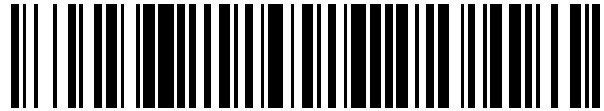


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 483 245**

51 Int. Cl.:

H04B 10/2513 (2013.01)

H04B 10/29 (2013.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.12.2006** **E 06828422 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **02.07.2014** **EP 2104249**

54 Título: **Un sistema de compensación de dispersión auto adaptativo y método para la red de comunicación óptica**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
06.08.2014

73 Titular/es:

**ZTE CORPORATION (100.0%)
ZTE PLAZA, KEJI ROAD SOUTH, HI-TECH
INDUSTRIAL PARK, NANSHAN DISTRICT
SHENZHEN, GUANGDONG 518057, CN**

72 Inventor/es:

SHU, HUADE

74 Agente/Representante:

LAZCANO GAINZA, Jesús

ES 2 483 245 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

Un sistema de compensación de dispersión auto adaptativo y método para la red de comunicación óptica.

5 Campo de la invención

La presente invención se refiere a la tecnología de transmisión óptica, en particular a un sistema de compensación de dispersión adaptativo y un método que se usa en la red de comunicación óptica.

10 Antecedentes de la invención

Con el rápido desarrollo de la tecnología de comunicación óptica, el sistema de comunicación óptica se desarrolla a lo largo de las tendencias de alta velocidad, gran capacidad, larga distancia e inteligencia, etc. En la actualidad, se comercializa el sistema de comunicación óptica de 160 canales multiplexados por división de longitud de onda densa (DWDM) con velocidad de 10 Gb/s por canal y también se comercializa el sistema de red óptica automáticamente conmutada (ASON) basado en la conmutación de circuitos inteligentes. En el futuro aparecerán sistemas de redes ópticas con mayor capacidad y mayor velocidad (40 Gb/s y más). Mientras tanto, también aparecerá el sistema de redes ópticas inteligente con la función de conexión cruzada óptica o la función de multiplexado de inserción/extracción.

20 En un sistema de transmisión óptica de súper alta velocidad, la dispersión y la dispersión por modo de polarización darán como resultado el deterioro de la calidad de las señales ópticas, y pueden reducir la distancia de transmisión. Con el fin de aumentar la distancia de transmisión del sistema de transmisión óptica, deben tomarse medidas para compensar la dispersión y la dispersión por modo de polarización. En un sistema de comunicación óptica tradicional, un compensador de dispersión fijo se usa para compensar la dispersión en las líneas como se muestra en la Fig. 1. Por medio de la compensación de dispersión, se asegura el control de la dispersión residual de la señal óptica en el lado de recepción dentro del intervalo tolerable de un receptor. En general, un módulo de fibra óptica de compensación de dispersión se usa como el compensador de dispersión.

30 Para un sistema de transmisión óptica a larga distancia, los factores tales como la temperatura, la presión, etc., pueden dar como resultado el cambio sutil del coeficiente de dispersión de la fibra óptica de la línea, y por lo tanto el cambio en tiempo real del valor de dispersión de la señal de luz en la trayectoria óptica se acumulará de forma continua con el aumento de la distancia total de transmisión, que puede resultar en que la dispersión residual de la señal en el lado de recepción exceda el intervalo tolerable, y por consiguiente se deteriore el rendimiento de error del sistema.

35 Con el aumento de la velocidad de un solo canal, se disminuye por consiguiente la tolerancia a la dispersión de la fuente de luz. Para la señal óptica de 10 Gb/s sin previo barrido de frecuencias, el valor de tolerancia de dispersión es de aproximadamente 1000 ps/nm; mientras que para la señal óptica de 40 Gb/s sin previo barrido de frecuencias, el valor de tolerancia de dispersión es de aproximadamente 40 ps/nm, que sólo iguala a 2 kilómetros de distancia de transmisión de fibra óptica G.652 dentro de la ventana de longitud de onda de 1550 nm. Por lo tanto, para el sistema de 40 Gb/s, como la tolerancia del valor de dispersión de la fuente de luz es pequeña, el cambio sutil del valor de dispersión de la línea de fibra óptica, posiblemente, puede causar que la dispersión residual de la señal en el lado de recepción exceda el intervalo tolerable, y en consecuencia se deteriore el rendimiento del código de error del sistema. Como se describe anteriormente, es particularmente evidente la influencia para el rendimiento del sistema de 40 Gb/s debido al cambio de la dispersión de la fibra óptica.

50 Por otra parte, con el desarrollo de la red óptica inteligente, se integrará en la red óptica el multiplexado de inserción/extracción óptico reconfigurable, incluso el nodo de conexión cruzada óptica. El multiplexado de inserción/extracción dinámico y la conexión cruzada dinámica de las señales ópticas entre los nodos de red óptica ocasiona el cambio del valor de dispersión de la señal óptica en la trayectoria óptica, que puede causar que la dispersión residual de la señal en el lado de recepción exceda el intervalo tolerable, y en consecuencia se deteriore el rendimiento del código de error del sistema.

55 En una palabra, los factores demuestran que con el desarrollo de la red óptica hacia la alta velocidad, larga distancia e inteligencia, dado el cambio de los valores de dispersión de las líneas y los nodos de red óptica, el valor residual de la dispersión de la señal en el lado de recepción cambiará continuamente después de que se transmiten las señales ópticas en las líneas. La compensación de dispersión adaptativa es necesaria para las señales con valores de dispersión residual continuamente cambiantes. Cómo alcanzar la compensación adaptativa es una de las cuestiones clave en el campo técnico.

60 Cabe señalar que la publicación de patente WO 2004/004171 A1 describe un sistema y método para compensaciones dinámicas en los que uno o más componentes espectrales dentro del espectro eléctrico de las señales de datos recibidas se usa para ajustar la dispersión de las señales recibidas para proporcionar una señal con dispersión compensada.

La publicación EP 1628417 describe un método para la compensación de dispersión cromática mediante el control de una pluralidad de compensadores de dispersión cromática variables que se disponen arbitrariamente en una red fotónica.

5 La unidad de ajuste de dispersión del sistema de compensación de dispersión adaptativo puede conseguirse mediante el uso de un compensador de dispersión sintonizable. La función de compensación de dispersión del compensador de dispersión sintonizable puede realizarse en el dominio óptico y también puede realizarse en el dominio eléctrico. Son muchos los métodos para alcanzar la compensación de dispersión sintonizable en el dominio óptico, lo que incluye varios métodos mediante el uso de la tecnología de fibra de rejilla Bragg con barrido de frecuencias, la tecnología de interferencia basado en el etalón Gires-Tournois y el módulo de compensación de dispersión de múltiples etapas conectado en serie, etc. Son también muchos los métodos para alcanzar la compensación de dispersión sintonizable en el dominio eléctrico. Después que la señal óptica se procesa mediante la conversión fotoeléctrica y se amplifica de forma lineal, se envía a un circuito de ecualización. El funcionamiento del ecualizador se retroalimenta a través de la detección de la calidad de las señales eléctricas ecualizadas y mediante el uso de alguna estrategia de control para alcanzar la compensación de dispersión adaptativa. El circuito de ecualización que se usa por la compensación de dispersión en el dominio eléctrico puede ser FFE (ecualizador de alimentación directa), DFE (ecualizador de decisión por retroalimentación), FDTTS (árbol de búsqueda de retardo fijo) o MLSE (estimación de secuencia de máxima probabilidad), etc., o la combinación de las pluralidades de métodos.

Mediante la detección de la calidad de la señal de la dispersión residual o relevante con la dispersión en la parte frontal del receptor, tal como el factor Q, etc. (como se muestra en la Fig. 2), o mediante la detección del rendimiento de la señal relevante en la parte posterior del receptor, tal como la tasa de error de bit, etc. (como se muestra en la Fig. 3), la compensación de dispersión adaptativa puede alcanzarse por la retroalimentación y el control de las señales.

En términos de módulo funcional, la función de compensación de dispersión adaptativa consta de tres partes: una unidad de detección de rendimiento, una unidad de procesamiento de control y una unidad de ajuste de dispersión que son relevantes con la dispersión, como se muestra en la Fig. 4. Muchos métodos pueden usarse para alcanzar la compensación de dispersión adaptativa, pero que se realizan principalmente en un nodo. Para la red óptica dinámica, las tres unidades anteriores pueden colocarse en diferentes nodos. Cuando las tres unidades se encuentran en diferentes nodos, a fin de alcanzar el rendimiento de la compensación de dispersión adaptativa, se debe transmitir con eficacia la información relevante entre los diferentes nodos.

Un método de interacción de información entre la unidad de detección de rendimiento y la unidad de procesamiento de control a través de un sistema de señalización se describe en la tecnología relevante, y se usan para alcanzar la compensación de dispersión adaptativa. Como se muestra en la Fig. 5, la unidad de detección de rendimiento, la unidad de procesamiento de control y la unidad de ajuste de dispersión no se encuentran en un mismo nodo.

En resumen, con el fin de mejorar el desarrollo dinámico e inteligente de la red óptica, la unidad de detección de rendimiento, la unidad de procesamiento de control y la unidad de ajuste de dispersión que son relevantes con el sistema de compensación adaptativa pueden colocarse en diferentes nodos. Por lo tanto, la información relevante se debe transmitir con eficacia entre los diferentes nodos.

La Fig. 1 es el diagrama del método de compensación de dispersión del sistema de comunicación óptica tradicional. En el estado de terminal óptico, el módulo de fibra de compensación de dispersión se usa usualmente después de que la onda se combina y antes de que la onda se dispersa para compensar la dispersión de la señal óptica de múltiples canales de un sistema de DWDM. En la estación de relé óptico, usualmente se usan amplificadores ópticos de dos etapas, y el módulo de fibra de compensación de dispersión se dispone entre los amplificadores de dos etapas para alcanzar la compensación de dispersión multicanal.

Para el sistema de 40 Gb/s y por encima, el sistema de 10 Gb/s súper largo y el sistema de cambio dinámico de dispersión, es necesario usar la tecnología de compensación de dispersión adaptativa. La compensación de dispersión sintonizable del sistema consiste en la compensación de dispersión en el dominio óptico y la compensación de dispersión en el dominio eléctrico. En la Fig. 2, mediante la detección de la calidad de la señal de la dispersión residual o relevante con la dispersión en la parte frontal del receptor, tales como el factor Q, etc., la función de compensación de dispersión adaptativa se alcanza por la retroalimentación de las señales y el control del compensador de dispersión sintonizable en el dominio óptico o en el dominio eléctrico. En la Fig. 3, mediante la detección de la señal de rendimiento relevante en la parte posterior del receptor, tales como la tasa de código de error, etc., la función de compensación de dispersión adaptativa se alcanza por la retroalimentación de las señales y el control del compensador de dispersión sintonizable en el dominio óptico o el dominio eléctrico.

La Fig. 4 es el diagrama de módulo funcional con varias funciones de compensación de dispersión adaptativa, que consta de tres partes: la unidad de detección de rendimiento, la unidad de procesamiento de control y la unidad de

ajuste de dispersión que son relevantes con la dispersión. El diagrama es adecuado para el módulo de compensación de dispersión adaptativa que puede realizarse en un nodo.

5 Para la red óptica dinámica, las tres unidades pueden colocarse en diferentes nodos. Cuando las tres unidades se encuentran en diferentes nodos, a fin de alcanzar el rendimiento de la compensación de dispersión adaptativa, la información relevante se debe transmitir con eficacia entre los diferentes nodos.

Resumen de la presente invención

10 La presente invención tiene como objetivo principal proporcionar un sistema de compensación de dispersión adaptativo y un método que se usa en la red de comunicación óptica para superar el defecto en la materia anterior que requiere que cada parte del compensador de dispersión adaptativa se disponga en el mismo nodo.

15 Con el fin de alcanzar el objetivo, de acuerdo con el primer aspecto de la presente invención, la presente invención proporciona un sistema de compensación de dispersión adaptativo que se usa en una red de comunicación óptica. El sistema de compensación de dispersión adaptativo comprende al menos una unidad de detección de rendimiento, para la detección del rendimiento relevante de la dispersión; al menos una unidad de procesamiento de control, para la generación de información de control de acuerdo con la información detectada a partir de al menos una unidad de detección de rendimiento; al menos una unidad de ajuste de dispersión, para la compensación de dispersión de acuerdo con la información de control desde al menos una unidad de procesamiento de control; y una unidad de transmisión de información, que se conecta entre al menos una unidad de detección de rendimiento, al menos una unidad de procesamiento de control y al menos una unidad de ajuste de dispersión que se disponen en diferentes nodos, la unidad de transmisión de información se usa para transmitir la información detectada desde al menos una unidad de detección de rendimiento a al menos una unidad de procesamiento de control que se dispone en un nodo diferente, y se utiliza para la transmisión de la información de control de al menos una unidad de procesamiento de control a al menos una unidad de ajuste de dispersión que se dispone en un nodo diferente.

20 La unidad de ajuste de dispersión puede ser un compensador de dispersión sintonizable, que comprende el compensador de dispersión sintonizable mediante el uso de CFBG (fibra con rejilla de Bragg con barrido de frecuencias), o el compensador de dispersión sintonizable mediante el uso de la tecnología de interferencia etalón GT, o el compensador de dispersión sintonizable mediante el uso de la tecnología de sistema mecánico microelectrónico, o el compensador de dispersión sintonizable mediante el uso de la tecnología de la cavidad de resonancia en forma de anillo PLC, o el dispositivo mediante el uso de la tecnología de conexión en cascada del compensador de dispersión fijo multietapa y el uso de diferentes tecnologías de control del valor de compensación de dispersión a través de un conmutador óptico.

30 La unidad de ajuste de dispersión puede ser un transmisor de dispersión sintonizable. La unidad de ajuste de dispersión puede ser un receptor de dispersión sintonizable.

40 La unidad de ajuste de dispersión puede ser un receptor de compensación de dispersión sintonizable, que comprende un receptor de compensación de dispersión sintonizable en el dominio eléctrico, o un receptor de compensación de dispersión sintonizable en el dominio óptico o la combinación de los dos.

45 Alternativamente, una de al menos una unidad de detección de rendimiento, una de al menos una unidad de procesamiento de control correspondiente a la unidad de detección de rendimiento, y una de al menos una unidad de ajuste de dispersión correspondiente a la unidad de detección de rendimiento se disponen respectivamente en diferentes nodos. La información detectada entre la unidad de detección de rendimiento y la unidad de procesamiento de control se transmite por la unidad de transmisión de información. La información de control entre la unidad de procesamiento de control y la unidad de ajuste de dispersión se transmite por la unidad de transmisión de información.

50 Alternativamente, una de al menos una unidad de ajuste de dispersión y una de al menos una unidad de procesamiento de control correspondiente a la unidad de ajuste de dispersión se disponen en el mismo nodo. Una de al menos una unidad de detección de rendimiento correspondiente a la unidad de ajuste de dispersión se dispone en un nodo diferente. La información detectada entre la unidad de detección de rendimiento y la unidad de procesamiento de control se transmite por la unidad de transmisión de información. La información de control de la unidad de procesamiento de control se transmite directamente a la unidad de ajuste de dispersión.

60 Alternativamente, una de al menos una unidad de detección de rendimiento y una de al menos una unidad de procesamiento de control correspondiente a la unidad de detección de rendimiento se disponen en el mismo nodo. Una de al menos una unidad de ajuste de dispersión correspondiente a la unidad de detección de rendimiento se dispone en un nodo diferente. La información detectada de la unidad de detección de rendimiento se transmite directamente a la unidad de procesamiento de control. La información de control entre la unidad de procesamiento de control y la unidad de ajuste de dispersión se transmite por la unidad de transmisión de información.

65 Alternativamente, una pluralidad de unidades de detección de rendimiento, una pluralidad de unidades de

- procesamiento de control correspondientes a las unidades de detección de rendimiento, y una pluralidad de unidades de ajuste de dispersión correspondientes a las unidades de detección de rendimiento se dispone respectivamente en diferentes nodos. La información detectada entre la pluralidad de unidades de detección de rendimiento y la pluralidad de unidades de procesamiento de control correspondientes a las unidades de detección de rendimiento respectivamente, se transmite por la unidad de transmisión de información. La información de control entre la pluralidad de unidades de procesamiento de control y la pluralidad de unidades de ajuste de dispersión correspondientes a la unidad de procesamiento de control respectivamente, se transmite por la unidad de transmisión de información.
- 5
- 10 Alternativamente, tanto una pluralidad de unidades de detección de rendimiento, y una pluralidad de unidades de ajuste de dispersión correspondientes a las unidades de detección de rendimiento corresponden a una de al menos una unidad de procesamiento de control y se controlan intensamente por una unidad de procesamiento de control.
- 15 Alternativamente, la unidad de transmisión de información realiza la transmisión de información en banda a través de la cabecera dentro de la trayectoria óptica que debe compensarse. Alternativamente, la unidad de transmisión de información realiza la transmisión de información a través de la trayectoria óptica pública irrelevante para la trayectoria óptica que debe compensarse. Alternativamente, la unidad de transmisión de información realiza la transmisión de información a través de la combinación de las dos trayectorias: la cabecera dentro de la trayectoria óptica que debe compensarse, y la trayectoria óptica pública irrelevante para la trayectoria óptica que debe compensarse.
- 20
- La información detectada puede ser la información de cambio de dispersión de la trayectoria óptica que debe compensarse en todo el enlace de transmisión óptica.
- 25 El sistema de compensación de dispersión adaptativo puede adecuarse para un solo canal o múltiples canales.
- Con el fin de alcanzar el objetivo, de acuerdo con el segundo aspecto de la presente invención, la presente invención proporciona un método de compensación de dispersión adaptativo que se usa en una red de comunicación óptica. El método de compensación de dispersión adaptativo comprende las siguientes etapas:
- 30
- La etapa de detección para la generación de información detectada a través de los rendimientos relevantes de dispersión detectados por al menos una unidad de detección de rendimiento;
- 35
- La etapa de transmisión de información detectada para transmitir la información detectada a al menos una unidad de procesamiento de control;
- La etapa de procesamiento para la generación de información de control por al menos una unidad de procesamiento de control de acuerdo con la información detectada;
- 40
- La etapa de la transmisión de información de control para la transmisión de la información de control a al menos una unidad de ajuste de dispersión;
- 45
- La etapa de compensación para la compensación de dispersión por al menos una unidad de ajuste de dispersión de acuerdo con la información de control.
- 50
- En donde, en la etapa de transmisión de la información detectada y la etapa de transmisión de la información de control, la unidad de transmisión de información se usa para transmitir la información detectada desde al menos una unidad de detección de rendimiento a al menos una unidad de procesamiento de control que se dispone en un nodo diferente, y se usa para transmitir la información de control desde al menos una unidad de procesamiento de control a al menos una unidad de ajuste de dispersión que se dispone en un nodo diferente.
- En la etapa de compensación, el compensador de dispersión sintonizable puede usarse como la unidad de ajuste de dispersión para compensar la dispersión.
- 55
- Alternativamente, en la etapa de transmisión de la información detectada y la etapa de transmisión de la información de control, la unidad de transmisión de información realiza la transmisión de información en banda a través de la cabecera dentro de la trayectoria óptica que debe compensarse. Alternativamente, en la etapa de transmisión de la información detectada y la etapa de transmisión de la información de control, la unidad de transmisión de información realiza la transmisión de información a través de la trayectoria óptica pública irrelevante para la trayectoria óptica que debe compensarse. Alternativamente, en la etapa de transmisión de la información detectada y la etapa de transmisión de la información de control, la unidad de transmisión de información realiza la transmisión de información a través de la combinación de las dos trayectorias: la cabecera dentro de la trayectoria óptica que debe compensarse y la trayectoria óptica pública irrelevante para la trayectoria óptica que debe compensarse.
- 60
- 65 La información detectada puede ser la información de cambio de dispersión de la trayectoria óptica que debe compensarse por todo el enlace de transmisión óptica. La información detectada puede ser la tasa de código de

error de la señal o el factor Q de la señal o la información que refleja la calidad de la señal de la trayectoria óptica que debe compensarse en el lado de recepción del enlace de transmisión óptica.

El método de compensación de dispersión adaptativo se adecua para el sistema de un solo canal o el sistema de múltiples trayectorias. La presente invención puede alcanzar la compensación de dispersión adaptativa para el sistema de múltiples trayectorias o el sistema de un solo canal mediante el uso de la propuesta técnica bajo la circunstancia de que la unidad de detección de rendimiento, la unidad de procesamiento de control y la unidad de ajuste de dispersión que son relevantes para la compensación de dispersión adaptativa se disponen en diferentes nodos.

Breve descripción de las figuras

Los dibujos en la especificación proporcionan una comprensión adicional de la presente invención y constituyen una parte de la aplicación. Las modalidades ilustrativas de la presente invención y la explicación de las mismas se facilitan a continuación a modo de ilustración solamente, y por lo tanto no son limitativos de la presente invención, y en donde:

La Fig. 1 es una vista esquemática de un método de compensación de dispersión en el sistema de comunicación óptica tradicional;

La Fig. 2 es un diagrama de principio de la compensación de dispersión adaptativa;

La Fig. 3 es un diagrama de principio de otra compensación de dispersión adaptativa;

La Fig. 4 es un diagrama lógico de la compensación de dispersión adaptativa;

La Fig. 5 es un diagrama funcional de la realización de la compensación de dispersión adaptativa de forma conjunta a través de múltiples nodos de acuerdo con una modalidad de la presente invención;

La Fig. 6 es un diagrama de un sistema de compensación de dispersión adaptativo que se usa en la red de comunicación óptica de acuerdo con la presente invención;

La Fig. 7 es un diagrama de flujo de un método de compensación de dispersión adaptativo que se usa en la red de comunicación óptica de acuerdo con la presente invención;

La Fig. 8 es un diagrama funcional de la realización de la compensación de dispersión adaptativa de forma conjunta a través de múltiples nodos de acuerdo con otra modalidad de la presente invención;

La Fig. 9 es un diagrama funcional de la realización de la compensación de dispersión adaptativa de forma conjunta a través de múltiples nodos de acuerdo con aún otra modalidad de la presente invención;

La Fig. 10 es un diagrama funcional de la realización de la compensación de dispersión adaptativa de múltiples trayectorias de forma conjunta a través de una pluralidad de nodos de acuerdo con otra modalidad de la presente invención;

La Fig. 11 es un diagrama funcional de la realización de compensación de dispersión adaptativa de múltiples trayectorias de forma conjunta a través de una pluralidad de nodos de acuerdo con aún otra modalidad de la presente invención;

Descripción detallada

La presente invención se detallará en lo sucesivo, y se harán referencia a los dibujos.

Con referencia a la Fig. 6, el sistema de compensación de dispersión adaptativo 10 que se usa en la red de comunicación óptica de acuerdo con la presente invención comprende: al menos una unidad de detección de rendimiento 20, para la detección de rendimientos relevantes de dispersión; al menos una unidad de procesamiento de control, para la generación de la información de control sobre la base de la información detectada a partir de al menos una unidad de detección de rendimiento 20; al menos una unidad de ajuste de dispersión 40, para la compensación de dispersión sobre la base de la información de control de al menos una unidad de procesamiento de control 30; y una unidad de transmisión de información 50, que se conecta entre al menos una unidad de detección de rendimiento 20, al menos una unidad de procesamiento de control 30 y al menos una unidad de ajuste de dispersión 40 que se disponen en diferentes nodos, la unidad de transmisión de información se usa para la transmisión de la información detectada de al menos una unidad de detección de rendimiento 20 a al menos una unidad de procesamiento de control 30 que se dispone en un nodo diferente, y se usa para la transmisión de la información de control de al menos una unidad de procesamiento de control 30 a al menos una unidad de ajuste de dispersión 40 que se dispone en un nodo diferente.

- 5 La unidad de ajuste de dispersión 40 puede ser un compensador de dispersión sintonizable, que comprende el compensador de dispersión sintonizable mediante el uso de CFBG (fibra con rejilla de Bragg con barrido de frecuencias), o el compensador de dispersión sintonizable mediante el uso de tecnología de interferencia etalón G-T, o el compensador de dispersión sintonizable mediante el uso la tecnología de sistema mecánico microelectrónico, o el compensador de dispersión sintonizable mediante el uso la tecnología de cavidad de resonancia en forma de anillo PLC, o el dispositivo con tecnología de conexión en cascada del compensador de dispersión fija multietapa y el uso de diferentes tecnologías de control del valor de compensación de dispersión a través de un conmutador óptico.
- 10 La unidad de ajuste de dispersión 40 puede ser un transmisor de dispersión sintonizable.
- La unidad de ajuste de dispersión 40 puede ser un receptor de dispersión sintonizable.
- 15 La unidad de ajuste de dispersión 40 puede ser un receptor de compensación de dispersión sintonizable que puede ser un receptor de compensación de dispersión sintonizable en el dominio eléctrico, o un receptor de compensación de dispersión sintonizable en el dominio óptico o la combinación de ambos.
- 20 Alternativamente, una de al menos una unidad de detección de rendimiento 20, una de al menos una unidad de procesamiento de control 30 correspondiente a la unidad de detección de rendimiento, y una de al menos una unidad de ajuste de dispersión 40 correspondiente a la unidad de detección de rendimiento se disponen respectivamente en diferentes nodos. La información detectada entre la unidad de detección de rendimiento 20 y la unidad de procesamiento de control 30 se transmite por la unidad de transmisión de información 50. La información de control entre la unidad de procesamiento de control 30 y la unidad de ajuste de dispersión 40 se transmite por la
- 25 unidad de transmisión de información 50.
- Alternativamente, una de al menos una unidad de ajuste de dispersión 40 y una de al menos una unidad de procesamiento de control 30 correspondiente a la unidad de ajuste de dispersión se disponen en el mismo nodo. Una de al menos una unidad de detección de rendimiento 20 correspondiente a la unidad de ajuste de dispersión se
- 30 dispone en un nodo diferente. La información detectada entre la unidad de detección de rendimiento 20 y la unidad de procesamiento de control 30 se transmite por la unidad de transmisión de información 50. La información de control de la unidad de procesamiento de control 30 se transmite directamente a la unidad de ajuste de dispersión 40.
- 35 Alternativamente, una de al menos una unidad de detección de rendimiento 20 y una de al menos una unidad de procesamiento de control 30 correspondiente a la unidad de detección de rendimiento se disponen en el mismo nodo. Una de al menos una unidad de ajuste de dispersión 40 correspondiente a la unidad de detección de rendimiento se dispone en un nodo diferente. La información detectada de la unidad de detección de rendimiento 20 se transmite directamente a la unidad de procesamiento de control 30. La información de control se transmite por la
- 40 unidad de transmisión de información 50, entre la unidad de procesamiento de control 30 y la unidad de ajuste de dispersión 40.
- 45 Alternativamente, una pluralidad de unidades de detección de rendimiento 20, una pluralidad de unidades de procesamiento de control 30 correspondiente a la unidad de detección de rendimiento, y una pluralidad de unidades de ajuste de dispersión 40 correspondiente a la unidad de detección de rendimiento se disponen respectivamente en diferentes nodos. La información detectada entre la pluralidad de unidades de detección de rendimiento 20 y la pluralidad de unidades de procesamiento de control 30 correspondientes a la unidad de detección de rendimiento respectivamente, se transmite por la unidad de transmisión de información 50. La información de control entre la pluralidad de unidades de procesamiento de control 30 y la pluralidad de unidades de ajuste de dispersión 40
- 50 correspondientes a la unidad de procesamiento de control respectivamente, se transmite por la unidad de transmisión de información 50.
- 55 Alternativamente, tanto una pluralidad de unidades de detección de rendimiento 20 y una pluralidad de unidades de ajuste de dispersión 40 correspondientes a la unidad de detección de rendimiento corresponden a una de al menos una unidad de procesamiento de control 30 y se controlan intensamente por una unidad de procesamiento de control 30.
- 60 Alternativamente, la unidad de transmisión de información 50 realiza la transmisión de información en banda a través de la cabecera dentro de la trayectoria óptica que debe compensarse. Alternativamente, la unidad de transmisión de información 50 realiza la transmisión de información a través de la trayectoria óptica pública irrelevante para la trayectoria óptica que debe compensarse. Alternativamente, la unidad de transmisión de información 50 realiza la transmisión de información a través de la combinación de las dos trayectorias: la cabecera dentro de la trayectoria óptica que debe compensarse, y la trayectoria óptica pública irrelevante para la trayectoria óptica que debe compensarse.

La información detectada puede ser la información de cambio de dispersión de la trayectoria óptica que debe compensarse por todo el enlace de transmisión óptica.

5 El sistema de compensación de dispersión adaptativo puede adecuarse para un solo canal o múltiples canales.

Con referencia a la Fig. 7, el método de compensación de dispersión adaptativo que se usa en la red de comunicación óptica de acuerdo con la presente invención comprende las siguientes etapas:

10 La etapa de detección para la generación de la información detectada a través de los rendimientos relevantes de dispersión detectados por al menos una unidad de detección de rendimiento;

15 La etapa de transmisión de la información detectada para transmitir la información detectada a al menos una unidad de procesamiento de control;

La etapa de procesamiento para la generación de información de control por al menos una unidad de procesamiento de control de acuerdo con la información detectada;

20 La etapa de control de transmisión de información para la transmisión de la información de control de al menos una unidad de ajuste de dispersión;

La etapa de compensación para la compensación de dispersión por al menos una unidad de ajuste de dispersión de acuerdo con la información de control.

25 En donde, en la etapa de transmisión de información detectada y la etapa de transmisión de información de control, la unidad de transmisión de información se usa para transmitir la información detectada desde al menos una unidad de detección de rendimiento a al menos una unidad de procesamiento de control que se dispone en un nodo diferente, y se usa para transmitir la información de control desde al menos una unidad de procesamiento de control a al menos una unidad de ajuste de dispersión que se dispone en un nodo diferente.

30 En la etapa de compensación, el compensador de dispersión sintonizable puede usarse como la unidad de ajuste de dispersión para compensar la dispersión.

35 Alternativamente, en la etapa de transmisión de la información detectada y la etapa de transmisión de la información de control, la unidad de transmisión de información realiza la transmisión de información en banda a través de la cabecera dentro de la trayectoria óptica que debe compensarse. Alternativamente, en la etapa de transmisión de la información detectada y la etapa de transmisión de la información de control, la unidad de transmisión de información realiza la transmisión de información a través de la trayectoria óptica pública irrelevante para la trayectoria óptica que debe compensarse. Alternativamente, en la etapa de transmisión de la información detectada y la etapa de transmisión de la información de control, la unidad de transmisión de información realiza la transmisión de información a través de la combinación de las dos trayectorias: la cabecera dentro de la trayectoria óptica que debe compensarse y la trayectoria óptica pública irrelevante para la trayectoria óptica que debe compensarse. La información detectada puede ser la información de cambio de dispersión de la trayectoria óptica que debe compensarse por todo el enlace de transmisión óptica.

45 La información detectada puede ser la tasa de código de error de la señal o el factor Q de la señal o la información que refleja la calidad de la señal de la trayectoria óptica que debe compensarse en el lado de recepción del enlace de transmisión óptica.

50 El método de compensación de dispersión adaptativo es adecuado para el sistema de un solo canal o el sistema multicanal.

55 La presente invención se refiere a un método de compensación de dispersión que se usa en el sistema de transmisión óptica, más particularmente, se refiere a un aparato y un método que da cuenta de la compensación de dispersión adaptativa. La presente invención proporciona un método de compensación de dispersión adaptativo y un aparato que puede compensar la dispersión del sistema de una red óptica inteligente de una manera distribuida. La solución técnica de la presente invención puede referirse de la Fig. 5 a la Fig. 11. La presente invención comprende las siguientes etapas:

60 (1) El aparato comprende la unidad de detección de rendimiento, la unidad de procesamiento de control, la unidad de ajuste de dispersión y la unidad de transmisión de información;

(2) La compensación de dispersión de un solo canal o multicanal puede alcanzarse mediante el compensador de dispersión sintonizable;

65

(3) La unidad de procesamiento de control puede adoptar una cierta estrategia para controlar el rendimiento de compensación de dispersión del compensador de dispersión sintonizable de acuerdo a la información relevante de la dispersión obtenida.

5 (4) La unidad de transmisión de información se usa para transmitir en tiempo real los cambios en la dispersión de cada trayectoria y línea o la dispersión de los nodos de la red óptica, y/o la información entre la unidad de control y la unidad de ajuste de dispersión.

10 El contenido básico de la presente invención es que el sistema de transmisión de información que comparte una misma trayectoria óptica o tiene una trayectoria independiente se usa para transmitir la información, detectada o de control, relevante para la compensación de dispersión para alcanzar la compensación de dispersión adaptativa.

15 La Fig. 5 a la Fig. 11 son alguna modalidad de la presente invención, que se puede aplicar en el sistema de un solo canal y el sistema multicanal.

20 En la Fig. 5, la información entre la unidad de detección de rendimiento, la unidad de procesamiento de control y la unidad de ajuste de dispersión, que se disponen en diferentes nodos se transmite por el sistema de transmisión de información. En la Fig. 8, la unidad de procesamiento de control y la unidad de ajuste de dispersión se disponen en el mismo nodo, y la unidad de detección de rendimiento se dispone en otro nodo. La información detectada de rendimiento relevante de la dispersión se transmite a la unidad de procesamiento de control por el sistema de transmisión de información.

25 En la Fig. 9, la unidad de procesamiento de control y la unidad de detección de rendimiento se disponen en el mismo nodo, y la unidad de ajuste de dispersión se dispone en otro nodo. La información de control relevante de la dispersión se transmite desde la unidad de procesamiento de control a la unidad de ajuste de dispersión. La Fig. 10 es un ejemplo de unidad de procesamiento de control independiente. Una pluralidad de unidades de procesamiento de control y una pluralidad de unidades de detección de rendimiento se disponen en el mismo nodo y una pluralidad de unidades de ajuste de dispersión se dispone en diferentes nodos. La información detectada y de control relevante de la dispersión se transmite entre la respectiva unidad de procesamiento de control, la unidad de detección de rendimiento y la unidad de ajuste de dispersión por el sistema de transmisión de información. La Fig. 11 es un diagrama ilustrativo de una unidad de procesamiento de control centralizado.

35 Cuando la topología de las trayectorias ópticas cambian o el índice de dispersión de alguna parte en la trayectoria o alguna parte los subsistemas cambia, la información relevante de dispersión se transmite y la información relevante se transmite a la unidad de control. De acuerdo con una determinada estrategia, la unidad de control puede calcular el valor de dispersión que el compensador de dispersión sintonizable debe establecer. La información relevante se transmite a la unidad de ajuste de dispersión para alcanzar la regulación adaptativa de la dispersión.

40 La compensación de dispersión del compensador de dispersión sintonizable puede alcanzarse mediante muchas estrategias. La estrategia más simple es ajustar el valor de compensación de dispersión del compensador de dispersión, lo que garantiza que el valor de dispersión residual $C_{residual}$ después que la dispersión se compensa se controla dentro de un cierto intervalo de $C_{min} - C_{máx}$.

$$C_{residual} = C_{Tx} - C_{adj} - \sum_i C_{Li} - \sum_i C_{NLi} - \sum_j C_{ONj}$$

$$C_{min} \leq C_{residual} \leq C_{máx}$$

50 El sistema de transmisión de información puede realizarse de muchas maneras, y la función básica de este es realizar la transmisión de información relevante entre los nodos. La trayectoria física del sistema de transmisión de información puede utilizar alguna cabecera dentro de la trayectoria óptica que debe compensarse para construir una trayectoria de transmisión de información en banda, y también puede utilizar la trayectoria óptica pública que es irrelevante para la trayectoria óptica que debe compensarse. La transmisión de información entre los diferentes nodos puede realizarse por un protocolo de comunicación maduro y también puede realizarse por protocolo o método privado.

55 Tal como para el sistema SDH de 40 Gb/s de larga distancia, el DCM con valor de dispersión fijo puede utilizarse para hacer compensación de dispersión gruesa, y el sistema de compensación de dispersión adaptativo se utiliza para compensar la dispersión residual. Para el compensador de dispersión adaptativa que se usa en el sistema SDH de 40 Gb/s de larga distancia, la unidad de detección de dispersión de este se dispone en el lado de recepción, y la unidad de ajuste de dispersión y la unidad de control de este se disponen en el lado de transmisión o en el lado de recepción. Cuando la unidad de ajuste de dispersión se dispone en el lado de transmisión, la información de control necesita transmitirse desde el lado de recepción al lado de transmisión. El STM-256 o los bytes de cabecera que no

se utilizan de OTU3 pueden utilizarse para transmitir información de control relevante de compensación de dispersión.

5 Para el sistema de transmisión óptica WDM, la trayectoria de supervisión óptica puede utilizarse como la trayectoria física. Para realizar la transmisión de la información relevante de la dispersión puede utilizarse el protocolo de comunicación relevante.

10 Las descripciones anteriores son sólo modalidades preferibles de la presente invención, que no se usan para restringir la presente invención. Para los expertos en la materia, la presente invención puede tener diversos cambios y variaciones. Todas las modificaciones, sustituciones equivalentes, mejoras, etc. dentro del principio de la presente invención se concluyen todos en el ámbito de protección de la presente invención, como se define por las reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Un sistema de compensación de dispersión adaptativo para una red de comunicación óptica, **caracterizado porque** el sistema comprende:
- al menos una unidad de detección de rendimiento (20) para detectar el rendimiento relevante de dispersión;
- 10 al menos una unidad de procesamiento de control (30) para la generación de información de control de acuerdo con la información detectada de al menos una unidad de detección de rendimiento;
- al menos una unidad de ajuste de dispersión (40) para la compensación de dispersión de acuerdo con la información de control desde al menos una unidad de procesamiento de control; y
- 15 una unidad de transmisión de información (50) conectada entre al menos una unidad de detección de rendimiento, al menos una unidad de procesamiento de control y al menos una unidad de ajuste de dispersión que se encuentran en diferentes nodos, para transmitir la información detectada desde al menos una unidad de detección de rendimiento a al menos una unidad de procesamiento de control que se sitúa en un nodo distinto, y para transmitir la información de control desde la unidad de procesamiento de control a al menos una unidad de ajuste de dispersión que se sitúa en un nodo diferente.
- 20 2. El sistema de compensación de dispersión adaptativo de acuerdo con la reivindicación 1, en donde al menos una unidad de ajuste de dispersión (40) es un compensador de dispersión sintonizable, que puede ser el que emplea fibra de rejilla Bragg con barrido de frecuencias, o el que emplea la tecnología de interferencia etalón G-T, o el que emplea la tecnología de sistema mecánico microelectrónico, o el que emplea la tecnología de cavidad resonante en forma de anillo PLC, o el dispositivo que emplea la tecnología de conexión en cascada del compensador de dispersión fijo multietapa y el uso de diferentes tecnologías de control del valor de compensación de dispersión a través de un conmutador óptico.
- 25 3. El sistema de compensación de dispersión adaptativo de acuerdo con la reivindicación 1, en donde al menos una unidad de ajuste de dispersión (40) es un transmisor capaz de acomodar la dispersión.
- 30 4. El sistema de compensación de dispersión adaptativo de acuerdo con la reivindicación 1, en donde al menos una unidad de ajuste de dispersión (40) es un receptor capaz de ajustar la dispersión.
- 35 5. El sistema de compensación de dispersión adaptativo de acuerdo con la reivindicación 1, en donde al menos una unidad de ajuste de dispersión (40) es un receptor de compensación de dispersión sintonizable, que puede ser un receptor de compensación de dispersión sintonizable en el dominio eléctrico, o un receptor de compensación de dispersión sintonizable en el dominio óptico, o la combinación de los dos.
- 40 6. El sistema de compensación de dispersión adaptativo de acuerdo con la reivindicación 1, en donde una de al menos una unidad de detección de rendimiento (20), una de al menos una unidad de procesamiento de control (30) correspondiente a este, y una de al menos una unidad de ajuste de dispersión (40) correspondiente a este se disponen, respectivamente, en diferentes nodos, la información detectada entre la unidad de detección de rendimiento y la unidad de procesamiento de control (30) se transmite por la unidad de transmisión de información (50), y la información de control entre la unidad de procesamiento de control (30) y la unidad de ajuste de dispersión (40) se transmite por la unidad de transmisión de información (50).
- 45 7. El sistema de compensación de dispersión adaptativo de acuerdo con la reivindicación 1, en donde una de la unidad de ajuste de dispersión (40) y una de al menos una unidad de procesamiento de control (30) correspondiente a este se disponen en el mismo nodo, una de al menos una unidad de detección de rendimiento (20) correspondiente a este se dispone en un nodo diferente, la información detectada entre la unidad de detección de rendimiento (20) y la unidad de procesamiento de control (30) se transmite por la unidad de transmisión de información (50), y la información de control de la unidad de procesamiento de control (30) se transmite directamente a la unidad de ajuste de dispersión (40).
- 50 8. El sistema de compensación de dispersión adaptativo de acuerdo con la reivindicación 1, en donde al menos una de la unidad de detección de rendimiento (20) y una de al menos una unidad de procesamiento de control (30) correspondiente a este se disponen en este nodo, una de al menos una unidad de ajuste de dispersión (40) correspondiente a este se dispone en un nodo diferente, la información detectada de la unidad de detección de rendimiento (20) se transmite directamente a la unidad de procesamiento de control (30), y la información de control entre la unidad de procesamiento de control (30) y la unidad de ajuste de dispersión (40) se transmite por la unidad de transmisión de información (50).
- 55 60

- 5
- 10
- 15
- 20
- 25
- 30
- 35
- 40
- 45
- 50
- 55
- 60
9. El sistema compensación de dispersión adaptativa de acuerdo con la reivindicación 1, en donde una pluralidad de unidades de detección de rendimiento (20), una pluralidad de unidades de procesamiento de control (30) correspondiente a este, y una pluralidad de unidades de ajuste de dispersión (40) correspondiente a este se disponen respectivamente en diferentes nodos, la información detectada entre la pluralidad de unidades de detección de rendimiento (20) y la pluralidad de unidades de procesamiento de control (30) correspondientes respectivamente a este, se transmite por la unidad de información de transmisión (50), la información de control entre la pluralidad de unidades de procesamiento de control (30) y la pluralidad de unidades de ajuste de dispersión (40) correspondientes respectivamente a este, se transmite por la unidad de transmisión de información (50).
 10. El sistema de compensación de dispersión adaptativo de acuerdo con la reivindicación 1, en donde una pluralidad de unidades de detección de rendimiento (20) y una pluralidad de unidades de ajuste de dispersión (40) correspondiente a este corresponden a una de al menos una unidad de procesamiento de control (30) y se controlan de manera centralizada por la unidad de procesamiento de control (30).
 11. El sistema de compensación de dispersión adaptativo de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a la 10, en donde la unidad de transmisión de información (50) realiza la transmisión de información en banda a través de la cabecera dentro de la trayectoria óptica a compensar.
 12. El sistema de compensación de dispersión adaptativo de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a la 10, en donde la unidad de transmisión de información (50) realiza la transmisión de información a través de la trayectoria óptica pública irrelevante para la trayectoria óptica que debe compensarse.
 13. El sistema de compensación de dispersión adaptativo de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a la 10, en donde la unidad de transmisión de información (50) realiza la transmisión de información a través de la combinación de la cabecera dentro de la trayectoria óptica que debe compensarse y la trayectoria óptica pública irrelevante para la trayectoria óptica que debe que compensarse.
 14. El sistema de compensación de dispersión adaptativo de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a la 10, en donde la información detectada puede ser la información de cambio de dispersión de la trayectoria óptica a compensar por todo el enlace de transmisión óptica.
 15. El sistema de compensación de dispersión adaptativo de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a la 10, en donde el sistema de compensación de dispersión adaptativo es adaptable a un solo canal o a múltiples canales.
 16. Un método de compensación de dispersión adaptativo para la red de comunicación óptica, **caracterizado porque** el método comprende las siguientes etapas:
 - un paso de detección para la generación de información detectada a través de la detección del rendimiento relevante de la dispersión por medio de al menos una unidad de detección de rendimiento (20);
 - un paso de transmisión de información detectada para transmitir la información detectada a al menos una unidad de procesamiento de control (30);
 - un paso de procesamiento para la generación de información de control por medio de al menos una unidad de procesamiento de control (30) de acuerdo con la información detectada;
 - una etapa de transmisión de información de control para la transmisión de la información de control a al menos una unidad de ajuste de dispersión (40);
 - un paso de compensación para la compensación de dispersión por medio de al menos una unidad de ajuste de dispersión (40) de acuerdo con la información de control.

en donde, en la etapa de transmisión de información detectada y la etapa de transmisión de información de control, la información detectada se transmite desde al menos una unidad de detección de rendimiento (20) a al menos una unidad de procesamiento de control (30) que se dispone en un nodo diferente, y la información de control se transmiten desde al menos una unidad de procesamiento de control (30) a al menos una unidad de ajuste de dispersión (40) que se dispone en un nodo diferente, por medio de una unidad de transmisión de información (50).
 17. El método de compensación de dispersión adaptativo según la reivindicación 16, en donde en la etapa de compensación, un compensador de dispersión sintonizable puede usarse como la unidad de ajuste de dispersión (40) para compensar la dispersión.

- 5
18. El método de compensación de dispersión adaptativo según la reivindicación 16, en donde en la etapa de transmisión de la información detectada y la etapa de transmisión de la información de control, la transmisión de información en banda se lleva a cabo por medio de la unidad de transmisión de información (50) mediante el uso de la cabecera dentro de la trayectoria óptica a compensarse.
- 10
19. El método de compensación de dispersión adaptativo según la reivindicación 16, en donde en la etapa de transmisión de la información detectada y la etapa de transmisión de la información de control, la unidad de transmisión de información (50) realiza la transmisión de información a través de la trayectoria óptica pública irrelevante a la trayectoria óptica a compensarse.
- 15
20. El método de compensación de dispersión adaptativo según la reivindicación 16, en donde en la etapa de transmisión de la información detectada y la etapa de transmisión de la información de control, la unidad de transmisión de información (50) realiza la transmisión de información a través de la combinación de las dos trayectorias: la cabecera dentro de la trayectoria óptica que debe compensarse, y la trayectoria óptica pública irrelevante a la trayectoria óptica que debe compensarse.
- 20
21. El método de compensación de dispersión adaptativo de acuerdo con la reivindicación 16, en donde la información detectada puede ser la información de cambio de dispersión de la trayectoria óptica que debe compensarse por todo el enlace de transmisión óptica.
- 25
22. El método de compensación de dispersión adaptativo según la reivindicación 16, en donde la información detectada puede ser la tasa de error de bit de la señal o el factor Q de la señal o la información que refleja la calidad de señal de la trayectoria óptica que debe compensarse en el lado de recepción del enlace de transmisión óptica.
23. El método de compensación de dispersión adaptativo de acuerdo con la reivindicación 16, en donde el método de compensación de dispersión adaptativo se adecua para el sistema de un solo canal o el sistema multicanal.

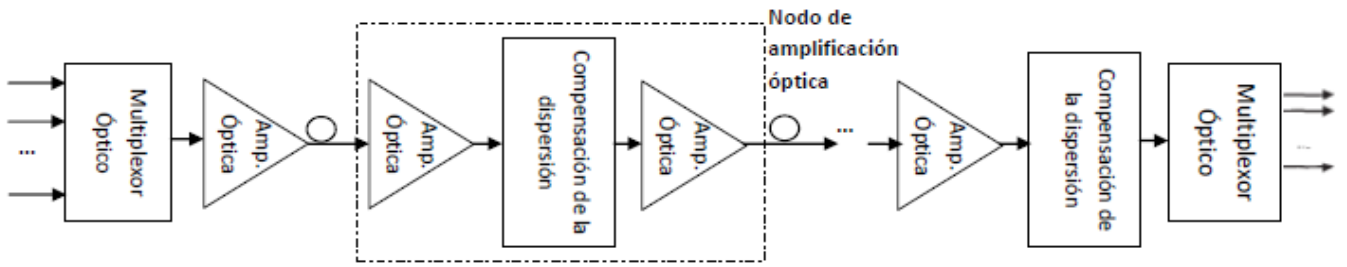


Fig. 1

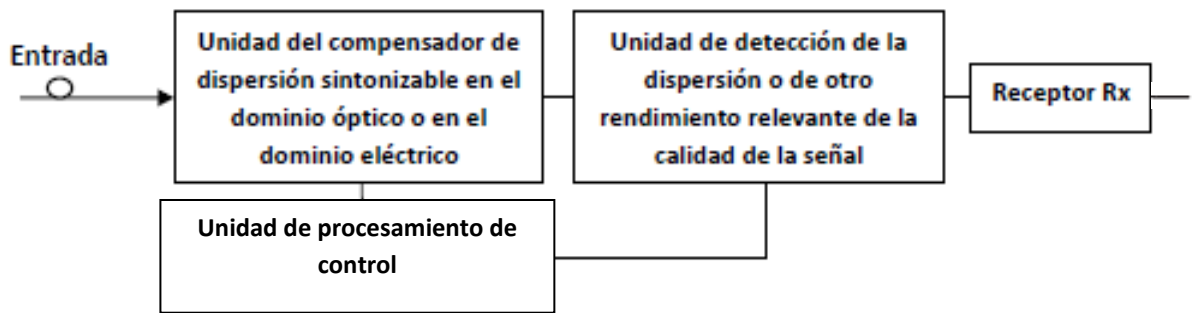


Fig. 2

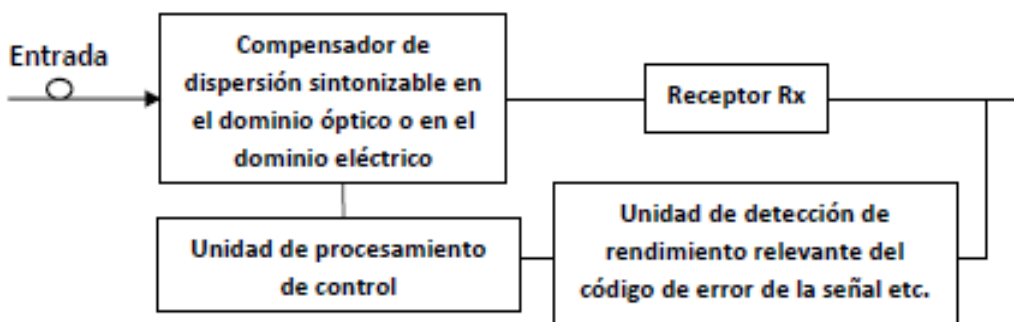


Fig. 3

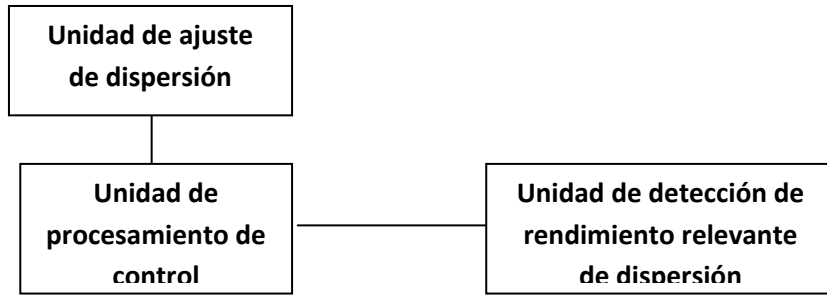


Fig. 4

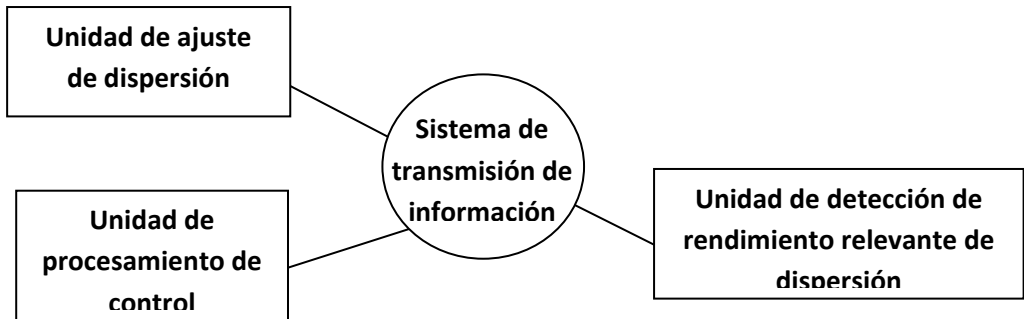


Fig. 5

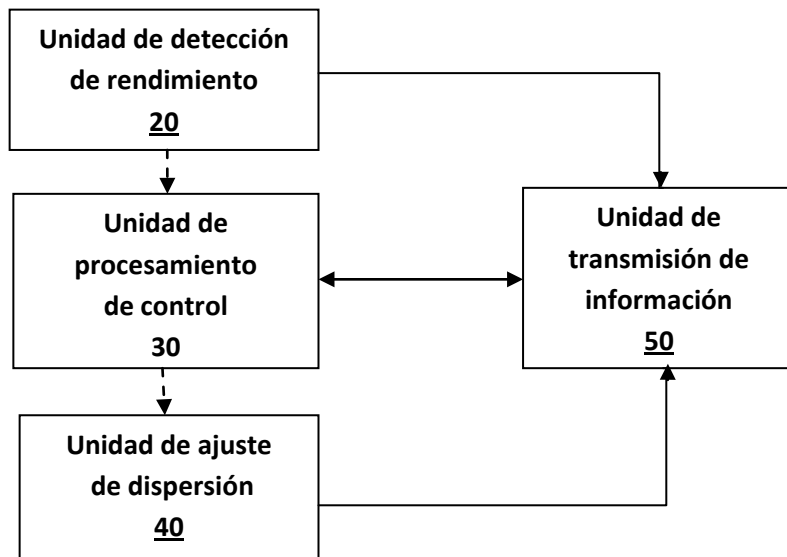


Fig. 6

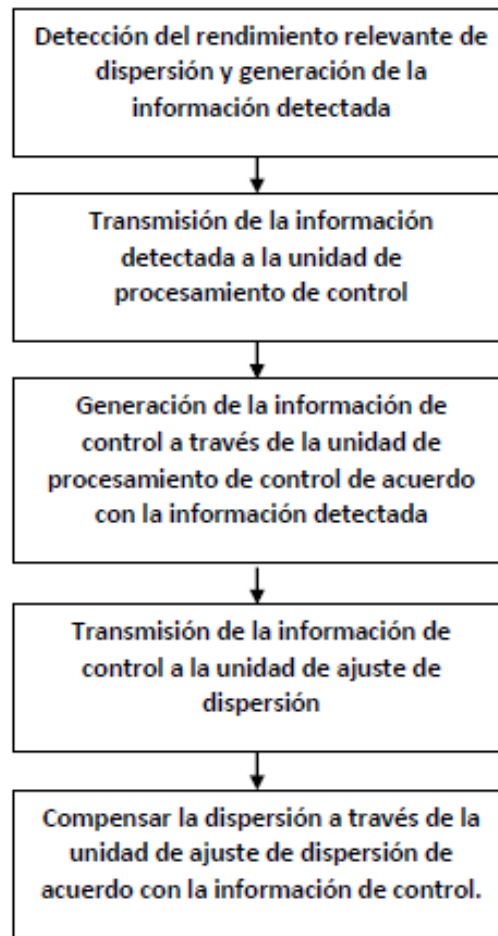


Fig. 7

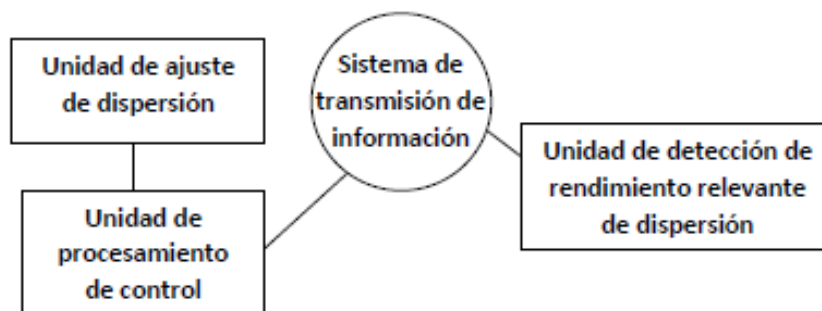


Fig. 8

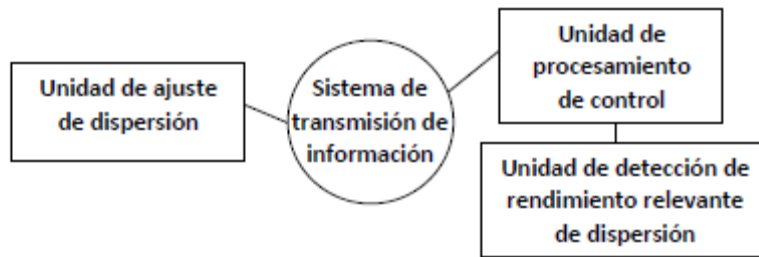


Fig. 9

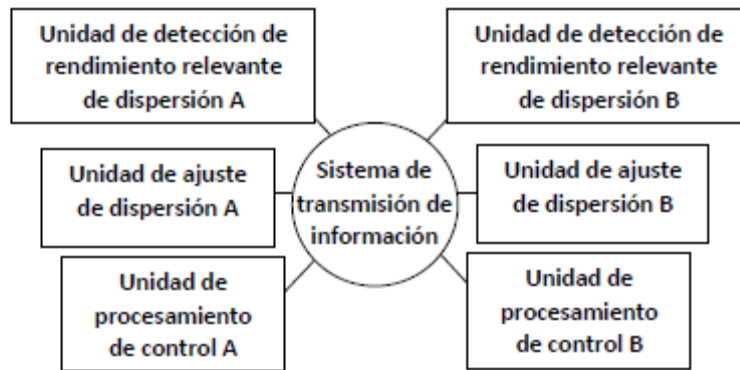


Fig. 10

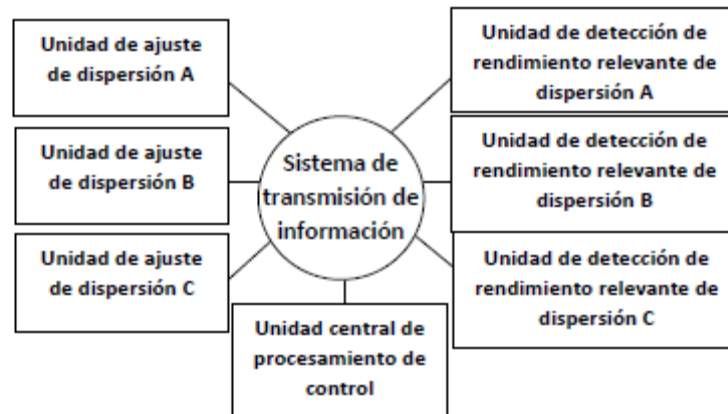


Fig. 11