad de conmutación sin pérdidas en asociación con la realización anteriormente descrita.

1. Métodos para implementar la detección de calidad de señal y la unidad de control

30 Hay muchos métodos para implementar la detección de calidad de señal y la unidad de control. En la detección de calidad de señal, puede detectarse la tasa de error de bits de la señal, el factor Q de la señal puede ser detectado también, y otros índices que pueden representar el rendimiento de la señal pueden ser detectados también. La unidad de control puede adoptar también diversas tácticas. A modo de ejemplo, serán ilustrados dos métodos para detectar calidad de señal y correspondientes tácticas de control de las unidades de control serán ilustradas a continuación.

(1) Una táctica basada en tasa de error de bits

35 En un caso de un filtro dinámico, se establecen muchos conjuntos de parámetros de filtro dinámico. Para cada conjunto de parámetros de filtro dinámico, el nivel de decisión del amplificador LIA y el tiempo de decisión del circuito CDR son cambiados, y las tasas de error de bits para diferentes niveles de decisión y diferentes tiempos de decisión son comparadas. El gráfico esquemático de la decisión se muestra en la figura 10, en que las líneas longitudinales y las transversales del diagrama de ojo representan tiempos de decisión diferentes de circuitos CDR y niveles de decisión diferentes de amplificadores LIA, respectivamente.

40 Para cada conjunto de parámetros de filtro dinámico, se registra el valor de las tasas BER (T, V) (del inglés "Bit Error Rate", tasa de error de bits) para diferentes tiempos de decisión T y diferentes niveles de decisión V en el diagrama de ojo, lo que significa registrar la tasa BER en cada punto en la malla en la figura 10. La tasa BER detectada es comparada con el umbral BER_{th} (del inglés "Bit Error Rate threshold") especificado de la tasa BER. La malla ilustrada en la figura 10 representa el nivel de decisión y el tiempo de decisión que son mejores que la condición del

umbral BER_{th} especificado. El intervalo entre el nivel más lejano del amplificador LIA y la periferia de la malla es denotado por dV, el intervalo entre el tiempo de decisión más lejano y la periferia de la malla es denotado por dT. Para diferentes parámetros de filtro dinámico, las áreas de la malla que son mejores que la condición del umbral BER_{th} especificado seleccionan parámetros de filtro dinámico óptimos de acuerdo con la regla de área máxima de malla. Entonces, en la malla con el área más grande, se busca el punto que está más alejado tanto en la dirección longitudinal como en la transversal, y se obtienen el nivel de decisión y el tiempo de decisión óptimos.

Cuando la tasa BER del canal principal es peor que el umbral BER_{th} especificado, el nivel de decisión y el tiempo de decisión del canal en espera son establecidos primero en el punto óptimo anterior, y luego se realiza la conmutación.

En un caso sin el filtro dinámico, el diagrama de bloques teórico del dispositivo de la invención se muestra en la figura 3, y el método de optimización se muestra en la figura 5. Mientras que el punto en la malla que está más alejado tanto en la dirección longitudinal como en la transversal, se obtienen el nivel de decisión y el tiempo de decisión óptimos. Similarmente, si la tasa BER del canal principal es peor que el umbral BER_{th} especificado, el nivel de decisión y el tiempo de decisión del canal en espera son establecidos primero en el punto óptimo, y luego se realiza la conmutación.

(2) Una táctica basada en el factor Q

El factor Q es usado para medir la relación SNR del receptor en el circuito de decisión. Este tipo de relación SNR eléctrica determina finalmente la tasa BER del sistema. El factor Q es definido como la relación de la señal al ruido para el nivel de decisión y el tiempo de decisión. Suponiendo que las probabilidades de la señal 1 y la señal 0 son las mismas, es decir, P(0)=P(1)=0,5, y suponiendo que el ruido no está relacionado con las características estadísticas de la señal, el factor Q es definido como:

$$Q = \frac{\mu_1 - \mu_0}{\sigma_1 + \sigma_0}$$

Hay muchos métodos para detectar el factor Q. La táctica basada en el factor Q de la invención es obtener el factor Q usando un método de extrapolación mediante la tasa BER detectada.

La relación entre la tasa BER de la señal y el factor Q es como sigue:

$$BER(V_{th}) = \frac{1}{2} \left(\operatorname{erfc} \frac{|V_{th} - \mu_1|}{\sigma_1} + \operatorname{erfc} \frac{|V_{th} - \mu_0|}{\sigma_0} \right) = \frac{1}{2} \operatorname{erfc} \frac{Q(V_{th})}{\sqrt{2}}$$

donde V_{th} es el nivel de decisión, μ_1 y μ_0 son la tensión eléctrica media para el código "1" y el código "0", respectivamente, σ_1 y σ_0 son las raíces cuadradas de las medias de los cuadrados del ruido del código "1" y el código "0", respectivamente. La tasa BER(V_{th}) y el factor Q(V_{th}) son la tasa BER y el factor Q correspondientes al nivel de decisión, respectivamente.

De este modo, el factor Q correspondiente a cada nivel de decisión y tiempo de decisión puede ser calculado con la tasa BER de acuerdo con la ecuación anterior. En cuanto al factor Q correspondiente al nivel de decisión y al tiempo de decisión sin detección de la tasa BER, puede ser obtenido extrapolando el factor Q del nivel de decisión y el tiempo de decisión con detección de la tasa BER.

En la figura 11, se muestran las tasas BER correspondientes a diferentes niveles de decisión y diferentes tiempos de decisión. El factor Q correspondiente al nivel de decisión y al tiempo de decisión puede ser calculado de acuerdo con la tasa BER.

A modo de ejemplo, un factor Q correspondiente al nivel de decisión óptimo para un cierto tiempo de decisión que se obtiene mediante un método de extrapolación lineal es ilustrado aquí a continuación. Suponiendo que los niveles de decisión A, B y C, D están situados a los dos lados del nivel de decisión óptimo respectivamente, como se muestra en la figura 12, los niveles de decisión son V_{thA} , V_{thB} , V_{thC} , y V_{thD} respectivamente, los factores Q calculados mediante la tasa BER son Q_A , Q_B , Q_C , y Q_D respectivamente. De acuerdo con los factores Q Q_A y Q_B para los niveles de decisión V_{thA} y V_{thB} , es ajustada una línea recta Q-V_{th}. También, de acuerdo con los factores Q Q_C y Q_D para los niveles de decisión V_{thC} e V_{thD} , es ajustada otra línea recta Q-V_{th}. El cruce de estas dos líneas rectas corresponde al nivel de decisión óptimo V_{th} y Q_{th} . Sobre la base de la misma teoría, pueden detectarse más tasas BER para niveles de decisión, dos líneas rectas Q-th pueden ser ajustadas con más precisión, y los niveles de decisión óptimos V_{th} y Q_{th} pueden ser obtenidos de acuerdo con el punto de cruce de las dos líneas rectas, como se muestra en la figura 13.

En lo que sigue, se discutirá el método de optimización basado en la táctica de factor Q de la invención.

En un caso con el filtro dinámico, para la condición de cada conjunto de parámetros de filtro dinámico, son cambiados el nivel de decisión del amplificador LIA y el tiempo de decisión del circuito CDR, y son registradas las tasas BER (T, V) de diferentes tiempos de decisión T y niveles de decisión V en el diagrama de ojo. El factor Q correspondiente a un tiempo de decisión diferente del circuito CDR y un nivel de decisión diferente del amplificador LIA puede ser calculado de acuerdo con la tasa BER. Como la tasa BER es detectada durante un cierto intervalo de tiempo de detección, para el tiempo de decisión del circuito CDR y el nivel de decisión del amplificador LIA cuando la tasa BER es mejor que la precisión de detección, el factor Q es calculado usando el método de extrapolación anterior. Así, los factores Q correspondientes a cada tiempo de decisión del circuito CDR y al nivel de decisión del amplificador LIA pueden ser obtenidos mediante cálculo o detección, y se busca ahí el factor Q más grande. Los factores Q más grandes para diferentes parámetros de filtro dinámico son comparados, y el parámetro de filtro dinámico óptimo es seleccionado de acuerdo con el principio de que el factor Q es el más grande, y el correspondiente factor Q más grande es Qn. El tiempo de decisión del circuito CDR y el nivel de decisión del amplificador LIA correspondientes al factor Qn son el tiempo de decisión óptimo y el nivel de decisión óptimo, respectivamente. Si la tasa BER del canal principal es peor que el umbral Berth especificado, el nivel de decisión y el tiempo de decisión del canal en espera son establecidos en el punto óptimo primero, y luego se realiza la conmutación.

En un caso sin el filtro dinámico, el diagrama de bloques de principio del dispositivo de la invención se muestra en la figura 3, y el método de optimización se muestra en la figura 5. Siempre que sean encontrados el tiempo de decisión del circuito CDR y el nivel de decisión del amplificador LIA correspondientes al factor Q más grande, son el nivel de decisión óptimo y el tiempo de decisión óptimo, respectivamente. De modo similar, si la tasa BER del canal principal es peor que el umbral BERth especificado, el nivel de decisión y el tiempo de decisión del canal en espera son establecidos en el punto óptimo primero, y luego se realiza la conmutación.

2. Un método para implementar la unidad de conmutación sin pérdidas

Hay muchos métodos para implementar la unidad de conmutación sin pérdidas. A modo de ejemplo, se ilustrará un método para implementar la unidad de conmutación sin pérdidas de la señal basada en la estructura de trama SDH. Este tipo de unidad de conmutación sin pérdidas es ampliamente usado en el lado de sistema del sistema SDH para realizar la conmutación sin pérdidas entre las placas principal y de cruce de repuesto.

El método para implementar la unidad de conmutación sin pérdidas de la señal basada en una estructura de trama SDH se muestra en la figura 14. Dos grupos de señales tras la demultiplexación son buscados por la trama SDH, luego almacenados temporalmente mediante FIFO, y luego proporcionados de salida sobre la base de la estructura SDH en la misma secuencia. Diferentes retardos temporales de las señales de los dos canales son realizados por establecimiento de la posición del puntero de lectura/escritura FIFO. La señal de control de conmutación opera en la posición de A1 o A2 en la que existe la cabecera de la trama SDH, así la pérdida durante la conmutación sólo se produce en la posición de A1 o A2 en la que existe la cabecera de la trama SDH, y la carga útil y la tara SDH no son afectadas, implementándose así el control de conmutación sin pérdidas.

Para las señales con otras estructuras de trama, sobre la base del mismo principio, la conmutación puede ser realizada en el byte de alineamiento de trama o en la posición de información redundante, realizándose así el control de conmutación sin pérdidas.

En lo que antecede, el dispositivo receptor óptico adaptativo y el método asociado de la invención han sido descritos en detalle a través de algunas realizaciones, sin embargo, no todas las realizaciones están ilustradas, y aquéllos con experiencia en la técnica pueden implementar diversos cambios y modificaciones dentro del alcance de la invención. Por lo tanto, la invención no está limitada a las realizaciones, y el alcance de la invención se prescribe de acuerdo con las reivindicaciones adjuntas.

45

REIVINDICACIONES

1. Un dispositivo receptor óptico adaptativo, que comprende:

un convertidor óptico-eléctrico para recibir señales ópticas y convertirlas en señales eléctricas;

5 un circuito de polarización para proporcionar una polarización para un punto operativo de corriente continua de dicho convertidor óptico-eléctrico;

un amplificador de control automático de ganancia (AGC) y de transimpedancia (TIA) para amplificar señales de salida de dicho convertidor óptico-eléctrico y ajustar amplitudes de las señales amplificadas;

un amplificador de limitación (LIA), para conformar las señales amplificadas recibidas del amplificador de ganancia automática y de transimpedancia; y

10 un circuito de recuperación de datos y temporización (CDR) para extraer datos y temporización de las señales amplificadas conformadas proporcionadas de salida por el amplificador de limitación,

caracterizado porque

el dispositivo comprende:

15 un primer amplificador de limitación (LIA 1) y un segundo amplificador de limitación (LIA 2), conectado cada uno separadamente para recibir y conformar las señales amplificadas recibidas de dicho amplificador de control automático de ganancia y de transimpedancia;

20 un primer circuito de recuperación de datos y temporización (circuito CDR 1) y un segundo circuito de recuperación de datos y temporización (circuito CDR 2) para extraer datos y temporización de señales proporcionadas de salida por dicho primer amplificador de limitación y dicho segundo amplificador de limitación, respectivamente;

25 un primer circuito demultiplexor y de detección de calidad de señal (DEMUX y detección de calidad de señal 1) y un segundo circuito demultiplexor y de detección de calidad de señal (DEMUX y detección de calidad de señal 2) para detectar en tiempo real la calidad de señal de las señales proporcionadas de salida por el primer circuito de recuperación de datos y temporización y el segundo circuito de recuperación de datos y temporización, respectivamente;

30 una unidad de conmutación sin pérdidas para seleccionar un canal principal para proporcionar salidas a un circuito post-etapa sobre la base de la calidad de señal de dicho primer circuito demultiplexor y de detección de calidad de señal y dicho segundo circuito demultiplexor y de detección de calidad de señal, tomar el otro canal como canal en espera, y cambiar en tiempo entre el canal principal y el canal en espera de acuerdo con señales de control;

una unidad de control para controlar cada componente en dicho canal principal, dicho circuito de polarización y dicha unidad de conmutación sin pérdidas, y controlar cada componente en dicho canal en espera para optimizar señales en este canal en tiempo real.

2. El dispositivo según la reivindicación 1, que comprende además:

35 un primer filtro dinámico y un segundo filtro dinámico para filtrar dinámicamente señales proporcionadas de salida por dicho amplificador de control automático de ganancia y de transimpedancia y para proporcionar de salida las señales filtradas a dicho primer amplificador de limitación (LIA 1) y dicho segundo amplificador de limitación (LIA 2), respectivamente.

40 3. El dispositivo según la reivindicación 1 ó 2, en que dicha unidad de control usa señales de detección de calidad de señal para controlar dicho primer circuito demultiplexor y de detección de calidad de señal (DEMUX y detección de calidad de señal 1) y dicho segundo circuito demultiplexor y de detección de calidad de señal (DEMUX y detección de calidad de señal 2) para detectar en tiempo real la calidad de señal de las señales proporcionadas de salida por dicho primer circuito de recuperación de datos y temporización y dicho segundo circuito de recuperación de datos y temporización.

45 4. El dispositivo según la reivindicación 1, 2 ó 3, en que dicho primer circuito demultiplexor y de detección de calidad de señal y dicho segundo circuito demultiplexor y de detección de calidad de señal envían los resultados de detección de la calidad de señal del canal principal y del canal en espera de vuelta a dicha unidad de control, respectivamente.

5. El dispositivo según la reivindicación 3 ó 4, en que dicha unidad de control controla la optimización de cada componente en el canal en espera de acuerdo con el resultado de detección de la calidad de señal de dicho canal en espera.
6. El dispositivo según la reivindicación 5, en que tras terminar la optimización de señales en el canal en espera, dicha unidad de control compara los resultados de detección de calidad de señal retroalimentados respectivamente por dicho primer circuito demultiplexor y de detección de calidad de señal y dicho segundo circuito demultiplexor y de detección de calidad de señal y, si la calidad de señal de dicho canal en espera es mejor que la del canal principal, o la calidad de señal de dicho canal principal disminuye hasta un umbral especificado mientras que la calidad de señal de dicho canal en espera tras la optimización es mejor que el umbral especificado, dicha unidad de control informa a dicha unidad de conmutación sin pérdidas para realizar la conmutación entre los canales principal y en espera.
7. El dispositivo según cualquier reivindicación precedente, en que dicha unidad de control usa señales de control de conmutación para controlar la unidad de conmutación sin pérdidas para realizar la conmutación entre los canales principal y en espera.
8. El dispositivo según cualquier reivindicación precedente, en que la detección de calidad para señales recibidas realizada por dicho primer circuito demultiplexor y de detección de calidad de señal y dicho segundo circuito demultiplexor y de detección de calidad de señal consiste en detectar la tasa de error de bits de las señales recibidas.
9. El dispositivo según la reivindicación 8, en que dicha unidad de control compara la tasa de error de bits del canal principal detectada con un umbral de tasa de error de bits especificado, y si la tasa de error de bits del canal principal es menor que el umbral de tasa de error de bits mientras que la calidad de señal de dicho canal en espera tras la optimización es mejor que el umbral de tasa de error de bits, dicha unidad de control controla dicha unidad de conmutación sin pérdidas para realizar una conmutación entre los canales principal y en espera.
10. El dispositivo según las reivindicaciones 1 a 7, en que la detección de calidad para señales recibidas realizada por dicho primer circuito demultiplexor y de detección de calidad de señal y dicho segundo circuito demultiplexor y de detección de calidad de señal consiste en detectar el factor Q de las señales recibidas.
11. El dispositivo según la reivindicación 10, en que dicha unidad de control compara el factor Q del canal principal detectado con un umbral de factor Q especificado, y si el factor Q de dicho canal principal es menor que el umbral del factor Q mientras que el factor Q de dicho canal en espera es mayor que el umbral del factor Q, dicha unidad de control controla dicha unidad de conmutación sin pérdidas para realizar la conmutación entre los canales principal y en espera.
12. El dispositivo según cualquier reivindicación precedente, en que dicha unidad de conmutación sin pérdidas es implementada sobre la base de señales con estructura de trama SDH.
13. El dispositivo según la reivindicación 12, en que dicha unidad de conmutación sin pérdidas comprende:
- un primer módulo de sincronización de trama y un segundo módulo de sincronización de trama para conducir una búsqueda de trama SDH para señales proporcionadas de salida por dicho primer circuito demultiplexor y de detección de calidad de señal y dicho segundo circuito demultiplexor y de detección de calidad de señal, respectivamente;
 - un módulo de control de alineamiento de datos para recibir y alinear señales proporcionadas de salida por el primer módulo de sincronización de trama y el segundo módulo de sincronización de trama cuando las señales proporcionadas de salida por estos dos módulos tienen retardos temporales diferentes;
 - un primer módulo FIFO y un segundo módulo FIFO para almacenar temporalmente las señales procedentes de dicho primer módulo de sincronización de trama y dicho segundo módulo de sincronización de trama o las señales procedentes de dicho módulo de alineamiento de datos de acuerdo con una posición establecida del puntero de escritura/lectura;
 - un circuito de selección de canal para conmutar y proporcionar de salida señales almacenadas temporalmente en dicho primer módulo FIFO y dicho segundo módulo FIFO respectivamente bajo el control de las señales de control de conmutación, el momento de conmutación es para la posición de la información de sincronización de trama o información redundante de las señales para llevar a cabo una conmutación sin pérdidas.
14. Un método de recepción óptico adaptativo que usa el dispositivo receptor óptico adaptativo según la reivindicación 1, caracterizado porque este método usa dos conjuntos de amplificadores de limitación y circuitos de recuperación de datos y temporización independientes para procesar señales recibidas respectivamente, una unidad de conmutación sin pérdidas selecciona un canal con buena calidad de señal como canal principal, y toma el otro

como canal en espera; mientras tanto, una unidad de control controla en tiempo real la optimización de señales en el canal en espera, y se realiza la conmutación entre los canales principal y en espera cuando la calidad de señal en el canal principal empeora.

15. El método según la reivindicación 14, que comprende los pasos de:

- 5 seleccionar el canal principal para procesar señales ópticas recibidas por parte de dicha unidad de conmutación sin pérdidas (510);
- vigilar la calidad de señal en el canal principal y el canal en espera en tiempo real (515);
- 10 optimizar el amplificador de limitación y el circuito de recuperación de datos y temporización en el canal en espera actual para optimizar la calidad de señal en el canal en espera bajo el control de la unidad de control (520);
- comparar la calidad de señal entre dicho canal principal y dicho canal en espera (525);
- 15 realizar la conmutación entre el canal principal y el canal en espera por parte de dicha unidad de conmutación sin pérdidas cuando la calidad de señal en el canal principal es peor que la calidad de señal en el canal en espera tras la optimización o la calidad de señal en dicho canal principal disminuye hasta un umbral especificado mientras que la calidad de señal en el canal en espera tras la optimización es mejor que este umbral (530);
- proporcionar de salida las señales que han sido procesadas desde dicho canal principal (535).

16. El método según la reivindicación 15, en que dicho dispositivo comprende además un primer filtro dinámico y un segundo filtro dinámico, caracterizado porque dicho paso de optimización comprende además:

- 20 optimizar el filtro dinámico, el amplificador de limitación y el circuito de recuperación de datos y temporización en el canal en espera actual bajo el control de la unidad de control para optimizar la calidad de señal en el canal en espera (620).

17. El método según la reivindicación 15, en que antes de dicho paso de selección, está incluido también el siguiente paso:

- 25 preestablecer parámetros para cada componente en el dispositivo receptor óptico adaptativo (505).

18. El método según la reivindicación 17, en que dicho dispositivo incluye además un primer filtro dinámico y un segundo filtro dinámico, caracterizado porque dicho paso de preestablecer los parámetros incluye también:

- preestablecer parámetros para dicho primer filtro dinámico y dicho segundo filtro dinámico (605).

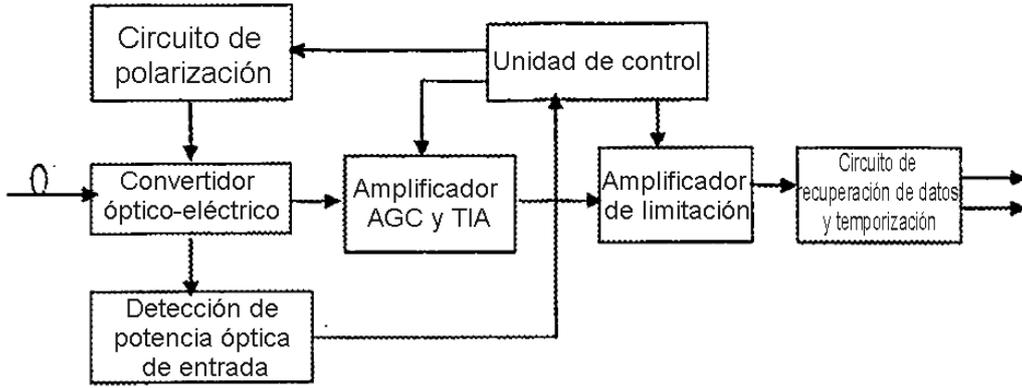


fig. 1

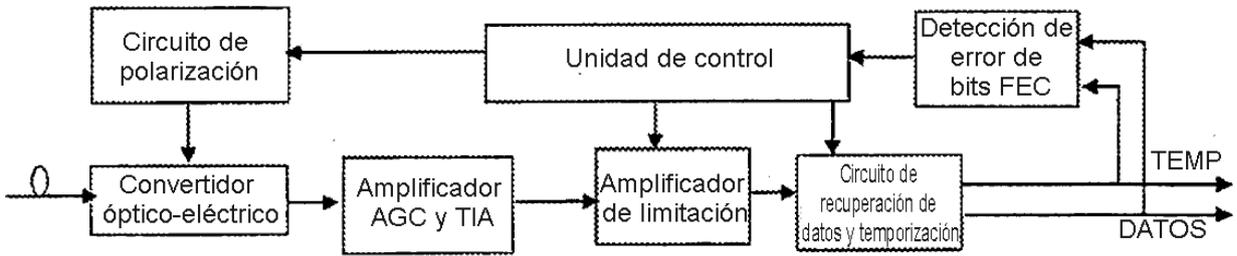


fig. 2

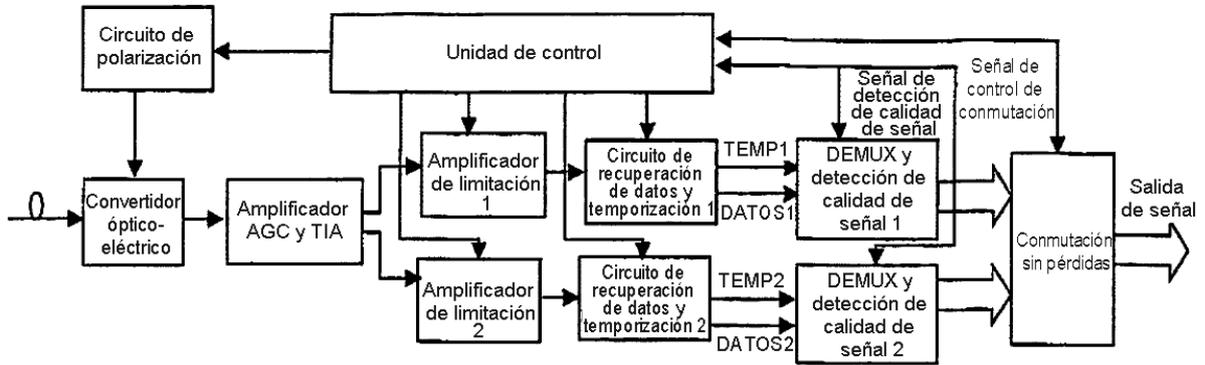


fig. 3

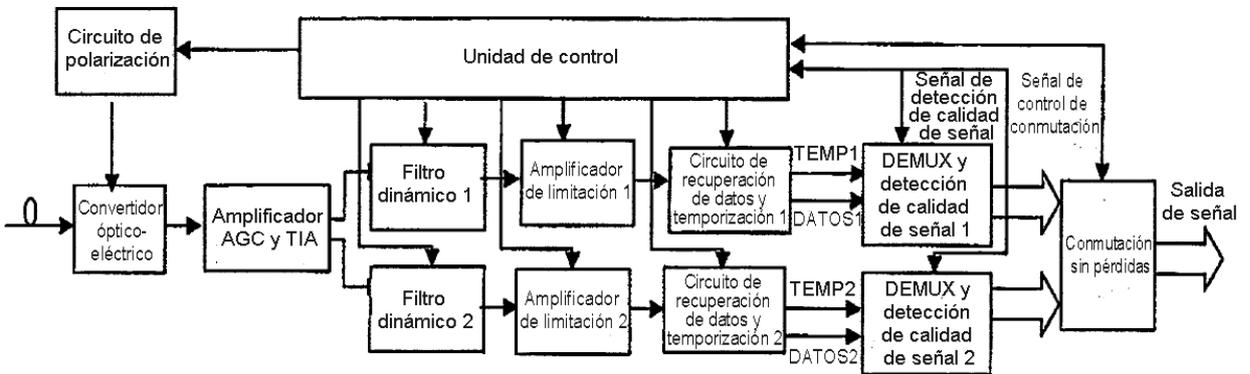


fig. 4

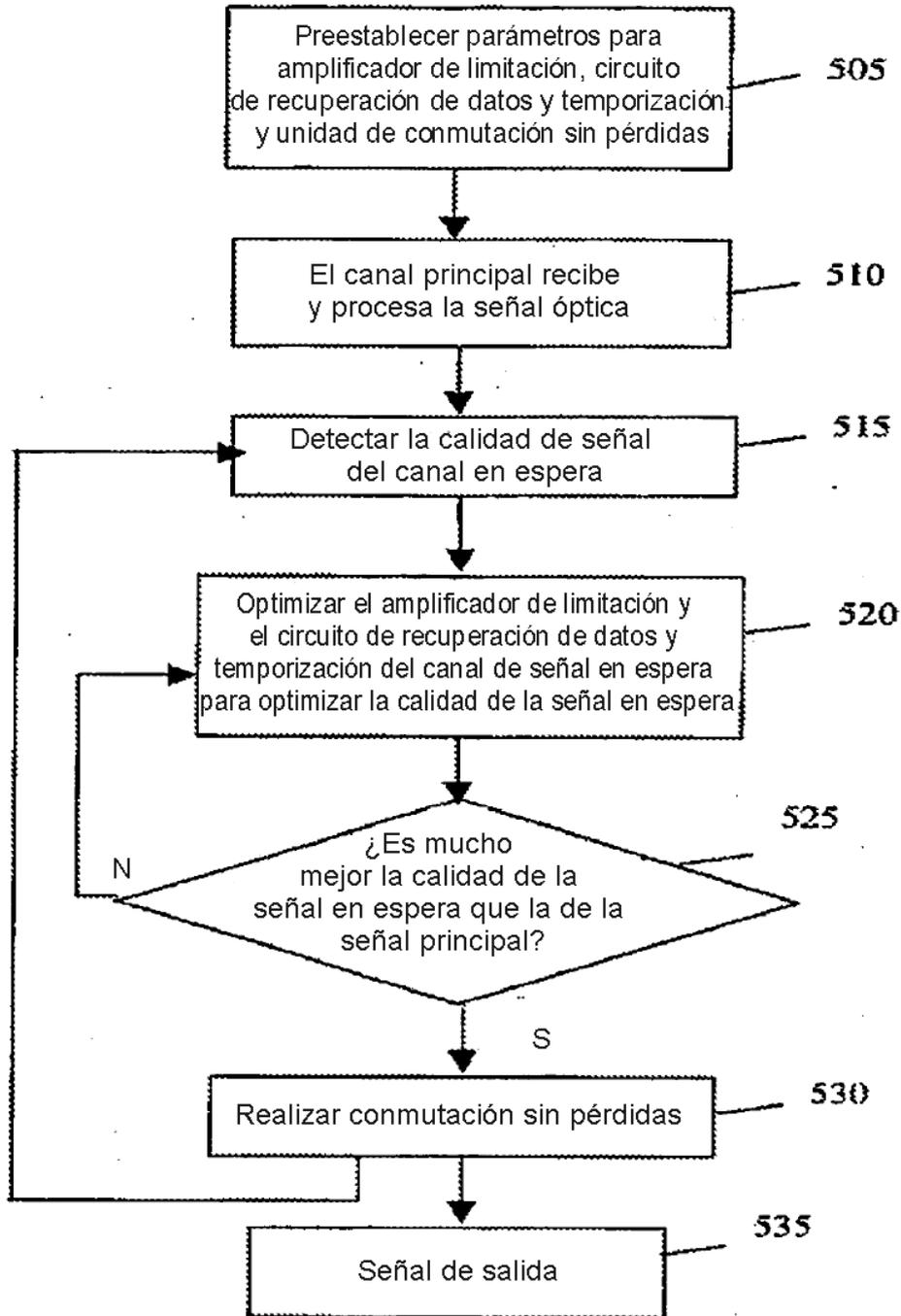


fig. 5

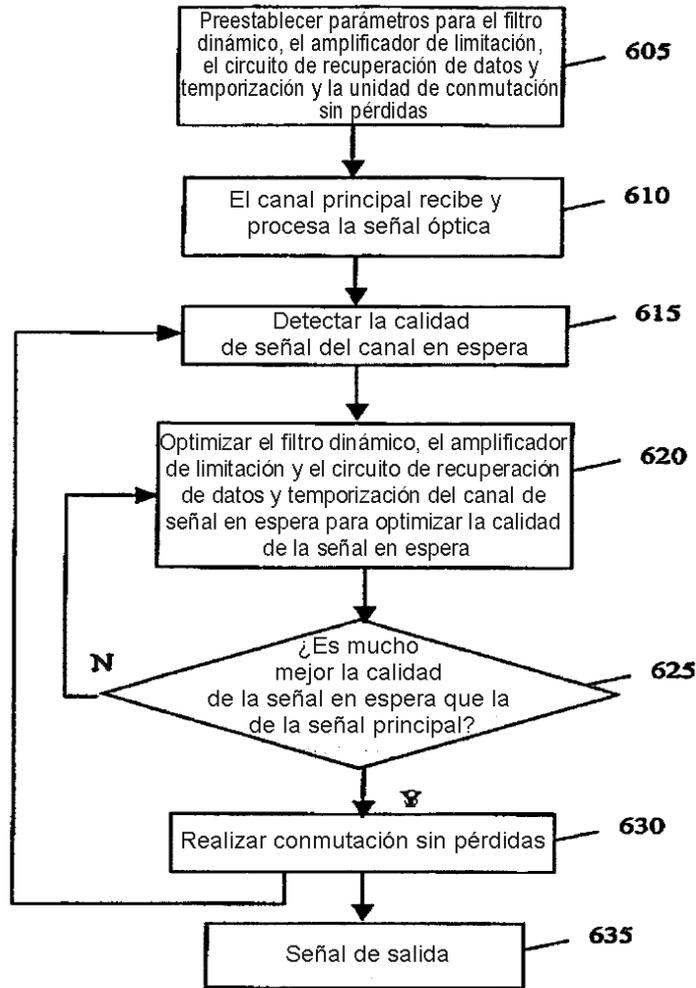


fig. 6

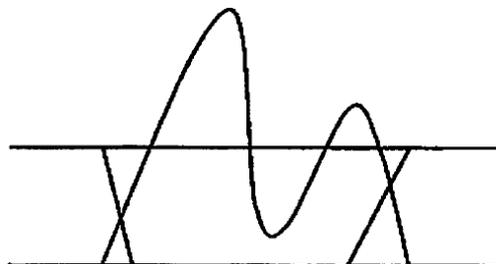


fig. 7

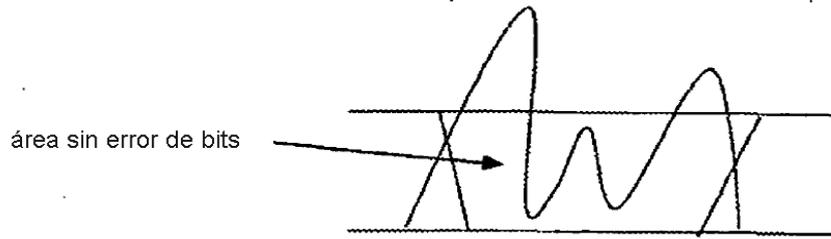


fig. 8

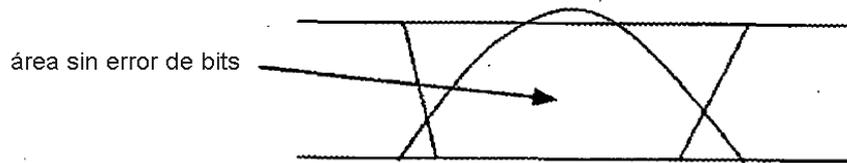


fig. 9

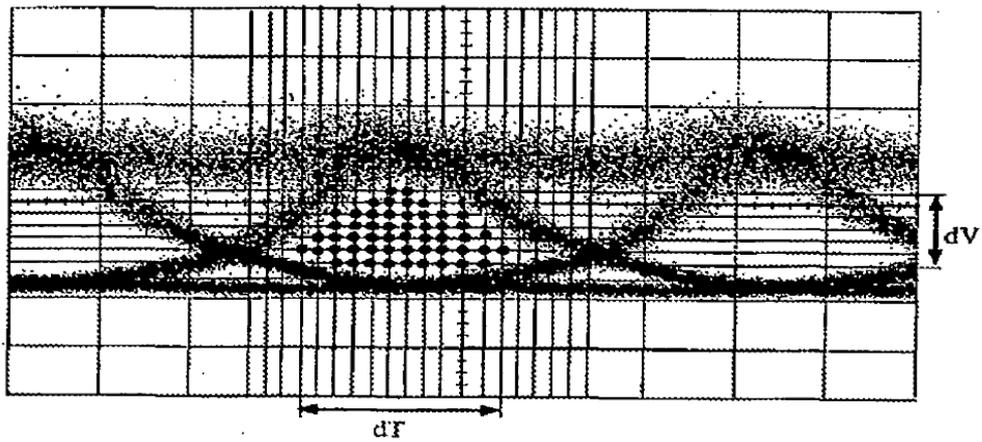


fig. 10

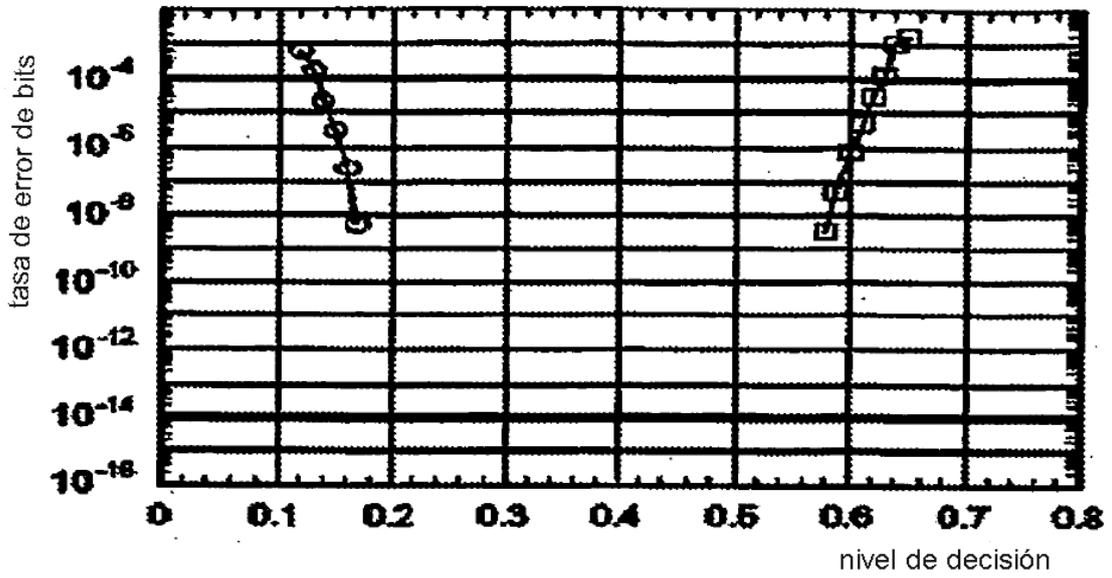


fig. 11

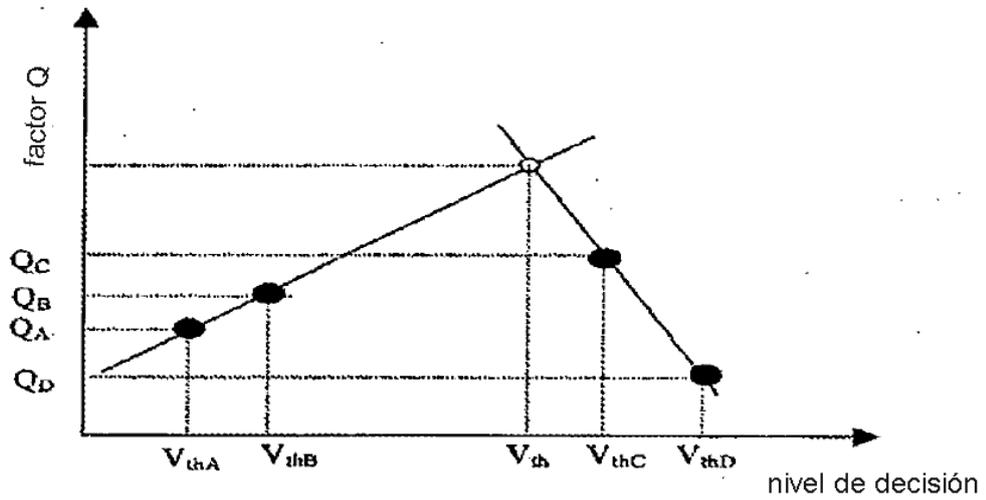


fig. 12

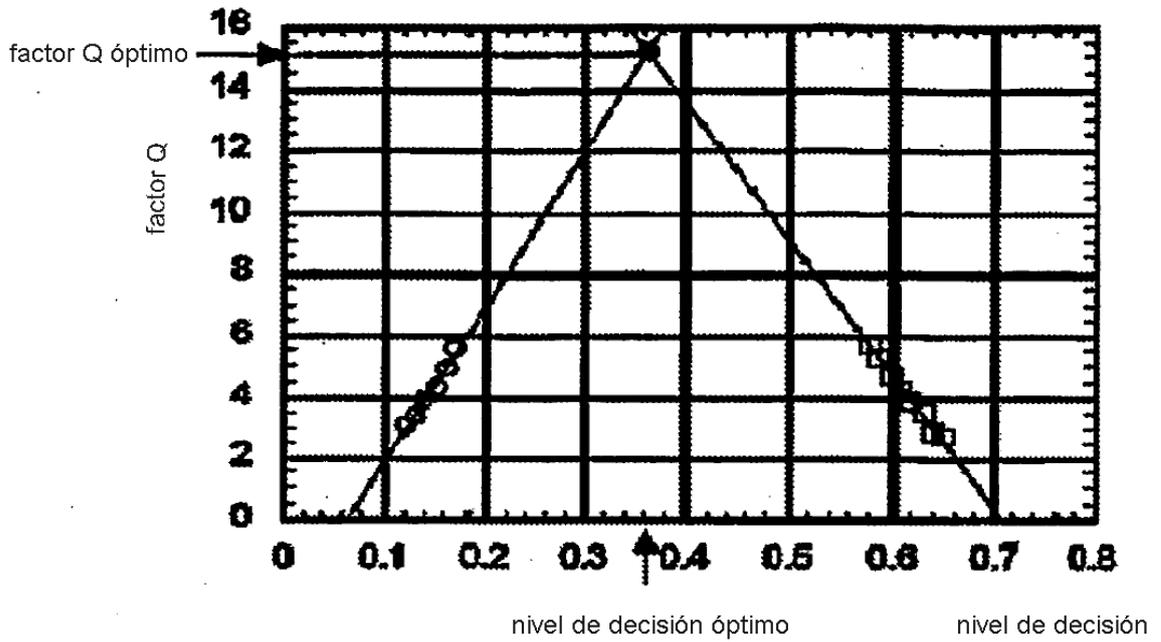


fig. 13

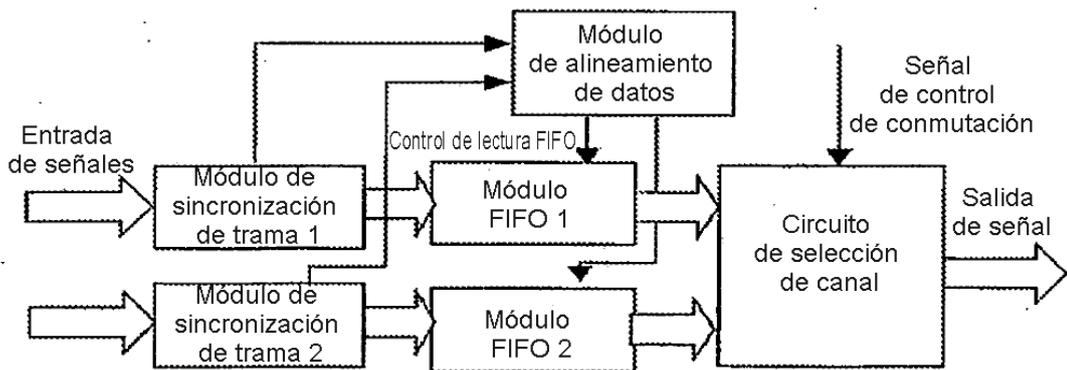


fig. 14