

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 894 263**

51 Int. Cl.:

H03F 1/22 (2006.01)

H03F 3/08 (2006.01)

H03F 3/45 (2006.01)

H04B 10/69 (2013.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **24.01.2017 PCT/CN2017/072513**

87 Fecha y número de publicación internacional: **02.08.2018 WO18137155**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.01.2017 E 17894304 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.08.2021 EP 3567756**

54 Título: **Receptor óptico**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
14.02.2022

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**FU, SHENGMENG;
XIONG, YU;
MAN, JIANGWEI;
WANG, CHENGYAN;
ZENG, XIAOFEI y
ZENG, LI**

74 Agente/Representante:

SÁNCHEZ SILVA, Jesús Eladio

ES 2 894 263 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

Receptor óptico

5 Campo técnico

Esta solicitud se refiere al campo de las comunicaciones ópticas y, en particular, a un receptor óptico que tiene una ganancia máxima de alta frecuencia.

10 Antecedentes

Las tecnologías y los productos de la red óptica pasiva (Passive Optical Network, PON) 10G están listos y entran en una etapa de implementación a gran escala. En una PON 10G, los costos de una unidad de red óptica (Optical Network Unit, ONU) se convierten en un problema clave en la implementación masiva en el futuro, y la reducción de costos es un requisito clave de la PON 10G. Una tecnología de subconjunto óptico bidireccional a bordo (Bi-directional Optical Sub-Assembly On Board, BOB) que se usa ampliamente en una red óptica pasiva gigabit (Gigabit Passive Optical Network, GPON) también puede usarse en la PON 10G, para reducir los costos de empaque. Por lo tanto, la reducción de los costos de los componentes es clave para una mayor reducción de costos.

20 En la ONU de la PON 10G, un fotodiodo de avalancha (Avalanche Photodiode, APD) 10G es un componente óptico de mayor velocidad y representa la mayor proporción de los costos. Por lo tanto, la reducción de costos del APD es clave para la reducción de los costos de la ONU de la PON 10G.

El documento EP 2 736 182 A1 describe un receptor óptico de alta velocidad, que se configura para recibir una señal óptica que tiene una velocidad de transmisión más alta que la que se recibe mediante el uso de un fotodiodo de avalancha general (APD) al expandir un ancho de banda de frecuencia mediante el uso de un circuito receptor que se configura junto con un APD en el receptor óptico que incluye el APD, un circuito de control de polarización de APD, un amplificador de transimpedancia (TIA) para amplificar una señal que se recibe desde el APD para que tenga poco ruido, y un post amplificador.

El documento US 2006/0115280 A1 describe un sistema de receptor óptico que incluye un circuito amplificador y un circuito de compensación. El circuito amplificador incluye un detector de luz y un amplificador de transimpedancia. El amplificador de transimpedancia produce una señal amplificada. El circuito de compensación incluye al menos una etapa de compensación de polos que realiza la compensación de polos en la señal amplificada.

El documento US 2009/0315626 A1 describe un receptor óptico que incluye un elemento receptor de luz para convertir una señal óptica en una señal eléctrica que tiene un primer ancho de banda y un amplificador para amplificar la señal eléctrica. El amplificador tiene una primera respuesta de ganancia que produce un segundo ancho de banda que es menor que el primer ancho de banda. El receptor óptico también incluye un circuito de ecualización que se acopla operativamente al amplificador. El circuito de ecualización tiene una segunda respuesta de ganancia que compensa la primera respuesta de ganancia del amplificador de modo que el amplificador y el circuito de ecualización imparten una ganancia neta sustancialmente constante a la señal eléctrica sobre el primer ancho de banda.

40

Resumen

La invención se define por las reivindicaciones adjuntas.

45 Las modalidades de esta solicitud proporcionan un receptor óptico para recibir una señal de alta velocidad mediante el uso de un APD de baja velocidad, resolviendo de esta manera el problema de que los costos de un componente general son excesivamente altos debido a los costos excesivamente altos de un APD de alta velocidad.

De acuerdo con un primer aspecto, se proporciona un receptor óptico, que incluye un detector optoelectrónico, un circuito de amplificación de transimpedancia, un convertidor de un solo extremo a diferencial, una interfaz de E/S y un controlador, donde el detector optoelectrónico se configura para convertir una señal óptica recibida en una señal de corriente, donde el ancho de banda del detector optoelectrónico es menor que un requisito de ancho de banda de transmisión del sistema; el circuito de amplificación de transimpedancia se configura para: recibir la señal de corriente y una primera señal de control, y realizar una ganancia de transimpedancia en la señal de corriente en base a la primera señal de control, para obtener una señal de tensión, donde un valor de respuesta de frecuencia de la señal de corriente dentro del primer ancho de banda es mayor que dentro del ancho de banda del detector optoelectrónico, y cualquier frecuencia en el primer ancho de banda no es menor que una frecuencia de corte superior del detector optoelectrónico; el convertidor de un solo extremo a diferencial se configura para: convertir la señal de tensión en una señal de tensión diferencial y enviar la señal de tensión diferencial a la interfaz de E/S y al controlador; la interfaz de E/S se configura para dar salida a la señal de tensión diferencial; y el controlador se configura para: generar una segunda señal de control en base a la señal de tensión diferencial y enviar la segunda señal de control al circuito de amplificación de transimpedancia, donde la segunda señal de control se usa para controlar el circuito de amplificación de transimpedancia para que realice una ganancia de transimpedancia en la señal de corriente.

65 De acuerdo con el receptor óptico que se proporciona en esta modalidad de esta solicitud, se usa el detector optoelectrónico cuyo ancho de banda es menor que el requisito de ancho de banda de transmisión del sistema, para

reducir en gran medida los costos del receptor óptico; y se usa el circuito de amplificación de transimpedancia, para remediar el deterioro de la señal recibida causado por la insuficiencia del ancho de banda, de modo que los costos de los componentes se reducen mientras se asegura la calidad de la señal recibida.

5 Con referencia al primer aspecto, en una primera posible implementación del primer aspecto, el controlador se configura específicamente para: realizar un procesamiento de muestreo una pluralidad de veces, y realizar el siguiente proceso cada vez que se realiza el procesamiento de muestreo: enviar una señal de control al circuito de amplificación de transimpedancia; muestrear un nivel superior y un nivel inferior de la señal de tensión diferencial recibida, para obtener un valor de un punto de muestreo; y modificar la señal de control en base a una cantidad de modificación preestablecida; y después de realizar el procesamiento de muestreo una pluralidad de veces, el controlador se configura específicamente para usar, como la segunda señal de control, una señal de control correspondiente a un punto de muestreo con un valor máximo en una pluralidad de puntos de muestreo que se obtienen después de la pluralidad de veces que se realiza el procesamiento de muestreo.

15 Con referencia al primer aspecto, en una segunda posible implementación del primer aspecto, el controlador se configura específicamente para: realizar un procesamiento de detección una pluralidad de veces, y realizar el siguiente proceso cada vez que se realice el procesamiento de detección: enviar una señal de control al circuito de amplificación de transimpedancia; usar una primera frecuencia como límite, y detectar por separado la energía de la señal de tensión diferencial que es mayor que la primera frecuencia y la energía de la señal de tensión diferencial que es menor que la primera frecuencia, para obtener una diferencia de energía, donde la primera frecuencia es $0,28/T_b$, y T_b es la duración de cada bit de la señal de tensión diferencial; y modificar la señal de control en base a una cantidad de modificación preestablecida; y después de realizar el procesamiento de detección una pluralidad de veces, el controlador se configura específicamente para usar, como segunda señal de control, una señal de control correspondiente a una diferencia de energía mínima en una pluralidad de diferencias de energía que se obtienen después de la pluralidad de veces que se realiza el procesamiento de detección.

Las dos modalidades anteriores son dos implementaciones en las que el controlador selecciona una señal de control óptima. La señal de control óptima puede permitir que el circuito de amplificación de transimpedancia realice, para el detector optoelectrónico, una compensación óptima que puede implementarse mediante el circuito de amplificación de transimpedancia. Además, la compensación de ganancia mediante el circuito de amplificación de transimpedancia se implementa dentro del circuito de amplificación de transimpedancia, de modo que no se introduce ruido adicional.

Con referencia al primer aspecto, en una tercera posible implementación del primer aspecto, el receptor óptico incluye además un ecualizador, donde el ecualizador se configura para: recibir la señal de tensión diferencial y una tercera señal de control, realizar la ganancia en la señal de tensión diferencial en base a la tercera señal de control, y enviar una señal de tensión diferencial que se obtiene después de la ganancia al controlador y la interfaz de E/S, donde un valor de respuesta de frecuencia de la señal de tensión diferencial dentro del segundo ancho de banda es mayor que dentro del primer ancho de banda, y cualquier frecuencia en el segundo ancho de banda es más alta que cualquier frecuencia en el primer ancho de banda; y el controlador se configura además para: generar una cuarta señal de control en base a la señal de tensión diferencial y enviar la cuarta señal de control al ecualizador, donde la cuarta señal de control se usa para controlar el ecualizador para que realice una ganancia en la señal de tensión diferencial.

En esta modalidad de esta solicitud, se usa el ecualizador, de modo que se amplía un intervalo de compensación para el detector optoelectrónico, y se puede realizar la compensación de ganancia para una frecuencia más alta en comparación con el circuito de amplificación de transimpedancia.

Con referencia a la tercera implementación posible del primer aspecto, en una cuarta implementación posible del primer aspecto, el controlador se configura específicamente para: realizar un primer procesamiento de muestreo una pluralidad de veces, y realizar el siguiente proceso cada vez que se realice el primer procesamiento de muestreo: enviar una señal de control al circuito de amplificación de transimpedancia; muestrear un nivel superior y un nivel inferior de la señal de tensión diferencial recibida, para obtener un valor de un punto de muestreo; y modificar la señal de control en base a una cantidad de modificación preestablecida; y después de realizar el primer procesamiento de muestreo una pluralidad de veces, el controlador se configura específicamente para usar, como la segunda señal de control, una señal de control correspondiente a un punto de muestreo con un valor máximo en una pluralidad de puntos de muestreo que se obtienen después de la pluralidad de veces que se realiza el primer procesamiento de muestreo; y después de enviar la segunda señal de control al circuito de amplificación de transimpedancia, el controlador realiza además un segundo procesamiento de muestreo una pluralidad de veces y realiza el siguiente proceso cada vez que se realiza el segundo procesamiento de muestreo: enviar una señal de control al ecualizador; muestrear un nivel superior y un nivel inferior de la señal de tensión diferencial recibida, para obtener un valor de un punto de muestreo; y modificar la señal de control en base a la cantidad de modificación preestablecida; y después de realizar el segundo procesamiento de muestreo una pluralidad de veces, el controlador se configura específicamente para usar, como cuarta señal de control, una señal de control correspondiente a un punto de muestreo con un valor máximo en una pluralidad de puntos de muestreo que se obtienen después de la pluralidad de veces que se realiza el segundo procesamiento de muestreo.

Con referencia a la tercera implementación posible del primer aspecto, en una quinta implementación posible del primer aspecto, el controlador se configura específicamente para: realizar un primer procesamiento de detección una pluralidad de veces, y realizar el siguiente proceso cada vez que se realice el primer procesamiento de detección: enviar una señal de control al circuito de amplificación de transimpedancia; usar una primera frecuencia como límite, y detectar por separado la energía de la señal de tensión diferencial que es mayor que la primera frecuencia y la energía de la señal de tensión diferencial que es menor que la primera frecuencia, para obtener una diferencia de energía, donde la primera frecuencia es $0,28/T_b$, y T_b es la duración de cada bit de la señal de tensión diferencial; y modificar la señal de control en base a una cantidad de modificación preestablecida; y después de realizar el primer procesamiento de detección una pluralidad de veces, el controlador se configura específicamente para usar, como la segunda señal de control, una señal de control correspondiente a una diferencia de energía mínima en una pluralidad de diferencias de energía que se obtienen después de la pluralidad de veces que se realiza el primer procesamiento de detección; y

después de enviar la segunda señal de control al circuito de amplificación de transimpedancia, el controlador realiza además un segundo procesamiento de detección una pluralidad de veces y realiza el siguiente proceso cada vez que se realiza el segundo procesamiento de detección: enviar una señal de control al ecualizador; usar la primera frecuencia como límite, y detectar por separado la energía de la señal de tensión diferencial que es mayor que la primera frecuencia y la energía de la señal de tensión diferencial que es menor que la primera frecuencia, para obtener una diferencia de energía, donde la primera frecuencia es $0,28/T_b$, y T_b es la duración de cada bit de la señal de tensión diferencial; y modificar la señal de control en base a la cantidad de modificación preestablecida; y después de realizar el segundo procesamiento de detección una pluralidad de veces, el controlador se configura específicamente para usar, como cuarta señal de control, una señal de control correspondiente a una diferencia de energía mínima en una pluralidad de diferencias de energía que se obtienen después de la pluralidad de veces que se realiza el segundo procesamiento de detección.

Las dos modalidades anteriores son dos maneras en las que el controlador selecciona una señal de control óptima cuando el receptor óptico incluye el ecualizador. El circuito de amplificación de transimpedancia se usa primero para realizar la compensación de ganancia sin introducir ruido adicional; y si la compensación de ganancia no es suficiente, el ecualizador se usa para realizar la compensación de ganancia, de modo que se logre un efecto de compensación óptima con un costo mínimo de ruido.

De acuerdo con un segundo aspecto, se proporciona un receptor óptico, que incluye un detector optoelectrónico, un primer circuito de amplificación de transimpedancia, un convertidor de un solo extremo a diferencial, un ecualizador, una interfaz de E/S y un controlador, donde el detector optoelectrónico se configura para convertir una señal óptica recibida en una señal de corriente, donde el ancho de banda del detector optoelectrónico es menor que un requisito de ancho de banda de transmisión del sistema; el primer circuito de amplificación de transimpedancia se configura para: recibir la señal de corriente y realizar una ganancia de transimpedancia en la señal de corriente, para obtener una señal de tensión; el convertidor de un solo extremo a diferencial se configura para: convertir la señal de tensión en una señal de tensión diferencial y enviar la señal de tensión diferencial al ecualizador; el ecualizador se configura para: recibir la señal de tensión diferencial y una primera señal de control, realizar una ganancia en la señal de tensión diferencial en base a la primera señal de control y enviar una señal de tensión diferencial que se obtiene después de la ganancia a la interfaz de E/S y al controlador, donde un valor de respuesta de frecuencia de la señal de tensión diferencial dentro del primer ancho de banda es mayor que dentro del ancho de banda del detector optoelectrónico, y cualquier frecuencia en el primer ancho de banda es mayor que una frecuencia de corte superior del detector optoelectrónico; la interfaz de E/S se configura para dar salida a la señal de tensión diferencial que se obtiene después de la ganancia; y el controlador se configura para: generar una segunda señal de control en base a la señal de tensión diferencial que se obtiene después de la ganancia, y enviar la segunda señal de control al ecualizador, donde la segunda señal de control se usa para controlar el ecualizador para que realice una ganancia en la señal de tensión diferencial.

En esta modalidad de esta solicitud, el ecualizador se usa para implementar la compensación de ganancia para una alta frecuencia. De acuerdo con una característica de un amplio intervalo de compensación del ecualizador, el ecualizador se habilita para realizar una compensación para el detector optoelectrónico, para lograr un efecto óptimo. En comparación con la modalidad que se proporciona en el primer aspecto, esta modalidad tiene la ventaja de un intervalo más amplio de compensación para el detector optoelectrónico, y tiene la desventaja de que se introduce más ruido porque la compensación de ganancia para la alta frecuencia la implementa completamente el ecualizador.

Con referencia al segundo aspecto, en una primera posible implementación del segundo aspecto, el controlador se configura específicamente para: realizar un procesamiento de muestreo una pluralidad de veces, y realizar el siguiente proceso cada vez que se realiza el procesamiento de muestreo: enviar una señal de control al ecualizador; muestrear un nivel superior y un nivel inferior de la señal de tensión diferencial recibida, para obtener un valor de un punto de muestreo; y modificar la señal de control en base a una cantidad de modificación preestablecida; y después de realizar el procesamiento de muestreo una pluralidad de veces, el controlador se configura específicamente para usar, como la segunda señal de control, una señal de control correspondiente a un punto de muestreo con un valor máximo en una pluralidad de puntos de muestreo que se obtienen después de la pluralidad de veces que se realiza el procesamiento de muestreo.

Con referencia al segundo aspecto, en una segunda posible implementación del segundo aspecto, el controlador se configura específicamente para: realizar un procesamiento de detección una pluralidad de veces, y realizar el siguiente proceso cada vez que se realice el procesamiento de detección: enviar una señal de control al ecualizador; usar una primera frecuencia como límite, y detectar por separado la energía de la señal de tensión diferencial que es mayor que la primera frecuencia y la energía de la señal de tensión diferencial que es menor que la primera frecuencia, para obtener una diferencia de energía, donde la primera frecuencia es $0,28/T_b$, y T_b es la duración de cada bit de la señal de tensión diferencial; y modificar la señal de control en base a una cantidad de modificación preestablecida; y después de la pluralidad de veces que se realiza el procesamiento de detección, el controlador se configura específicamente para usar, como segunda señal de control, una señal de control correspondiente a una diferencia de energía mínima en una pluralidad de diferencias de energía que se obtienen después de la pluralidad de veces que se realiza el procesamiento de detección.

De acuerdo con un tercer aspecto, se proporciona un método de recepción, que incluye: convertir, mediante un receptor óptico, una señal óptica recibida en una señal de corriente mediante el uso de un detector optoelectrónico, donde el ancho de banda del detector optoelectrónico es menor que un requisito de ancho de banda de transmisión del sistema; realizar, mediante el receptor óptico, la ganancia de transimpedancia en la señal de corriente en base a una primera señal de control, para obtener una señal de tensión, donde un valor de respuesta de frecuencia de la señal de corriente dentro del primer ancho de banda es mayor que dentro del ancho de banda del detector optoelectrónico, y cualquier frecuencia en el primer ancho de banda no es menor que una frecuencia de corte superior del detector optoelectrónico; y convertir, mediante el receptor óptico, la señal de tensión en una señal de tensión diferencial, y generar una segunda señal de control en base a la señal de tensión diferencial, donde la segunda señal de control se usa para controlar el receptor óptico para que realice una ganancia de transimpedancia en la señal de corriente.

Con referencia al tercer aspecto, en una primera posible implementación del tercer aspecto, la generación de una segunda señal de control en base a la señal de tensión diferencial incluye específicamente: realizar un procesamiento de muestreo una pluralidad de veces y usar, como segunda señal de control, una señal de control correspondiente a un punto de muestreo con un valor máximo en una pluralidad de puntos de muestreo que se obtienen después de la pluralidad de veces que se realiza el procesamiento de muestreo, donde se realiza el siguiente proceso cada vez que se realiza el procesamiento de muestreo: realizar la ganancia de transimpedancia en la señal de corriente en base a una señal de control, para obtener la señal de tensión, y convertir la señal de tensión en la señal de tensión diferencial; muestrear un nivel superior y un nivel inferior de la señal de tensión diferencial, para obtener un valor de un punto de muestreo; y modificar la señal de control en base a una cantidad de modificación preestablecida.

Con referencia al tercer aspecto, en una segunda posible implementación del tercer aspecto, la generación de una segunda señal de control en base a la señal de tensión diferencial incluye específicamente: realizar un procesamiento de detección una pluralidad de veces y usar, como segunda señal de control, una señal de control correspondiente a una diferencia de energía mínima en una pluralidad de diferencias de energía que se obtienen después de la pluralidad de veces que se realiza el procesamiento de detección, donde se realiza el siguiente proceso cada vez que se realiza el procesamiento de detección: realizar la ganancia de transimpedancia en la señal de corriente en base a una señal de control, para obtener la señal de tensión y convertir la señal de tensión en la señal de tensión diferencial; usar una primera frecuencia como límite, y detectar por separado la energía de la señal de tensión diferencial que es mayor que la primera frecuencia y la energía de la señal de tensión diferencial que es menor que la primera frecuencia, para obtener una diferencia de energía, donde la primera frecuencia es $0,28/T_b$, y T_b es la duración de cada bit de la señal de tensión diferencial; y modificar la señal de control en base a una cantidad de modificación preestablecida.

Con referencia al tercer aspecto, en una tercera posible implementación del tercer aspecto, después de convertir, mediante el receptor óptico, la señal de tensión en una señal de tensión diferencial, el método incluye además: realizar una ganancia en la señal de tensión diferencial en base a una tercera señal de control, donde un valor de respuesta de frecuencia de la señal de tensión diferencial dentro del segundo ancho de banda es mayor que dentro del primer ancho de banda, y cualquier frecuencia en el segundo ancho de banda es mayor que cualquier frecuencia en el primer ancho de banda; y después de generar una segunda señal de control, el método incluye además: generar una cuarta señal de control en base a una señal de tensión diferencial que se obtiene después de la ganancia, donde la cuarta señal de control se usa para controlar el receptor óptico para que realice una ganancia en la señal de tensión diferencial.

Con referencia a la tercera implementación posible del tercer aspecto, en una cuarta implementación posible del tercer aspecto, la generación de una segunda señal de control en base a la señal de tensión diferencial incluye específicamente: realizar un primer procesamiento de muestreo una pluralidad de veces y usar, como la segunda señal de control, una señal de control correspondiente a un punto de muestreo con un valor máximo en una pluralidad de puntos de muestreo que se obtienen después de realizar el primer procesamiento de muestreo una pluralidad de veces, donde se realiza el siguiente proceso cada vez que se realiza el primer procesamiento de muestreo: realizar la ganancia de transimpedancia en la señal de corriente en base a una señal de control, para obtener la señal de tensión, y convertir la señal de tensión en la señal de tensión diferencial; muestrear un nivel superior y un nivel inferior de la señal de tensión diferencial, para obtener un valor de un punto de muestreo; y modificar la señal de control en base a una cantidad de modificación preestablecida; y generar una cuarta señal de control en base a la señal de tensión

diferencial incluye específicamente: realizar un segundo procesamiento de muestreo una pluralidad de veces, y usar, como cuarta señal de control, una señal de control correspondiente a un punto de muestreo con un valor máximo en una pluralidad de puntos de muestreo que se obtienen después de la pluralidad de veces que se realiza el segundo procesamiento de muestreo, donde se realiza el siguiente proceso cada vez que se realiza el segundo procesamiento de muestreo: realizar una ganancia en la señal de tensión diferencial en base a una señal de control, para obtener la señal de tensión diferencial que se obtiene después de la ganancia; muestrear un nivel superior y un nivel inferior de la señal de tensión diferencial que se obtiene después de la ganancia, para obtener un valor de un punto de muestreo; y modificar la señal de control en base a la cantidad de modificación preestablecida.

Con referencia a la tercera implementación posible del tercer aspecto, en una quinta implementación posible del tercer aspecto, la generación de una segunda señal de control en base a la señal de tensión diferencial incluye específicamente: realizar un primer procesamiento de detección una pluralidad de veces, y usar, como la segunda señal de control, una señal de control correspondiente a una diferencia de energía mínima en una pluralidad de diferencias de energía que se obtienen después de la pluralidad de veces que se realiza el primer procesamiento de detección, donde se realiza el siguiente proceso cada vez que se realiza el primer procesamiento de detección: realizar la ganancia de transimpedancia en la señal de corriente en base a una señal de control, para obtener la señal de tensión, y convertir la señal de tensión en la señal de tensión diferencial; muestrear un nivel superior y un nivel inferior de la señal de tensión diferencial, para obtener un valor de un punto de muestreo; y modificar la señal de control en base a una cantidad de modificación preestablecida; y la generación de una cuarta señal de control en base a la señal de tensión diferencial incluye específicamente: realizar un segundo procesamiento de detección una pluralidad de veces y usar, como cuarta señal de control, una señal de control correspondiente a una diferencia de energía mínima en una pluralidad de diferencias de energía que se obtienen después de la pluralidad de veces que se realiza el segundo procesamiento de muestreo, donde se realiza el siguiente proceso cada vez que se realiza el segundo procesamiento de detección: realizar una ganancia en la señal de tensión diferencial en base a una señal de control, para obtener la señal de tensión diferencial que se obtiene después de la ganancia; usar una primera frecuencia como límite, y detectar por separado la energía de la señal de tensión diferencial que es mayor que la primera frecuencia y la energía de la señal de tensión diferencial que es menor que la primera frecuencia, para obtener una diferencia de energía, donde la primera frecuencia es $0,28/T_b$, y T_b es la duración de cada bit de la señal de tensión diferencial; y modificar la señal de control en base a la cantidad de modificación preestablecida.

La modalidad en el tercer aspecto es un método de recepción correspondiente al receptor óptico en el primer aspecto, los efectos beneficiosos son los mismos que los del primer aspecto y los detalles no se describen en la presente descripción nuevamente.

De acuerdo con un cuarto aspecto, se proporciona un método de recepción, que comprende: convertir, mediante un receptor óptico, una señal óptica recibida en una señal de corriente mediante el uso de un detector optoelectrónico, donde el ancho de banda del detector optoelectrónico es menor que un requisito de ancho de banda de transmisión del sistema; realizar, mediante el receptor óptico, una ganancia de transimpedancia en la señal de corriente, para obtener una señal de tensión, y convertir la señal de tensión en una señal de tensión diferencial; realizar, mediante el receptor óptico, la ganancia en la señal de tensión diferencial en base a una primera señal de control, para obtener una señal de tensión diferencial que se obtiene después de la ganancia, donde un valor de respuesta de frecuencia de la señal de tensión diferencial dentro del primer ancho de banda es mayor que dentro del ancho de banda del detector optoelectrónico, y cualquier frecuencia en el primer ancho de banda es mayor que una frecuencia de corte superior del detector optoelectrónico; y generar, mediante el receptor óptico, una segunda señal de control en base a la señal de tensión diferencial que se obtiene después de la ganancia, donde la segunda señal de control se usa para controlar el receptor óptico para que realice una ganancia en la señal de tensión diferencial.

Con referencia al cuarto aspecto, en una primera posible implementación del cuarto aspecto, la generación de una segunda señal de control en base a la señal de tensión diferencial que se obtiene después de la ganancia incluye específicamente: realizar un procesamiento de muestreo una pluralidad de veces, y usar, como segunda señal de control, una señal de control correspondiente a un punto de muestreo con un valor máximo en una pluralidad de puntos de muestreo que se obtienen después de la pluralidad de veces que se realiza el procesamiento de muestreo, donde se realiza el siguiente proceso cada vez que se realiza el procesamiento de muestreo: realizar una ganancia en la señal de tensión diferencial en base a una señal de control, para obtener la señal de tensión diferencial que se obtiene después de la ganancia; muestrear un nivel superior y un nivel inferior de la señal de tensión diferencial que se obtiene después de la ganancia, para obtener un valor de un punto de muestreo; y modificar la señal de control en base a una cantidad de modificación preestablecida.

Con referencia al cuarto aspecto, en una segunda posible implementación del cuarto aspecto, la generación de una segunda señal de control en base a la señal de tensión diferencial que se obtiene después de la ganancia incluye específicamente: realizar un procesamiento de detección una pluralidad de veces, y usar, como segunda señal de control, una señal de control correspondiente a una diferencia de energía mínima en una pluralidad de diferencias de energía que se obtienen después de la pluralidad de veces que se realiza el procesamiento de detección, donde se realiza el siguiente proceso cada vez que se realiza el procesamiento de detección: realizar una ganancia en la señal de tensión diferencial en base a una señal de control, para obtener la señal de tensión diferencial que se obtiene después de la ganancia; usar una primera frecuencia como límite, y detectar por separado la energía que es de la

5 señal de tensión diferencial que se obtiene después de la ganancia y que es mayor que la primera frecuencia y la energía que es de la señal de tensión diferencial que se obtiene después de la ganancia y que es menor que la primera frecuencia, para obtener una diferencia de energía, donde la primera frecuencia es $0,28/T_b$, y T_b es la duración de cada bit de la señal de tensión diferencial; y modificar la señal de control en base a una cantidad de modificación preestablecida.

10 La modalidad en el cuarto aspecto es un método de recepción correspondiente al receptor óptico en el segundo aspecto, los efectos beneficiosos son los mismos que los del segundo aspecto, y los detalles no se describen en la presente descripción nuevamente.

15 De acuerdo con un quinto aspecto, se proporciona un circuito de amplificación de transimpedancia, que incluye una resistencia fija, un primer transistor, un segundo transistor, un circuito de resistencia variable y un puerto de salida, donde la resistencia fija incluye dos puertos, donde un puerto se conecta a tierra, y el otro puerto se conecta a un emisor del primer transistor; una base del primer transistor se configura para recibir una señal de entrada, y un colector del primer transistor se conecta a un emisor del segundo transistor; una base del segundo transistor se configura para recibir una señal de tensión de polarización, y un colector del segundo transistor se conecta a un primer puerto del circuito de resistencia variable, donde la señal de tensión de polarización se usa para ajustar una ganancia para la señal de entrada; el puerto de salida se ubica en una línea de conexión entre el colector del segundo transistor y el primer puerto del circuito de resistencia variable; y el circuito de resistencia variable incluye tres puertos, donde un segundo puerto del circuito de resistencia variable se configura para recibir una señal de control, un tercer puerto del circuito de resistencia variable se conecta a tierra y la señal de control se usa para controlar un valor de resistencia del circuito de resistencia variable.

25 En conclusión, de acuerdo con el receptor óptico que se proporciona en las modalidades de esta solicitud, se usa el detector optoelectrónico cuyo ancho de banda es menor que el requisito de ancho de banda de transmisión del sistema, para reducir en gran medida los costos del receptor óptico; y se usa el circuito de amplificación de transimpedancia, para remediar el deterioro de la señal recibida causado por la insuficiencia del ancho de banda, de modo que los costos de los componentes se reducen mientras se asegura la calidad de la señal recibida.

30 Breve descripción de los dibujos

La Figura 1 es un diagrama estructural esquemático de un sistema de PON 10G;

La Figura 2 es un diagrama estructural esquemático de un receptor óptico de acuerdo con una modalidad de esta solicitud;

35 La Figura 3 es un diagrama estructural esquemático de un circuito de amplificación de transimpedancia de acuerdo con otra modalidad de esta solicitud;

La Figura 4 es un diagrama de una curva de respuesta de frecuencia de un circuito de amplificación de transimpedancia de acuerdo con otra modalidad de esta solicitud;

40 La Figura 5 es un diagrama esquemático de la realización, mediante un circuito de amplificación de transimpedancia, de la compensación de ganancia para una alta frecuencia de un detector optoelectrónico de acuerdo con otra modalidad de esta solicitud;

La Figura 6 son diagramas esquemáticos de compensación insuficiente, compensación óptima y compensación excesiva;

45 La Figura 7 es un diagrama estructural esquemático de un receptor óptico de acuerdo con otra modalidad de esta solicitud;

La Figura 8 es un diagrama de flujo de un método de recepción de acuerdo con otra modalidad de esta solicitud;

La Figura 9 es un diagrama estructural esquemático de un receptor óptico de acuerdo con otra modalidad de esta solicitud;

50 La Figura 10 es un diagrama de flujo de un método de recepción de acuerdo con otra modalidad de esta solicitud; y

La Figura 11 es un diagrama estructural esquemático de un receptor óptico de acuerdo con otra modalidad de esta solicitud.

Descripción de las modalidades

55 A continuación se describen las soluciones técnicas en las modalidades de esta solicitud con referencia a los dibujos acompañantes en las modalidades de esta solicitud.

60 Con referencia a la Figura 1, la Figura 1 es un diagrama estructural esquemático de un sistema de PON 10G al que es aplicable una ONU o un terminal de línea óptica (OLT) que tiene un receptor óptico que se proporciona en las modalidades de esta solicitud. Un sistema de PON 10G 100 incluye al menos un OLT 110, una pluralidad de ONU 120 y una red de distribución óptica (Optical Distribution Network, ODN) 130. El OLT 110 se conecta a la pluralidad de ONU 120 mediante el uso de la ODN 130 de una manera punto a multipunto. Una dirección desde el OLT 110 a la ONU 120 se define como una dirección de enlace descendente, y una dirección desde la ONU 120 al OLT 110 se define como una dirección de enlace ascendente.

65

Una modalidad de esta solicitud proporciona un receptor óptico 200, y el receptor óptico 200 puede aplicarse a una ONU de un sistema de PON 10G o un sistema de PON de velocidad superior. Como se muestra en la Figura 2, el receptor óptico 200 incluye un detector optoelectrónico 201, un circuito de amplificación de transimpedancia 202, un convertidor de un solo extremo a diferencial 203, una interfaz de E/S 204 y un controlador 205.

El detector optoelectrónico 201 se configura para convertir una señal óptica recibida en una señal de corriente, donde el ancho de banda del detector optoelectrónico 201 es menor que un requisito de ancho de banda de transmisión del sistema.

Específicamente, el detector optoelectrónico 201 representa una mayor proporción de los costos en el receptor óptico 200 y, por lo tanto, los costos de los componentes pueden reducirse en gran medida mediante el uso del detector optoelectrónico de bajo ancho de banda 201. En consecuencia, existe el problema de que no se puede detectar una señal de alta frecuencia.

El circuito de amplificación de transimpedancia 202 se configura para: recibir la señal de corriente y una primera señal de control, y realizar una ganancia de transimpedancia en la señal de corriente en base a la primera señal de control, para obtener una señal de tensión, donde un valor de respuesta de frecuencia de la señal de corriente dentro del primer ancho de banda es mayor que dentro del ancho de banda del detector optoelectrónico 201, y cualquier frecuencia en el primer ancho de banda no es menor que una frecuencia de corte superior del detector optoelectrónico 201.

Opcionalmente, el circuito de amplificación de transimpedancia 202 puede ser un circuito de amplificación de transimpedancia subamortiguado. Esta solicitud proporciona una posible implementación. Una estructura del circuito de amplificación de transimpedancia subamortiguado se muestra en la Figura 3, e incluye una resistencia fija 301, un primer transistor 302, un segundo transistor 303, un circuito de resistencia variable 304 y un puerto de salida 305.

La resistencia fija 301 incluye dos puertos. Un puerto se conecta a tierra y el otro puerto se conecta a un emisor del primer transistor 302. Una base del primer transistor 302 se configura para recibir una señal de entrada, y un colector del primer transistor 302 se conecta a un emisor del segundo transistor 303. Una base del segundo transistor 303 se configura para recibir una señal de tensión de polarización, y un colector del segundo transistor 303 se conecta a un primer puerto del circuito de resistencia variable 304. La señal de tensión de polarización se usa para ajustar una ganancia para la señal de entrada. El puerto de salida 305 se ubica en una línea de conexión entre el colector del segundo transistor 303 y el primer puerto del circuito de resistencia variable 304. El circuito de resistencia variable 304 incluye tres puertos. Un segundo puerto del circuito de resistencia variable 304 se configura para recibir una señal de control, un tercer puerto del circuito de resistencia variable 304 se conecta a tierra y la señal de control se usa para controlar un valor de resistencia del circuito de resistencia variable 304.

Debe entenderse que 3041 en la Figura 3 muestra una solución de implementación específica del circuito de resistencia variable, y todavía hay muchas soluciones de implementación similares. Esto no se limita en esta solicitud.

En esta modalidad de esta solicitud, el valor de resistencia del circuito de resistencia variable 304 se ajusta para cambiar un factor de amortiguación del circuito de amplificación de transimpedancia 202. Un factor de amortiguación más pequeño aporta una mayor ganancia adicional para una alta frecuencia. Una curva de respuesta de frecuencia del circuito de amplificación de transimpedancia 202 se muestra en la Figura 4 y ζ en la Figura 4 es un factor de amortiguación. La alta frecuencia en la presente descripción es una frecuencia más alta que la frecuencia de corte superior del detector optoelectrónico 201.

Se debe señalar que el primer ancho de banda del circuito de amplificación de transimpedancia 202 puede controlarse mediante el uso de una solución técnica existente. Esto no se limita en esta solicitud. Además, el factor de amortiguación no puede ser excesivamente pequeño porque un factor de amortiguación menor provoca una oscilación más severa del sistema. Debido a una limitación de valor del factor de amortiguación, existe un intervalo de valores de una ganancia adicional para la alta frecuencia por el circuito de amplificación de transimpedancia 202. Como se muestra en la Figura 5, una línea continua representa una curva de respuesta de frecuencia del detector optoelectrónico 201, y una línea discontinua es una curva de respuesta de frecuencia combinada del circuito de amplificación de transimpedancia 202 y el detector optoelectrónico 201. Por ejemplo, en una ubicación a, una diferencia a compensar no excede el intervalo de la ganancia adicional para la alta frecuencia por el circuito de amplificación de transimpedancia 202 y, por lo tanto, la compensación puede realizarse mediante el uso del circuito de amplificación de transimpedancia 202; y en una ubicación b, una diferencia a compensar excede el intervalo de la ganancia adicional para la alta frecuencia por el circuito de amplificación de transimpedancia 202 y, por lo tanto, la compensación completa no puede implementarse únicamente mediante el uso del circuito de amplificación de transimpedancia 202. En este caso, se necesita una compensación de siguiente orden.

El convertidor de un solo extremo a diferencial 203 se configura para: convertir la señal de tensión en una señal de tensión diferencial y enviar la señal de tensión diferencial a la interfaz de E/S 204 y al controlador 205.

La interfaz de E/S 204 se configura para dar salida a la señal de tensión diferencial.

El controlador 205 se configura para: generar una segunda señal de control en base a la señal de tensión diferencial y enviar la segunda señal de control al circuito de amplificación de transimpedancia 202, donde la segunda señal de control se usa para controlar el circuito de amplificación de transimpedancia 202 para que realice una ganancia de transimpedancia en la señal de corriente.

5 Específicamente, un proceso de procesamiento de señales del receptor óptico 200 es el siguiente:
Una señal óptica que detecta el receptor óptico 200 pasa primero a través del detector optoelectrónico 201 para la detección optoelectrónica, para generar una señal de corriente, y la señal de corriente se convierte en una señal de tensión después de pasar por el circuito de amplificación de transimpedancia 202. El circuito de amplificación de transimpedancia puede proporcionar una ganancia de alta frecuencia de primer orden, y la ganancia se implementa dentro del circuito de amplificación de transimpedancia 202. Como se muestra en la Figura 3, el valor de resistencia del circuito de resistencia variable 304 se ajusta para generar una ganancia máxima a una frecuencia de ganancia para compensar la insuficiencia del ancho de banda del detector optoelectrónico 201 (es decir, proporcionar una ganancia más alta a una alta frecuencia en un intervalo de banda de paso del circuito de amplificación de transimpedancia 202). Debido a que la ganancia se implementa dentro del circuito de amplificación de transimpedancia 202 sin introducir ruido adicional, se puede implementar una compensación de ganancia sin ruido para la alta frecuencia. La alta frecuencia en la presente descripción es también una frecuencia que es más alta que la frecuencia de corte superior del detector optoelectrónico 201.

20 La señal para la que se realiza la compensación de ganancia mediante el circuito de amplificación de transimpedancia 202 se convierte en una señal diferencial mediante el convertidor de un solo extremo a diferencial 203, y se le da salida a la señal diferencial mediante el uso de la interfaz de E/S 204.

25 Además, el controlador 205 se configura para: generar de manera adaptativa la segunda señal de control, y controlar el circuito de amplificación de transimpedancia 202 para realizar la ganancia de transimpedancia en la señal de corriente recibida, para permitir que el circuito de amplificación de transimpedancia 202 realice una compensación óptima de la etapa de corriente para el detector optoelectrónico 201. Tres posibilidades de compensación: compensación insuficiente, compensación óptima y compensación excesiva se muestran en la Figura 6.

30 Opcionalmente, la segunda señal de control que permite al circuito de amplificación de transimpedancia 202 realizar la compensación óptima de la etapa de corriente se genera principalmente de las dos maneras siguientes:

(1) El controlador 205 realiza un procesamiento de muestreo una pluralidad de veces y realiza el siguiente proceso cada vez que realiza el procesamiento de muestreo:

35 Primero, el controlador 205 envía una señal de control al circuito de amplificación de transimpedancia 202. En este caso, el circuito de amplificación de transimpedancia 202 genera, para la señal de corriente, una ganancia de transimpedancia determinada por la señal de control, para obtener una señal de tensión; y la señal de tensión pasa a través del convertidor de un solo extremo a diferencial 203, para obtener una señal de tensión diferencial. Entonces, el controlador 205 muestrea un nivel superior y un nivel inferior de la señal de tensión diferencial recibida, para obtener un valor de un punto de muestreo.

40 Finalmente, el controlador 205 modifica la señal de control en base a una cantidad de modificación preestablecida. En otras palabras, cada vez que se realiza el procesamiento de muestreo para una señal que se obtiene después de una ganancia de transimpedancia diferente, para obtener un punto de muestreo diferente. Se selecciona un punto de muestreo con un valor máximo a partir de los puntos de muestreo que se obtienen, y una señal de control correspondiente al punto de muestreo puede permitir que el circuito de amplificación de transimpedancia 202 realice la compensación óptima de la etapa de corriente.

45 Por lo tanto, después de realizar el procesamiento de muestreo una pluralidad de veces, el controlador 205 se configura específicamente para usar, como la segunda señal de control, la señal de control correspondiente al punto de muestreo con el valor máximo en la pluralidad de puntos de muestreo que se obtienen después de la pluralidad de veces que se realiza el procesamiento de muestreo.

(2) El controlador 205 realiza un procesamiento de detección una pluralidad de veces y realiza el siguiente proceso cada vez que realiza el procesamiento de detección:

Primero, el controlador 205 envía una señal de control al circuito de amplificación de transimpedancia 202.

55 En este caso, el circuito de amplificación de transimpedancia 202 genera, para la señal de corriente, una ganancia de transimpedancia determinada por la señal de control, para obtener una señal de tensión; y la señal de tensión pasa a través del convertidor de un solo extremo a diferencial 203, para obtener una señal de tensión diferencial.

60 Entonces, el controlador 205 usa una primera frecuencia como límite, y detecta por separado la energía de la señal de tensión diferencial que es mayor que la primera frecuencia y la energía de la señal de tensión diferencial que es menor que la primera frecuencia, para obtener una diferencia de energía, donde la primera frecuencia es $0,28/T_b$, y T_b es la duración de cada bit de la señal de tensión diferencial que se recibe.

Finalmente, el controlador 205 modifica la señal de control en base a una cantidad de modificación preestablecida.

65

En otras palabras, cada vez que se realiza el procesamiento de detección para una señal que se obtiene después de una ganancia de transimpedancia diferente, para obtener una diferencia de energía diferente. Se selecciona una diferencia de energía mínima a partir de las diferencias de energía obtenidas, y una señal de control correspondiente a la diferencia de energía puede permitir que el circuito de amplificación de transimpedancia 202 realice la compensación óptima de la etapa de corriente.

Por lo tanto, después de realizar el procesamiento de detección una pluralidad de veces, el controlador 205 se configura específicamente para usar, como la segunda señal de control, la señal de control correspondiente a la diferencia de energía mínima en la pluralidad de diferencias de energía que se obtienen después de la pluralidad de veces que se realiza el procesamiento de detección.

Debe entenderse que la segunda señal de control puede seleccionarse a intervalos. Debido a que el tiempo de ejecución del proceso de selección anterior es muy corto en comparación con un tiempo de intervalo, la transmisión del servicio no se afecta. Además, un efecto de compensación del circuito de amplificación de transimpedancia 202 varía con un cambio ambiental, y el cambio ambiental (tal como un cambio de temperatura) es un proceso gradual. Por lo tanto, una señal de control usada durante la ejecución actual puede modificarse varias veces solo en un intervalo relativamente pequeño, y se selecciona una señal de control óptima mediante el uso de uno de los métodos anteriores (1) y (2). De esta forma, el tiempo de ejecución del proceso de selección se puede reducir de manera eficaz.

Opcionalmente, el receptor óptico 200 incluye además un ecualizador 206. Como se muestra en la Figura 7, el ecualizador 206 se configura para: recibir la señal de tensión diferencial y una tercera señal de control, realizar una ganancia en la señal de tensión diferencial en base a la tercera señal de control y enviar una señal de tensión diferencial que se obtiene después de la ganancia al controlador y a la interfaz de E/S, donde un valor de respuesta de frecuencia de la señal de tensión diferencial dentro del segundo ancho de banda es mayor que dentro del primer ancho de banda, y cualquier frecuencia en el segundo ancho de banda es mayor que cualquier frecuencia en el primer ancho de banda.

En este caso, el controlador 205 se configura además para: generar una cuarta señal de control en base a la señal de tensión diferencial y enviar la cuarta señal de control al ecualizador 206, donde la cuarta señal de control se usa para controlar el ecualizador 206 para que realice una ganancia en la señal de tensión diferencial.

Específicamente, en esta modalidad de esta solicitud, la señal de tensión diferencial emitida por el convertidor de un solo extremo a diferencial 203 pasa primero a través del ecualizador 206. Si es necesario optimizar aún más la compensación de ganancia, el ecualizador 206 realiza una ganancia adicional en la señal de tensión diferencial; y si la compensación de ganancia es óptima, el ecualizador 206 no realiza el procesamiento de la señal y es equivalente a un circuito de transmisión.

Además, el controlador 205 se configura para: generar de manera adaptativa la cuarta señal de control y controlar el ecualizador 206 para realizar una ganancia en la señal de tensión diferencial recibida, para permitir que el ecualizador 206 realice una compensación óptima para el detector optoelectrónico 201. El ecualizador 206 puede ser un ecualizador analógico o un ecualizador digital.

Opcionalmente, la segunda señal de control que permite al circuito de amplificación de transimpedancia 202 realizar la compensación óptima y la cuarta señal de control que permite que el ecualizador 206 realice la compensación óptima se generan principalmente de las dos maneras siguientes:

(1) El controlador 205 realiza un primer procesamiento de muestreo una pluralidad de veces y realiza el siguiente proceso cada vez que realiza el primer procesamiento de muestreo:

enviar, mediante el controlador 205, una señal de control al circuito de amplificación de transimpedancia 202; muestrear, mediante el controlador 205, un nivel superior y un nivel inferior de la señal de tensión diferencial recibida, para obtener un valor de un punto de muestreo; y modificar, mediante el controlador 205, la señal de control en base a una cantidad de modificación preestablecida.

Después de realizar el primer procesamiento de muestreo una pluralidad de veces, el controlador 205 usa, como segunda señal de control, una señal de control correspondiente a un punto de muestreo con un valor máximo en una pluralidad de puntos de muestreo que se obtienen después de la pluralidad de veces que se realiza el primer procesamiento de muestreo.

Después de enviar la segunda señal de control al circuito de amplificación de transimpedancia 202, el controlador 205 realiza además un segundo procesamiento de muestreo una pluralidad de veces, y realiza el siguiente proceso cada vez que se realiza el segundo procesamiento de muestreo:

enviar, mediante el controlador 205, una señal de control al ecualizador 206;

muestrear, mediante el controlador 205, un nivel superior y un nivel inferior de la señal de tensión diferencial recibida, para obtener un valor de un punto de muestreo; y modificar, mediante el controlador 205, la señal de control en base a la cantidad de modificación preestablecida.

5 Después de realizar el segundo procesamiento de muestreo una pluralidad de veces, el controlador 205 usa, como cuarta señal de control, una señal de control correspondiente a un punto de muestreo con un valor máximo en una pluralidad de puntos de muestreo que se obtienen después de la pluralidad de veces que se realiza el segundo procesamiento de muestreo.

10 (2) El controlador 205 realiza un primer procesamiento de detección una pluralidad de veces y realiza el siguiente proceso cada vez que realiza el primer procesamiento de detección:

15 enviar, mediante el controlador 205, una señal de control al circuito de amplificación de transimpedancia 202; usar, por parte del controlador 205, una primera frecuencia como límite, y detectar por separado la energía de la señal de tensión diferencial que es mayor que la primera frecuencia y la energía de la señal de tensión diferencial que es menor que la primera frecuencia, para obtener una diferencia de energía, donde la primera frecuencia es $0,28/T_b$, y T_b es la duración de cada bit de la señal de tensión diferencial; y modificar, mediante el controlador 205, la señal de control en base a una cantidad de modificación preestablecida.

20 Después de realizar el primer procesamiento de detección una pluralidad de veces, el controlador 205 usa, como segunda señal de control, una señal de control correspondiente a una diferencia de energía mínima en una pluralidad de diferencias de energía que se obtienen después de la pluralidad de veces que se realiza el primer procesamiento de detección.

25 Después de enviar la segunda señal de control al circuito de amplificación de transimpedancia 202, el controlador 205 realiza además un segundo procesamiento de detección una pluralidad de veces y realiza el siguiente proceso cada vez que se realiza el segundo procesamiento de detección:

30 enviar, mediante el controlador 205, una señal de control al ecualizador; usar, por parte del controlador 205, la primera frecuencia como límite, y detectar por separado la energía de la señal de tensión diferencial que es mayor que la primera frecuencia y la energía de la señal de tensión diferencial que es menor que la primera frecuencia, para obtener una diferencia de energía, donde la primera frecuencia es $0,28/T_b$, y T_b es la duración de cada bit de la señal de tensión diferencial; y modificar, mediante el controlador 205, la señal de control en base a la cantidad de modificación preestablecida.

35 Después de realizar el segundo procesamiento de detección una pluralidad de veces, el controlador 205 usa, como cuarta señal de control, una señal de control correspondiente a una diferencia de energía mínima en una pluralidad de diferencias de energía que se obtienen después de la pluralidad de veces que se realiza el segundo procesamiento de detección.

40 Se debe señalar que si el valor que se obtiene del punto de muestreo es máximo o la diferencia de energía que se obtiene es mínima cuando el ecualizador 206 no realiza ganancia en la señal de tensión diferencial, esto indica que el circuito de amplificación de transimpedancia 202 ya realizó una compensación óptima para el detector optoelectrónico 201 y el ecualizador 206 no necesita funcionar; de lo contrario, indica que el ecualizador 206 necesita funcionar.

45 Además, la compensación de ganancia por parte del circuito de amplificación de transimpedancia 202 se implementa dentro del circuito de amplificación de transimpedancia 202 sin introducir ruido adicional, pero el ecualizador 206 introduce ruido adicional durante la compensación. Por lo tanto, el circuito de amplificación de transimpedancia 202 se ajusta preferentemente. Sin embargo, el ecualizador 206 tiene la ventaja de un amplio intervalo de compensación y puede realizar una compensación para una frecuencia más alta en comparación con el circuito de amplificación de transimpedancia 202. Si el circuito de amplificación de transimpedancia 202 no puede implementar una compensación óptima, el ecualizador 206 puede realizar una compensación adicional para lograr un efecto de compensación óptima.

50 Además, la segunda señal de control y la cuarta señal de control pueden seleccionarse a intervalos. Debido a que el tiempo de ejecución del proceso de selección anterior es muy corto en comparación con un tiempo de intervalo, la transmisión del servicio no se afecta. Además, los efectos de compensación del circuito de amplificación de transimpedancia 202 y el ecualizador 206 varían con un cambio ambiental, y el cambio ambiental (tal como un cambio de temperatura) es un proceso gradual. Por lo tanto, solo una señal de control usada durante la ejecución actual puede modificarse varias veces en un intervalo relativamente pequeño, y se selecciona una señal de control óptima mediante el uso de uno de los métodos anteriores (1) y (2). De esta forma, el tiempo de ejecución del proceso de selección se puede reducir de manera eficaz.

Otra modalidad de esta solicitud proporciona un método de recepción. Como se muestra en la Figura 8, el método incluye las siguientes etapas:

801. Un receptor óptico convierte una señal óptica recibida en una señal de corriente mediante el uso de un detector optoelectrónico, donde el ancho de banda del detector optoelectrónico es menor que un requisito de ancho de banda de transmisión del sistema.

5 802. El receptor óptico realiza una ganancia de transimpedancia en la señal de corriente en base a una primera señal de control, para obtener una señal de tensión, donde un valor de respuesta de frecuencia de la señal de corriente dentro del primer ancho de banda es mayor que dentro del ancho de banda del detector optoelectrónico, y cualquier frecuencia en el primer ancho de banda no es inferior a una frecuencia de corte superior del detector optoelectrónico.

10 803. El receptor óptico convierte la señal de tensión en una señal de tensión diferencial y genera una segunda señal de control en base a la señal de tensión diferencial, donde la segunda señal de control se usa para controlar el receptor óptico para que realice una ganancia de transimpedancia en la señal de corriente.

Opcionalmente, las soluciones en las que el receptor óptico genera la segunda señal de control en base a la señal de tensión diferencial son las siguientes:

15 (1) Realizar un procesamiento de muestreo una pluralidad de veces y usar, como segunda señal de control, una señal de control correspondiente a un punto de muestreo con un valor máximo en una pluralidad de puntos de muestreo que se obtienen después de la pluralidad de veces que se realiza el procesamiento de muestreo, donde se realiza el siguiente proceso cada vez que se realiza el procesamiento de muestreo:

20 realizar la ganancia de transimpedancia en la señal de corriente en base a una señal de control, para obtener la señal de tensión, y convertir la señal de tensión en la señal de tensión diferencial; muestrear un nivel superior y un nivel inferior de la señal de tensión diferencial, para obtener un valor de un punto de muestreo; y modificar la señal de control en base a una cantidad de modificación preestablecida.

25 (2) Realizar un procesamiento de detección una pluralidad de veces y usar, como segunda señal de control, una señal de control correspondiente a una diferencia de energía mínima en una pluralidad de diferencias de energía que se obtienen después de la pluralidad de veces que se realiza el procesamiento de detección, donde se realiza el siguiente proceso cada vez que se realiza el procesamiento de detección:

30 realizar la ganancia de transimpedancia en la señal de corriente en base a una señal de control, para obtener la señal de tensión, y convertir la señal de tensión en la señal de tensión diferencial; usar una primera frecuencia como límite, y detectar por separado la energía de la señal de tensión diferencial que es mayor que la primera frecuencia y la energía de la señal de tensión diferencial que es menor que la primera frecuencia, para obtener una diferencia de energía, donde la primera frecuencia es $0,28/T_b$, y T_b es la duración de cada bit de la señal de tensión diferencial; y modificar la señal de control en base a una cantidad de modificación preestablecida.

35 En resumen, en las dos soluciones anteriores, la señal de control se modifica, de modo que la señal recibida se encuentra en diferentes estados, y se selecciona una señal de control relativamente óptima comparando estos estados.

40 Opcionalmente, después de convertir, mediante el receptor óptico, la señal de tensión en una señal de tensión diferencial, el método incluye además: realizar una ganancia en la señal de tensión diferencial en base a una tercera señal de control, donde un valor de respuesta de frecuencia de la señal de tensión diferencial dentro del segundo ancho de banda es mayor que dentro del primer ancho de banda, y cualquier frecuencia en el segundo ancho de banda es mayor que cualquier frecuencia en el primer ancho de banda. Después de generar una segunda señal de control, el método incluye, además: generar una cuarta señal de control en base a una señal de tensión diferencial que se obtiene después de la ganancia, donde la cuarta señal de control se usa para controlar el receptor óptico para que realice una ganancia en la señal de tensión diferencial.

En este caso, las soluciones en las que el receptor óptico genera la segunda señal de control y la cuarta señal de control en base a la señal de tensión diferencial son las siguientes:

50 (1) Realizar un primer procesamiento de muestreo una pluralidad de veces y usar, como segunda señal de control, una señal de control correspondiente a un punto de muestreo con un valor máximo en una pluralidad de puntos de muestreo que se obtienen después de la pluralidad de veces que se realiza el primer procesamiento de muestreo, donde se realiza el siguiente proceso cada vez que se realiza el primer procesamiento de muestreo:

55 realizar la ganancia de transimpedancia en la señal de corriente en base a una señal de control, para obtener la señal de tensión, y convertir la señal de tensión en la señal de tensión diferencial; muestrear un nivel superior y un nivel inferior de la señal de tensión diferencial, para obtener un valor de un punto de muestreo; y modificar la señal de control en base a una cantidad de modificación preestablecida.

60 Después de generar la segunda señal de control, el receptor óptico realiza un segundo procesamiento de muestreo una pluralidad de veces y usa, como cuarta señal de control, una señal de control correspondiente a un punto de muestreo con un valor máximo en una pluralidad de puntos de muestreo que se obtienen después de la pluralidad de veces que se realiza el segundo procesamiento de muestreo, donde se realiza el siguiente proceso cada vez que se realiza el segundo procesamiento de muestreo:

65 realizar una ganancia en la señal de tensión diferencial en base a una señal de control, para obtener la señal de tensión diferencial que se obtiene después de la ganancia; muestrear un nivel superior y un nivel inferior de la señal de tensión diferencial que se obtiene después de la ganancia, para obtener un valor de un punto de muestreo; y modificar la señal de control en base a la cantidad de modificación preestablecida.

- (2) Realizar un primer procesamiento de detección una pluralidad de veces y usar, como segunda señal de control, una señal de control correspondiente a una diferencia de energía mínima en una pluralidad de diferencias de energía que se obtienen después de la pluralidad de veces que se realiza el primer procesamiento de detección, donde se realiza el siguiente proceso cada vez que se realiza el primer procesamiento de detección:
- 5 realizar la ganancia de transimpedancia en la señal de corriente en base a una señal de control, para obtener la señal de tensión, y convertir la señal de tensión en la señal de tensión diferencial; muestrear un nivel superior y un nivel inferior de la señal de tensión diferencial, para obtener un valor de un punto de muestreo; y modificar la señal de control en base a una cantidad de modificación preestablecida.
- 10 Después de generar la segunda señal de control, el receptor óptico realiza un segundo procesamiento de detección una pluralidad de veces y usa, como cuarta señal de control, una señal de control correspondiente a una diferencia de energía mínima en una pluralidad de diferencias de energía que se obtienen después de la pluralidad de veces que se realiza el segundo procesamiento de muestreo, donde se realiza el siguiente proceso cada vez que se realiza el segundo procesamiento de detección: realizar una ganancia en la señal de tensión diferencial en base a una señal de control, para obtener la señal de tensión diferencial que se obtiene después de la ganancia; usar una primera frecuencia como límite, y detectar por separado la energía de la señal de tensión diferencial que es mayor que la primera frecuencia y la energía de la señal de tensión diferencial que es menor que la primera frecuencia, para obtener una diferencia de energía, donde la primera frecuencia es $0,28/T_b$, y T_b es la duración de cada bit de la señal de tensión diferencial; y modificar la señal de control en base a la cantidad de modificación preestablecida.
- 15 20 Esta modalidad de esta solicitud es una modalidad de método correspondiente a la modalidad del aparato anterior, los principios de implementación y los efectos logrados se han descrito en la modalidad anterior, y los detalles no se describen de nuevo en esta modalidad de esta solicitud.
- 25 Otra modalidad de esta solicitud proporciona un receptor óptico 900, y el receptor óptico 900 puede aplicarse a una ONU de un sistema de PON 10G o un sistema de PON de velocidad superior. Como se muestra en la Figura 9, el receptor óptico 900 incluye un detector optoelectrónico 901, un primer circuito de amplificación de transimpedancia 902, un convertidor de un solo extremo a diferencial 903, un ecualizador 904, una interfaz de E/S 905 y un controlador 906.
- 30 El detector optoelectrónico 901 se configura para convertir una señal óptica recibida en una señal de corriente, donde el ancho de banda del detector optoelectrónico 901 es menor que un requisito de ancho de banda de transmisión del sistema.
- 35 Específicamente, el detector optoelectrónico 901 representa una mayor proporción de los costos en el receptor óptico 900 y, por lo tanto, los costos de los componentes pueden reducirse en gran medida mediante el uso del detector optoelectrónico de bajo ancho de banda 901. En consecuencia, existe el problema de que no se puede detectar una señal de alta frecuencia.
- 40 El primer circuito de amplificación de transimpedancia 902 se configura para: recibir la señal de corriente y realizar una ganancia de transimpedancia en la señal de corriente, para obtener una señal de tensión.
- El convertidor de un solo extremo a diferencial 903 se configura para: convertir la señal de tensión en una señal de tensión diferencial y enviar la señal de tensión diferencial al ecualizador 904.
- 45 El ecualizador 904 se configura para: recibir la señal de tensión diferencial y una primera señal de control, realizar una ganancia en la señal de tensión diferencial en base a la primera señal de control y enviar una señal de tensión diferencial que se obtiene después de la ganancia a la interfaz de E/S 905 y el controlador 906, donde un valor de respuesta de frecuencia de la señal de tensión diferencial dentro del primer ancho de banda es mayor que dentro del ancho de banda del detector optoelectrónico 901, y cualquier frecuencia en el primer ancho de banda es mayor que una frecuencia de corte superior del detector optoelectrónico 901.
- 50 El ecualizador 904 de la presente descripción puede ser un ecualizador analógico o un ecualizador digital.
- 55 La interfaz de E/S 905 se configura para dar salida a la señal de tensión diferencial que se obtiene después de la ganancia.
- El controlador 906 se configura para: generar una segunda señal de control en base a la señal de tensión diferencial que se obtiene después de la ganancia, y enviar la segunda señal de control al ecualizador 904, donde la segunda señal de control se usa para controlar el ecualizador 904 para que realice una ganancia en la señal de tensión diferencial.
- 60 En esta modalidad de esta solicitud, el ecualizador 904 se usa para implementar la compensación de ganancia para una alta frecuencia. De acuerdo con una característica de un amplio intervalo de compensación del ecualizador 904, el ecualizador 904 se habilita para realizar una compensación para el detector optoelectrónico 901, para lograr un efecto óptimo. En comparación con la modalidad anterior sin el ecualizador, esta modalidad tiene la ventaja de un
- 65

intervalo más amplio de compensación para el detector optoelectrónico 901, y tiene la desventaja de que se introduce más ruido porque la compensación de ganancia para la alta frecuencia la implementa completamente el ecualizador.

5 Opcionalmente, la segunda señal de control que permite al ecualizador 904 realizar una compensación óptima en la etapa de corriente para el detector optoelectrónico 901 se genera principalmente de las dos maneras siguientes:

(1) El controlador 906 realiza un procesamiento de muestreo una pluralidad de veces y realiza el siguiente proceso cada vez que realiza el procesamiento de muestreo:

Primero, el controlador 906 envía una señal de control al ecualizador 904.

10 En este caso, el ecualizador 904 genera, para la señal de tensión diferencial, una ganancia determinada por la señal de control, para obtener la señal de tensión diferencial que se obtiene después de la ganancia.

Entonces, el controlador 906 muestrea un nivel superior y un nivel inferior de la señal de tensión diferencial que se obtiene después de la ganancia, para obtener un valor de un punto de muestreo.

15 Finalmente, el controlador 906 modifica la señal de control en base a una cantidad de modificación preestablecida. En otras palabras, cada vez que se realiza el procesamiento de muestreo para una señal que se obtiene después de una ganancia diferente, para obtener un punto de muestreo diferente. Se selecciona un punto de muestreo con un valor máximo a partir de los puntos de muestreo obtenidos, y una señal de control correspondiente al punto de muestreo puede permitir que el ecualizador 904 realice una compensación óptima.

20 Por lo tanto, después de realizar el procesamiento de muestreo una pluralidad de veces, el controlador 906 se configura específicamente para usar, como la segunda señal de control, la señal de control correspondiente al punto de muestreo con el valor máximo en la pluralidad de puntos de muestreo que se obtienen después de la pluralidad de veces que se realiza el procesamiento de muestreo.

(2) El controlador 906 realiza un procesamiento de detección una pluralidad de veces y realiza el siguiente proceso cada vez que realiza el procesamiento de detección:

25 Primero, el controlador 906 envía una señal de control al ecualizador 904.

En este caso, el ecualizador 904 genera, para la señal de tensión diferencial, una ganancia determinada por la señal de control, para obtener la señal de tensión diferencial que se obtiene después de la ganancia.

30 Entonces, el controlador 906 usa una primera frecuencia como límite, y detecta por separado la energía de la señal de tensión diferencial que es mayor que la primera frecuencia y la energía de la señal de tensión diferencial que es menor que la primera frecuencia, para obtener una diferencia de energía, donde la primera frecuencia es $0,28/T_b$, y T_b es la duración de cada bit de la señal de tensión diferencial.

35 Finalmente, el controlador 906 modifica la señal de control en base a una cantidad de modificación preestablecida.

En otras palabras, cada vez que se realiza el procesamiento de detección para una señal que se obtiene después de una ganancia diferente, para obtener una diferencia de energía diferente. Se selecciona una diferencia de energía mínima a partir de las diferencias de energía obtenidas, y una señal de control correspondiente a la diferencia de energía puede permitir que el ecualizador 904 realice una compensación óptima.

40 Por lo tanto, después de realizar el procesamiento de detección una pluralidad de veces, el controlador 906 se configura específicamente para usar, como la segunda señal de control, la señal de control correspondiente a la diferencia de energía mínima en la pluralidad de diferencias de energía que se obtienen después de la pluralidad de veces que se realiza el procesamiento de detección.

Otra modalidad de esta solicitud proporciona un método de recepción. Como se muestra en la Figura 10, el método incluye las siguientes etapas:

50 1001. Un receptor óptico convierte una señal óptica recibida en una señal de corriente mediante el uso de un detector optoelectrónico, donde el ancho de banda del detector optoelectrónico es menor que un requisito de ancho de banda de transmisión del sistema.

1002. El receptor óptico realiza una ganancia de transimpedancia en la señal de corriente para obtener una señal de tensión y convierte la señal de tensión en una señal de tensión diferencial.

55 1003. El receptor óptico realiza una ganancia en la señal de tensión diferencial en base a una primera señal de control, para obtener una señal de tensión diferencial que se obtiene después de la ganancia, donde un valor de respuesta de frecuencia de la señal de tensión diferencial dentro del primer ancho de banda es mayor que dentro del ancho de banda del detector optoelectrónico, y cualquier frecuencia en el primer ancho de banda es mayor que una frecuencia de corte superior del detector optoelectrónico.

60 1004. El receptor óptico genera una segunda señal de control en base a la señal de tensión diferencial que se obtiene después de la ganancia, donde la segunda señal de control se usa para controlar el receptor óptico para que realice una ganancia en la señal de tensión diferencial.

65 Opcionalmente, la generación de una señal de control con un efecto de compensación relativamente mejor en base a la señal de tensión diferencial que se obtiene después de la ganancia se realiza principalmente en los dos métodos siguientes:

(1) Realizar un procesamiento de muestreo una pluralidad de veces y usar, como segunda señal de control, una señal de control correspondiente a un punto de muestreo con un valor máximo en una pluralidad de puntos de muestreo que se obtienen después de la pluralidad de veces que se realiza el procesamiento de muestreo, donde se realiza el siguiente proceso cada vez que se realiza el procesamiento de muestreo:

realizar una ganancia en la señal de tensión diferencial en base a una señal de control, para obtener la señal de tensión diferencial que se obtiene después de la ganancia; muestrear un nivel superior y un nivel inferior de la señal de tensión diferencial que se obtiene después de la ganancia, para obtener un valor de un punto de muestreo; y modificar la señal de control en base a una cantidad de modificación preestablecida.

(2) Realizar un procesamiento de detección una pluralidad de veces y usar, como segunda señal de control, una señal de control correspondiente a una diferencia de energía mínima en una pluralidad de diferencias de energía que se obtienen después de la pluralidad de veces que se realiza el procesamiento de detección, donde se realiza el siguiente proceso cada vez que se realiza el procesamiento de detección:

realizar una ganancia en la señal de tensión diferencial en base a una señal de control, para obtener la señal de tensión diferencial que se obtiene después de la ganancia; usar una primera frecuencia como límite, y detectar por separado la energía que es de la señal de tensión diferencial que se obtiene después de la ganancia y que es mayor que la primera frecuencia y la energía que es de la señal de tensión diferencial que se obtiene después de la ganancia y que es menor que la primera frecuencia, para obtener una diferencia de energía, donde la primera frecuencia es $0,28/T_b$, y T_b es la duración de cada bit de la señal de tensión diferencial; y modificar la señal de control en base a una cantidad de modificación preestablecida.

Los métodos de control en la pluralidad de modalidades anteriores son todos modos de control de retroalimentación adaptativa. Esta solicitud proporciona una pluralidad de posibles implementaciones, y cualquier solución de control similar caerá dentro del alcance de protección de esta solicitud.

Por otra parte, además de los modos de control de retroalimentación adaptativa, el ajuste de ecualización puede controlarse e implementarse además de una manera analógica o digital programable. Un receptor óptico en esta solución puede incluir componentes similares a los que se incluyen en cualquier receptor óptico que se muestra en la Figura 2, la Figura 7, o la Figura 9. Las funciones de un detector optoelectrónico, un circuito de amplificación de transimpedancia, un convertidor de un solo extremo a diferencial, un ecualizador y una interfaz de E/S son todas las mismas que las de las modalidades anteriores, y la única diferencia radica en que un controlador no necesita recibir una señal de tensión diferencial y, por lo tanto, no realiza procesamiento de muestreo o procesamiento de detección en la señal de tensión diferencial. Se estima una correspondencia entre un cambio ambiental externo y una señal de control, tal como una relación entre una temperatura y una señal de control, en base a información relacionada, tal como un resultado de simulación en una etapa de diseño de producto, y una señal de control correspondiente se selecciona directamente en base a un valor de temperatura externa. Como referencia, la Figura 11 es un diagrama estructural esquemático de un receptor óptico que incluye componentes iguales a los que se incluyen en el receptor óptico que se muestra en la Figura 2.

Debe entenderse que la relación entre un cambio ambiental externo y una señal de control puede almacenarse previamente dentro del controlador; o puede almacenarse en otro componente de control, donde el componente de control controla el funcionamiento del controlador; o puede imprimirse, donde el personal operativo controla, en base a la correspondencia, el funcionamiento del controlador. Esto no se limita en esta solicitud.

De acuerdo con el receptor óptico que se proporciona en la pluralidad de modalidades de esta solicitud, se usa el detector optoelectrónico cuyo ancho de banda es menor que el requisito de ancho de banda de transmisión del sistema, para reducir en gran medida los costos del receptor óptico; y el circuito de amplificación de transimpedancia y/o el ecualizador se utilizan para remediar el deterioro de la señal recibida causado por la insuficiencia del ancho de banda, de modo que los costos de los componentes se reducen mientras se asegura la calidad de la señal recibida.

Las descripciones anteriores son simplemente implementaciones específicas de esta solicitud, pero no pretenden limitar el alcance de protección de esta solicitud. Cualquier variación o reemplazo fácilmente resuelto por un experto en la técnica dentro del alcance técnico descrito en esta solicitud caerá dentro del alcance de protección de esta solicitud. Por lo tanto, el alcance de protección de esta solicitud estará sujeto al alcance de protección de las reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Un receptor óptico, que comprende un detector optoelectrónico (201), un circuito de amplificación de transimpedancia (202), un convertidor de un solo extremo a diferencial (203), una interfaz de E/S (204) y un controlador (205), en donde el detector optoelectrónico (201) se configura para convertir una señal óptica recibida en una señal de corriente, en donde el ancho de banda del detector optoelectrónico (201) es menor que un requisito de ancho de banda de transmisión del sistema; el circuito de amplificación de transimpedancia (202) se configura para: recibir la señal de corriente y una primera señal de control, y realizar una ganancia de transimpedancia en la señal de corriente en base a la primera señal de control, para obtener una señal de tensión, en donde un valor de respuesta de frecuencia de la señal de corriente dentro del primer ancho de banda es mayor que dentro del ancho de banda del detector optoelectrónico (201), y cualquier frecuencia en el primer ancho de banda no es menor que una frecuencia de corte superior del detector optoelectrónico (201); el convertidor de un solo extremo a diferencial (203) se configura para: convertir la señal de tensión en una señal de tensión diferencial y enviar la señal de tensión diferencial a la interfaz de E/S (204) y al controlador (205); la interfaz de E/S (204) se configura para dar salida a la señal de tensión diferencial; y el controlador (205) se configura para: generar la primera señal de control en base a la señal de tensión diferencial, y enviar la primera señal de control al circuito de amplificación de transimpedancia (202), en donde la primera señal de control se usa para controlar el circuito de amplificación de transimpedancia (202) para que realice una ganancia de transimpedancia en la señal de corriente.
2. El receptor óptico de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el controlador (205) se configura específicamente para: realizar un procesamiento de muestreo una pluralidad de veces, y realizar el siguiente proceso cada vez que se realiza el procesamiento de muestreo:
- enviar una señal de control al circuito de amplificación de transimpedancia (202);
muestrear un nivel superior y un nivel inferior de la señal de tensión diferencial recibida, para obtener un valor de un punto de muestreo; y
modificar la señal de control en base a una cantidad de modificación preestablecida; y
después de realizar el procesamiento de muestreo una pluralidad de veces, el controlador (205) se configura específicamente para:
usar, como primera señal de control, una señal de control correspondiente a un punto de muestreo con un valor máximo en una pluralidad de puntos de muestreo que se obtienen después de la pluralidad de veces que se realiza el procesamiento de muestreo.
3. El receptor óptico de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el controlador (205) se configura específicamente para: realizar un procesamiento de detección una pluralidad de veces, y realizar el siguiente proceso cada vez que se realice el procesamiento de detección:
- enviar una señal de control al circuito de amplificación de transimpedancia (202);
usar una primera frecuencia como límite, y detectar por separado la energía de la señal de tensión diferencial que es mayor que la primera frecuencia y la energía de la señal de tensión diferencial que es menor que la primera frecuencia, para obtener una diferencia de energía, en donde la primera frecuencia es $0,28/T_b$, y T_b es la duración de cada bit de la señal de tensión diferencial; y
modificar la señal de control en base a una cantidad de modificación preestablecida; y
después de realizar el procesamiento de detección una pluralidad de veces, el controlador se configura específicamente para:
usar, como primera señal de control, una señal de control correspondiente a una diferencia de energía mínima en una pluralidad de diferencias de energía que se obtienen después de la pluralidad de veces que se realiza el procesamiento de detección.
4. El receptor óptico de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el receptor óptico comprende además un ecualizador (206), en donde el ecualizador (206) se configura para: recibir la señal de tensión diferencial y una segunda señal de control, realizar una ganancia en la señal de tensión diferencial en base a la segunda señal de control y enviar una señal de tensión diferencial que se obtiene después de la ganancia al controlador (205) y la interfaz de E/S (204), en donde un valor de respuesta de frecuencia de la señal de tensión diferencial dentro del segundo ancho de banda es mayor que dentro del primer ancho de banda, y cualquier frecuencia en el segundo ancho de banda es mayor que cualquier frecuencia en el primer ancho de banda; y el controlador (205) se configura además para: generar la segunda señal de control en base a la señal de tensión diferencial y enviar la segunda señal de control al ecualizador (206), en donde la segunda señal de control se usa para controlar el ecualizador (206) para que realice una ganancia en la señal de tensión diferencial.

5. El receptor óptico de acuerdo con la reivindicación 4, en donde el controlador (205) se configura específicamente para: realizar un primer procesamiento de muestreo una pluralidad de veces y realizar el siguiente proceso cada vez que se realice el primer procesamiento de muestreo:

5 enviar una señal de control al circuito de amplificación de transimpedancia (202);
 muestrear un nivel superior y un nivel inferior de la señal de tensión diferencial recibida, para obtener un valor de un punto de muestreo; y
 modificar la señal de control en base a una cantidad de modificación preestablecida;
 después de realizar el primer procesamiento de muestreo una pluralidad de veces, el controlador (205) se configura específicamente para:
 10 usar, como primera señal de control, una señal de control correspondiente a un punto de muestreo con un valor máximo en una pluralidad de puntos de muestreo que se obtienen después de la pluralidad de veces que se realiza el primer procesamiento de muestreo;
 después de enviar la primera señal de control al circuito de amplificación de transimpedancia (202), el controlador (205) realiza además un segundo procesamiento de muestreo una pluralidad de veces, y realiza el siguiente proceso cada vez que se realiza el segundo procesamiento de muestreo:

enviar una señal de control al ecualizador (206);
 muestrear un nivel superior y un nivel inferior de la señal de tensión diferencial recibida, para obtener un valor de un punto de muestreo; y
 20 modificar la señal de control en base a la cantidad de modificación preestablecida; y
 después de realizar el segundo procesamiento de muestreo una pluralidad de veces, el controlador (205) se configura específicamente para:
 usar, como segunda señal de control, una señal de control correspondiente a un punto de muestreo con un valor máximo en una pluralidad de puntos de muestreo que se obtienen después de realizar el segundo procesamiento de muestreo una pluralidad de veces.

6. El receptor óptico de acuerdo con la reivindicación 4, en donde el controlador (205) se configura específicamente para: realizar un primer procesamiento de detección una pluralidad de veces y realizar el siguiente proceso cada vez que se realice el primer procesamiento de detección:

enviar una señal de control al circuito de amplificación de transimpedancia (202);
 usar una primera frecuencia como límite, y detectar por separado la energía de la señal de tensión diferencial que es mayor que la primera frecuencia y la energía de la señal de tensión diferencial que es menor que la primera frecuencia, para obtener una diferencia de energía, en donde la primera frecuencia es $0,28/T_b$, y T_b es la duración de cada bit de la señal de tensión diferencial; y
 35 modificar la señal de control en base a una cantidad de modificación preestablecida;
 después de realizar el primer procesamiento de detección una pluralidad de veces, el controlador (205) se configura específicamente para:
 40 usar, como segunda señal de control, una señal de control correspondiente a una diferencia de energía mínima en una pluralidad de diferencias de energía que se obtienen después de la pluralidad de veces que se realiza el primer procesamiento de detección;
 después de enviar la segunda señal de control al circuito de amplificación de transimpedancia (202), el controlador (205) realiza además un segundo procesamiento de detección una pluralidad de veces, y realiza el siguiente proceso cada vez que se realiza el segundo procesamiento de detección:

enviar una señal de control al ecualizador (206);
 usar la primera frecuencia como límite, y detectar por separado la energía de la señal de tensión diferencial que es mayor que la primera frecuencia y la energía de la señal de tensión diferencial que es menor que la primera frecuencia, para obtener una diferencia de energía, en donde la primera frecuencia es $0,28/T_b$, y T_b es la duración de cada bit de la señal de tensión diferencial; y
 50 modificar la señal de control en base a la cantidad de modificación preestablecida; y

después de realizar el segundo procesamiento de detección una pluralidad de veces, el controlador (205) se configura específicamente para:

usar, como segunda señal de control, una señal de control correspondiente a una diferencia de energía mínima en una pluralidad de diferencias de energía que se obtienen después de la pluralidad de veces que se realiza el segundo procesamiento de detección.

7. Un receptor óptico, que comprende un detector optoelectrónico (901), un primer circuito de amplificación de transimpedancia (902), un convertidor de un solo extremo a diferencial (903), un ecualizador (904), una interfaz de E/S (905) y un controlador (906), en donde el detector optoelectrónico (901) se configura para convertir una señal óptica recibida en una señal de corriente, en donde el ancho de banda del detector optoelectrónico (901) es menor que un requisito de ancho de banda de transmisión del sistema;

el primer circuito de amplificación de transimpedancia (902) se configura para: recibir la señal de corriente y realizar una ganancia de transimpedancia en la señal de corriente, para obtener una señal de tensión; el convertidor de un solo extremo a diferencial (903) se configura para: convertir la señal de tensión en una señal de tensión diferencial y enviar la señal de tensión diferencial al ecualizador (904);
 5 el ecualizador (904) se configura para: recibir la señal de tensión diferencial y una primera señal de control, realizar una ganancia en la señal de tensión diferencial en base a la primera señal de control y enviar una señal de tensión diferencial que se obtiene después de la ganancia a la interfaz de E/S (905) y al controlador (906), en donde un valor de respuesta de frecuencia de la señal de tensión diferencial dentro del primer ancho de banda es mayor que dentro del ancho de banda del detector optoelectrónico (901), y cualquier frecuencia en el primer ancho de banda es mayor que una frecuencia de corte superior del detector optoelectrónico (901);
 10 la interfaz de E/S (905) se configura para dar salida a la señal de tensión diferencial que se obtiene después de la ganancia; y
 el controlador (906) se configura para: generar la primera señal de control en base a la señal de tensión diferencial que se obtiene después de la ganancia, y enviar la primera señal de control al ecualizador (904), en donde la primera señal de control se usa para controlar el ecualizador (904) para que realice una ganancia en la señal de tensión diferencial.

8. El receptor óptico de acuerdo con la reivindicación 7, en donde el controlador (906) se configura específicamente para: realizar un procesamiento de muestreo una pluralidad de veces, y realizar el siguiente proceso cada vez que se realiza el procesamiento de muestreo:

enviar una señal de control al ecualizador (904);
 muestrear un nivel superior y un nivel inferior de la señal de tensión diferencial recibida, para obtener un valor de un punto de muestreo; y
 25 modificar la señal de control en base a una cantidad de modificación preestablecida; y
 después de realizar el procesamiento de muestreo una pluralidad de veces, el controlador (906) se configura específicamente para usar, como la primera señal de control, una señal de control correspondiente a un punto de muestreo con un valor máximo en una pluralidad de puntos de muestreo que se obtienen después de la pluralidad de veces que se realiza el procesamiento de muestreo.

9. El receptor óptico de acuerdo con la reivindicación 7, en donde el controlador (906) se configura específicamente para: realizar un procesamiento de detección una pluralidad de veces, y realizar el siguiente proceso cada vez que se realice el procesamiento de detección:

enviar una señal de control al ecualizador (904);
 usar una primera frecuencia como límite, y detectar por separado la energía de la señal de tensión diferencial que es mayor que la primera frecuencia y la energía de la señal de tensión diferencial que es menor que la primera frecuencia, para obtener una diferencia de energía, en donde la primera frecuencia es $0,28/T_b$, y T_b es la duración de cada bit de la señal de tensión diferencial; y
 40 modificar la señal de control en base a una cantidad de modificación preestablecida; y
 después de realizar el procesamiento de detección una pluralidad de veces, el controlador (906) se configura específicamente para usar, como la primera señal de control, una señal de control correspondiente a una diferencia de energía mínima en una pluralidad de diferencias de energía que se obtienen después de la pluralidad de veces que se realiza el procesamiento de detección.

10. Un método de recepción, que comprende:

convertir (801), mediante un receptor óptico, una señal óptica recibida en una señal de corriente mediante el uso de un detector optoelectrónico, en donde el ancho de banda del detector optoelectrónico es menor que un requisito de ancho de banda de transmisión del sistema;
 50 realizar (802), mediante el receptor óptico, una ganancia de transimpedancia en la señal de corriente en base a una primera señal de control, para obtener una señal de tensión, en donde un valor de respuesta de frecuencia de la señal de corriente dentro del primer ancho de banda es mayor que dentro del ancho de banda del detector optoelectrónico, y cualquier frecuencia en el primer ancho de banda no es menor que una frecuencia de corte superior del detector optoelectrónico; y
 55 convertir (803), mediante el receptor óptico, la señal de tensión en una señal de tensión diferencial, y generar la primera señal de control en base a la señal de tensión diferencial, en donde la primera señal de control se usa para controlar el receptor óptico para que realice una ganancia de transimpedancia en la señal de corriente.

11. El método de acuerdo con la reivindicación 10, en donde la generación de la primera señal de control en base a la señal de tensión diferencial comprende específicamente:

realizar un procesamiento de muestreo una pluralidad de veces, y usar, como primera señal de control, una señal de control correspondiente a un punto de muestreo con un valor máximo en una pluralidad de puntos

de muestreo que se obtienen después de la pluralidad de veces que se realiza el procesamiento de muestreo, en donde se realiza el siguiente proceso cada vez que se realiza el procesamiento de muestreo:

5 realizar una ganancia de transimpedancia en la señal de corriente en base a una señal de control, para obtener la señal de tensión, y convertir la señal de tensión en la señal de tensión diferencial; muestrear un nivel superior y un nivel inferior de la señal de tensión diferencial, para obtener un valor de un punto de muestreo; y modificar la señal de control en base a una cantidad de modificación preestablecida.

10 12. El método de acuerdo con la reivindicación 10, en donde la generación de la primera señal de control en base a la señal de tensión diferencial comprende específicamente: realizar un procesamiento de detección una pluralidad de veces, y usar, como primera señal de control, una señal de control correspondiente a una diferencia de energía mínima en una pluralidad de diferencias de energía que se obtienen después de la pluralidad de veces que se realiza el procesamiento de detección, en donde cada vez que se realiza el procesamiento de detección se realiza el siguiente proceso:

15 realizar una ganancia de transimpedancia en la señal de corriente en base a una señal de control, para obtener la señal de tensión, y convertir la señal de tensión en la señal de tensión diferencial; usar una primera frecuencia como límite, y detectar por separado la energía de la señal de tensión diferencial que es mayor que la primera frecuencia y la energía de la señal de tensión diferencial que es menor que la primera frecuencia, para obtener una diferencia de energía, en donde la primera frecuencia es $0,28/T_b$, y T_b es la duración de cada bit de la señal de tensión diferencial; y modificar la señal de control en base a una cantidad de modificación preestablecida.

25 13. El método de acuerdo con la reivindicación 10, en donde después de convertir, mediante el receptor óptico, la señal de tensión en una señal de tensión diferencial, el método comprende además: realizar una ganancia en la señal de tensión diferencial en base a una segunda señal de control, en donde un valor de respuesta de frecuencia de la señal de tensión diferencial dentro del segundo ancho de banda es mayor que dentro del primer ancho de banda, y cualquier frecuencia en el segundo ancho de banda es mayor que cualquier frecuencia en el primer ancho de banda; y después de generar la primera señal de control, el método comprende además: generar la segunda señal de control en base a una señal de tensión diferencial que se obtiene después de la ganancia, en donde la segunda señal de control se usa para controlar el receptor óptico para que realice una ganancia en la señal de tensión diferencial.

30 14. El método de acuerdo con la reivindicación 13, en donde la generación de la primera señal de control en base a la señal de tensión diferencial comprende específicamente: realizar un primer procesamiento de muestreo una pluralidad de veces, y usar, como primera señal de control, una señal de control correspondiente a un punto de muestreo con un valor máximo en una pluralidad de puntos de muestreo que se obtienen después de la pluralidad de veces que se realiza el primer procesamiento de muestreo, en donde el siguiente proceso se realiza cada vez que se realiza el primer procesamiento de muestreo:

35 40 realizar una ganancia de transimpedancia en la señal de corriente en base a una señal de control, para obtener la señal de tensión, y convertir la señal de tensión en la señal de tensión diferencial; muestrear un nivel superior y un nivel inferior de la señal de tensión diferencial, para obtener un valor de un punto de muestreo; y modificar la señal de control en base a una cantidad de modificación preestablecida; y

45 la generación de la segunda señal de control en base a la señal de tensión diferencial comprende específicamente: realizar un segundo procesamiento de muestreo una pluralidad de veces, y usar, como segunda señal de control, una señal de control correspondiente a un punto de muestreo con un valor máximo en una pluralidad de puntos de muestreo que se obtienen después de la pluralidad de veces que se realiza el segundo procesamiento de muestreo, en donde el siguiente proceso se realiza cada vez que se realiza el segundo procesamiento de muestreo:

50 55 realizar una ganancia en la señal de tensión diferencial en base a una señal de control, para obtener la señal de tensión diferencial que se obtiene después de la ganancia; muestrear un nivel superior y un nivel inferior de la señal de tensión diferencial que se obtiene después de la ganancia, para obtener un valor de un punto de muestreo; y modificar la señal de control en base a la cantidad de modificación preestablecida.

60 65 15. Un método de recepción, que comprende:

convertir (1001), mediante un receptor óptico, una señal óptica recibida en una señal de corriente mediante el uso de un detector optoelectrónico, en donde el ancho de banda del detector optoelectrónico es menor que un requisito de ancho de banda de transmisión del sistema;

5 realizar (1002), mediante el receptor óptico, la ganancia de transimpedancia en la señal de corriente, para obtener una señal de tensión, y convertir la señal de tensión en una señal de tensión diferencial;

10 realizar (1003), mediante el receptor óptico, la ganancia en la señal de tensión diferencial en base a una primera señal de control, para obtener una señal de tensión diferencial que se obtiene después de la ganancia, en donde un valor de respuesta de frecuencia de la señal de tensión diferencial dentro del primer ancho de banda es mayor que dentro del ancho de banda del detector optoelectrónico, y cualquier frecuencia en el primer ancho de banda es mayor que una frecuencia de corte superior del detector optoelectrónico; y

generar (1004), mediante el receptor óptico, la primera señal de control en base a la señal de tensión diferencial que se obtiene después de la ganancia, en donde la primera señal de control se usa para controlar el receptor óptico para que realice una ganancia en la señal de tensión diferencial.

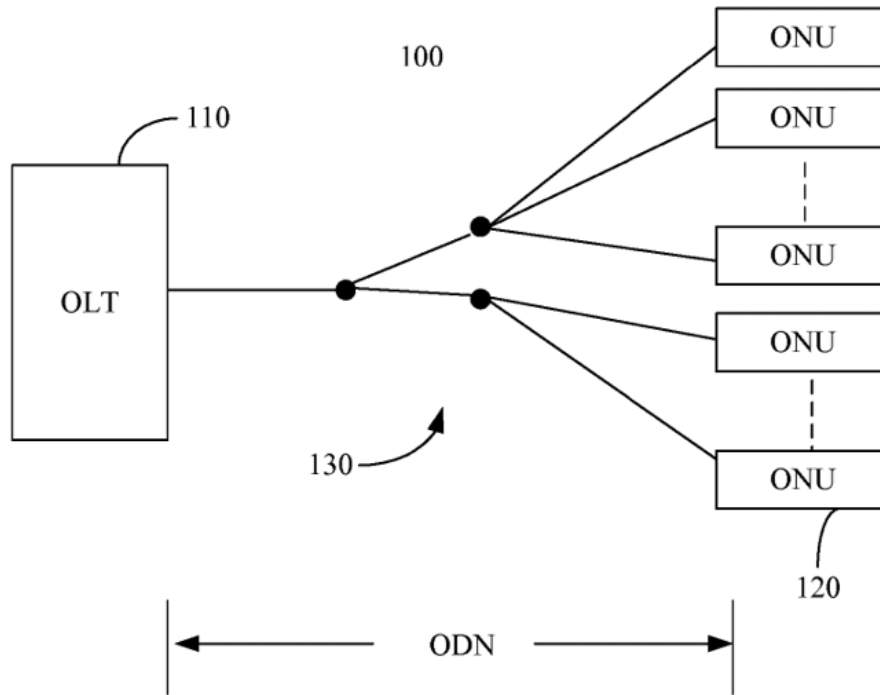


Figura 1

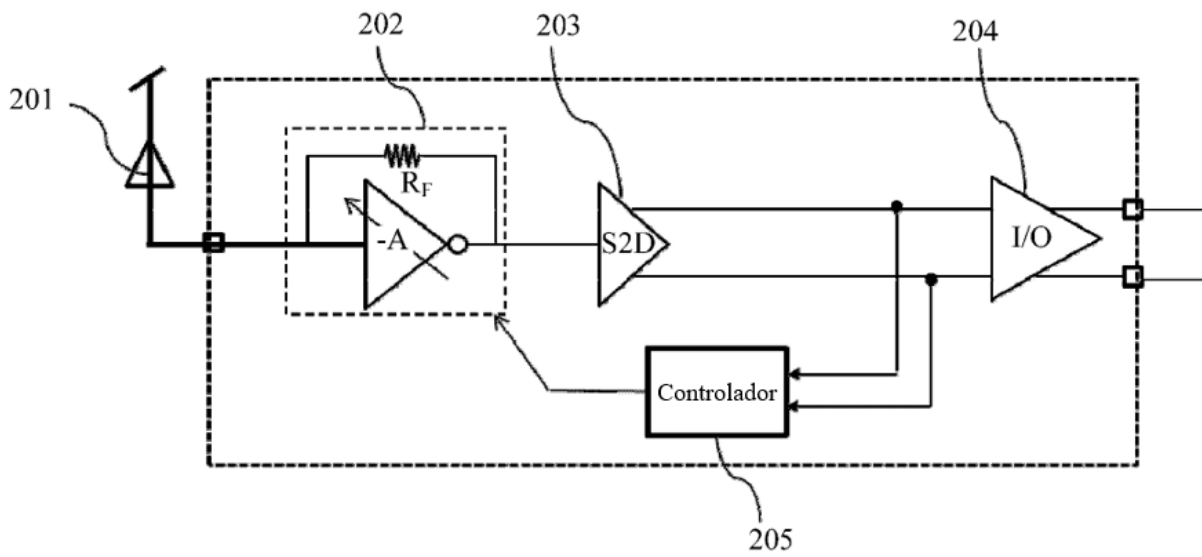


Figura 2

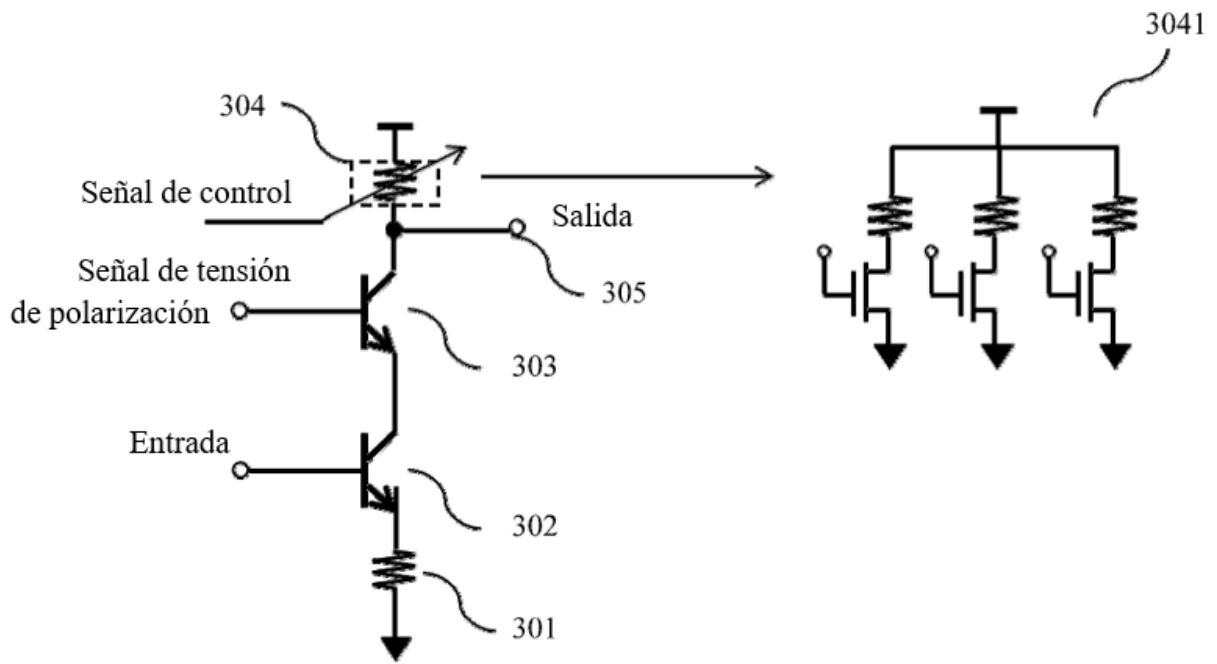


Figura 3

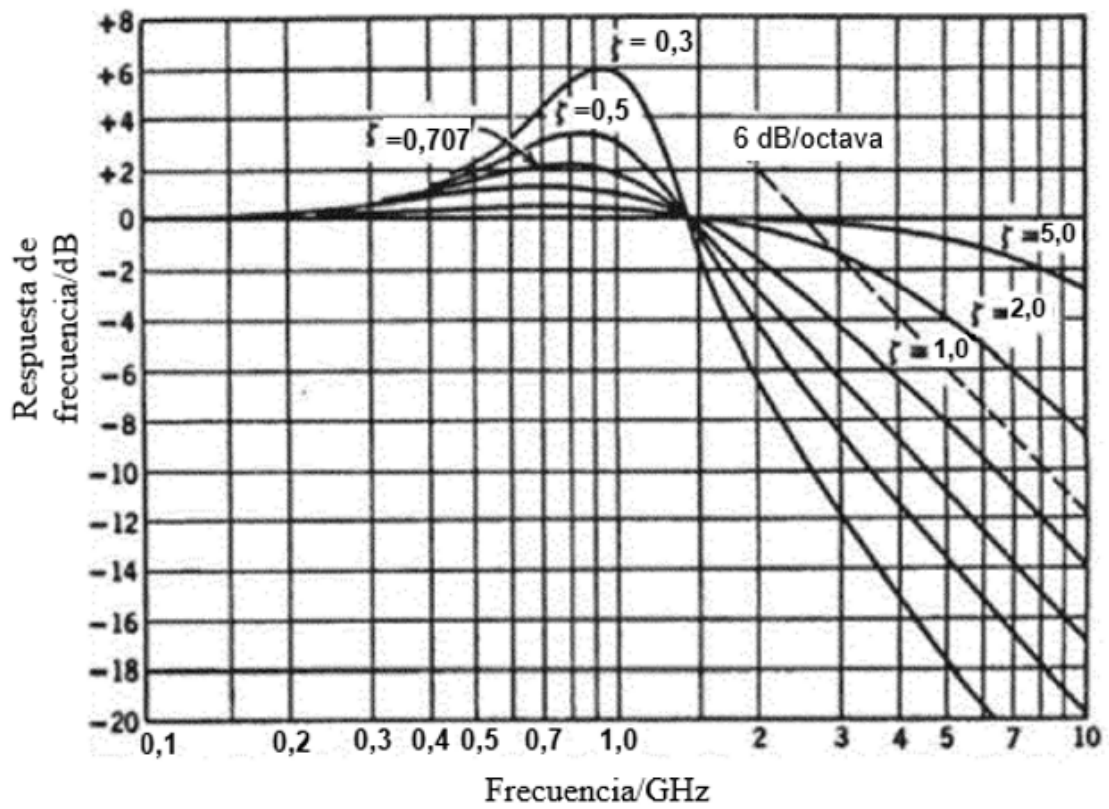


Figura 4

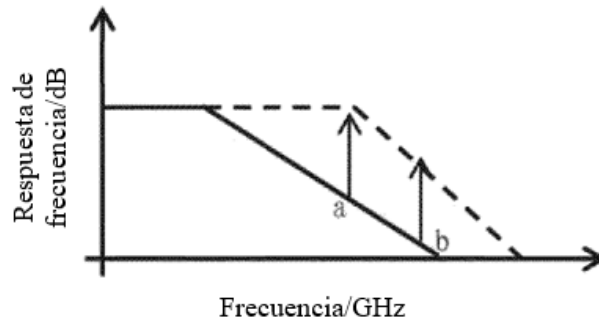


Figura 5

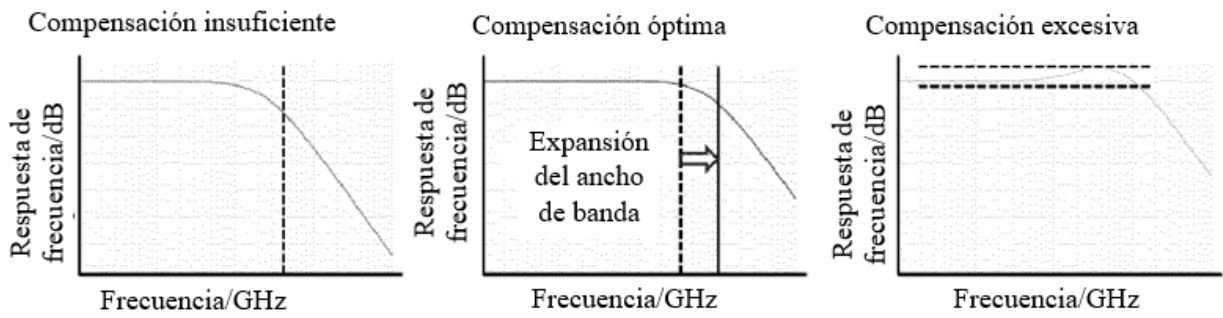


Figura 6

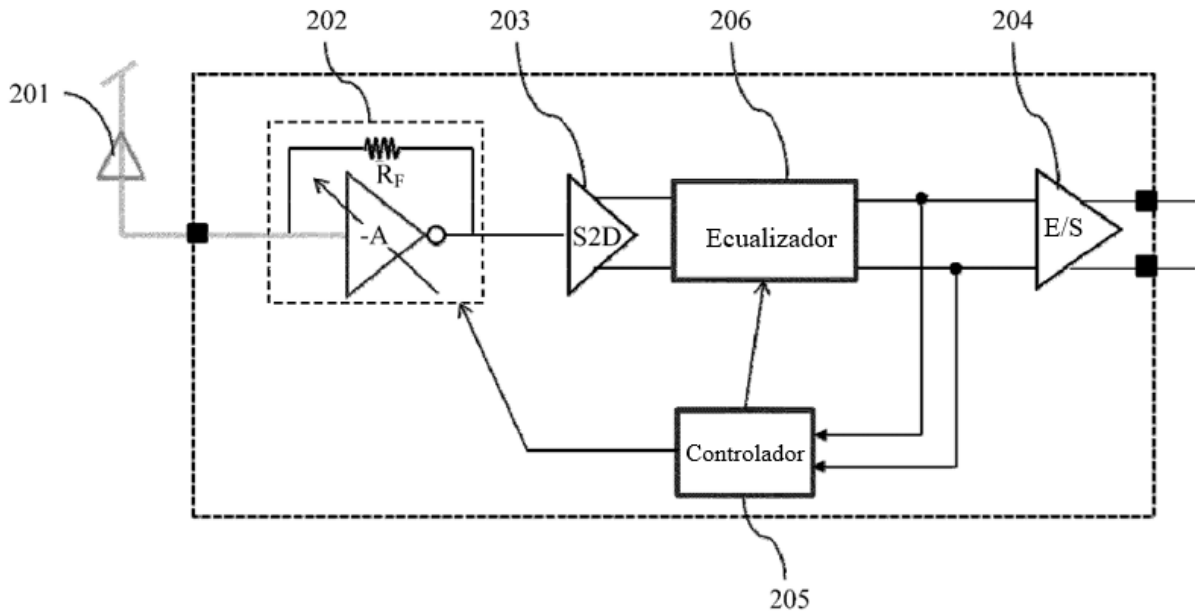


Figura 7

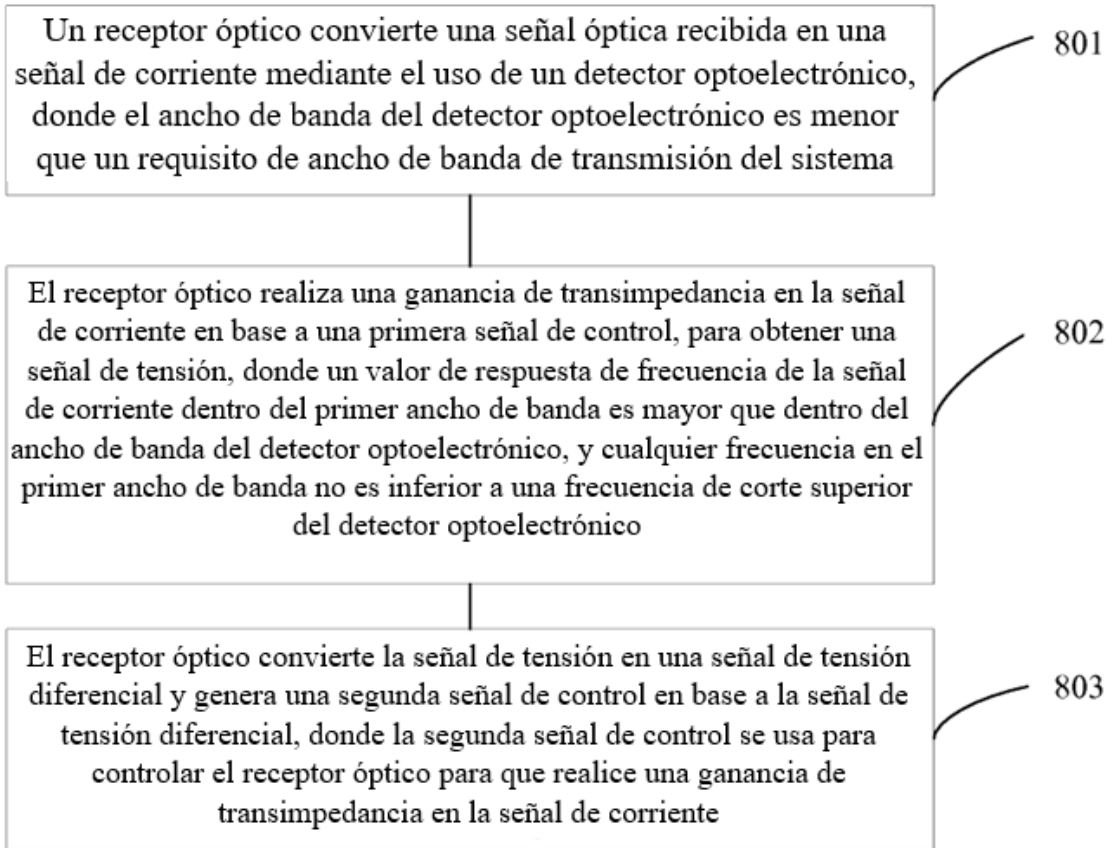


Figura 8

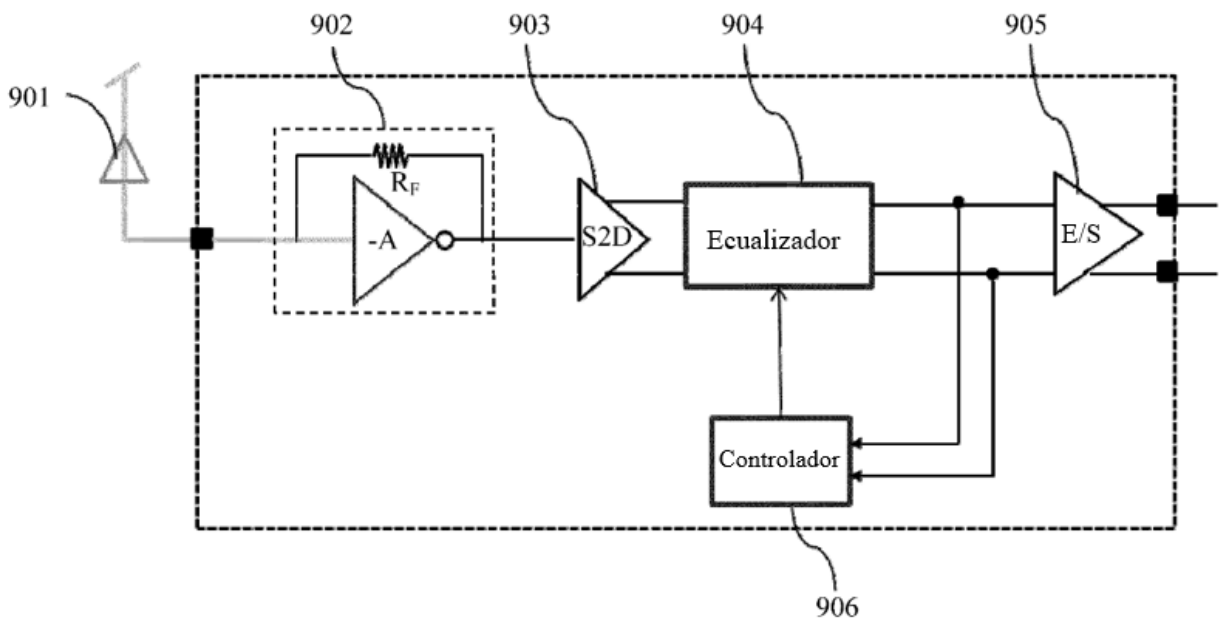


Figura 9

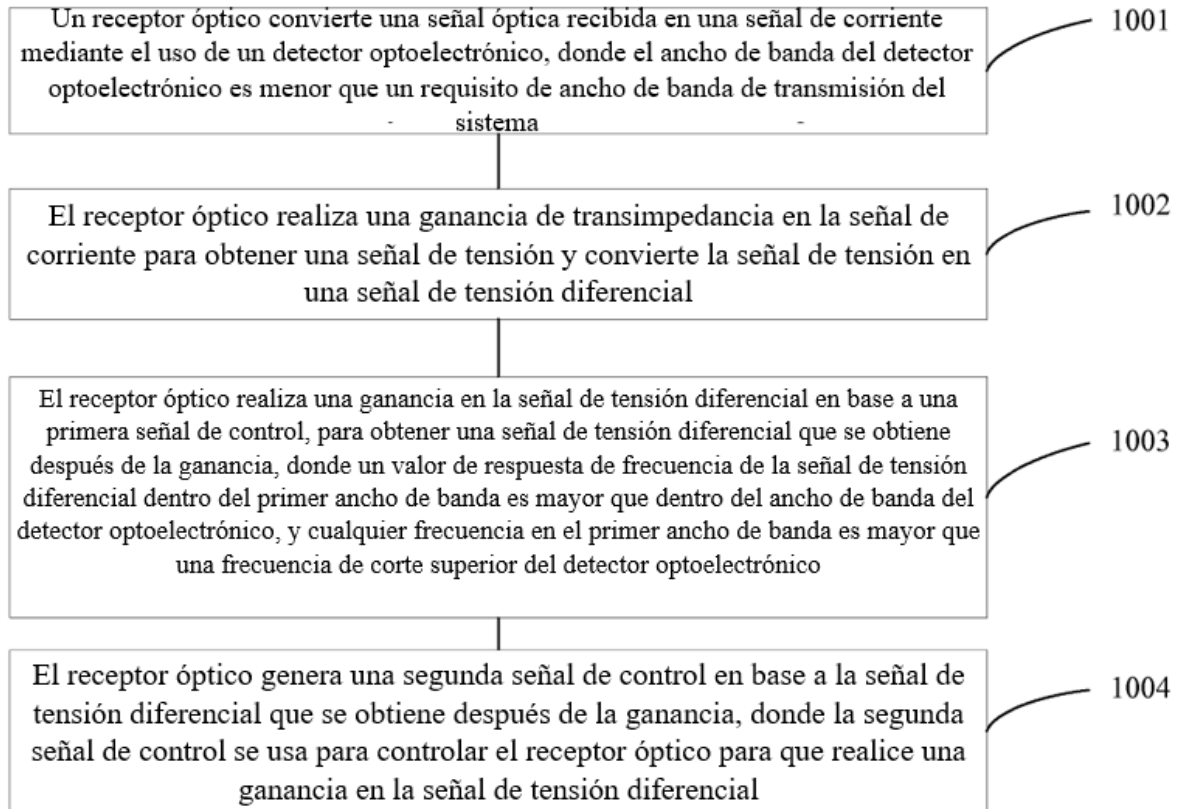


Figura 10

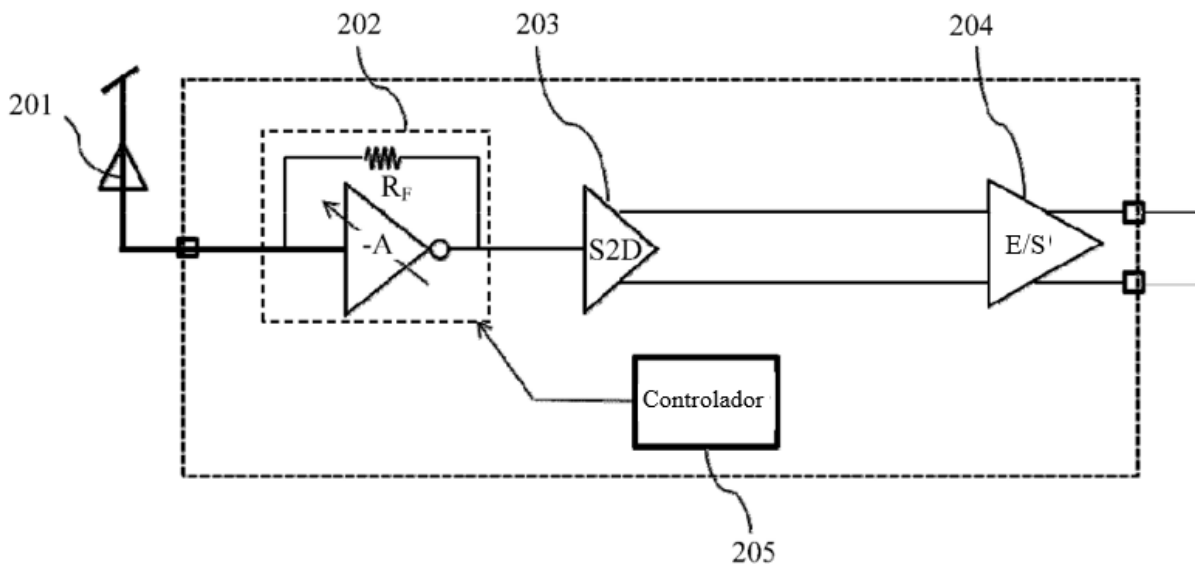


Figura 11