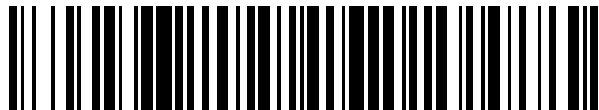


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 626 159**

51 Int. Cl.:

H04B 10/69 (2013.01)

H04B 10/63 (2013.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **14.01.2010 PCT/CN2010/070184**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **18.11.2010 WO10130158**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.01.2010 E 10774499 (7)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **15.03.2017 EP 2432139**

54 Título: **Método, dispositivo y sistema para control de retroalimentación de un receptor coherente**

30 Prioridad:

14.05.2009 CN 200910084418

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
24.07.2017

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**ZHAO, CHAN y
WAN, WENTONG**

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 626 159 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

Método, dispositivo y sistema para control de retroalimentación de un receptor coherente.

Campo de la invención

5 La presente invención se refiere a las tecnologías de la comunicación y, en particular, a un método, un aparato y un sistema para control de retroalimentación de un receptor coherente.

Antecedentes de la invención

10 Con el desarrollo de la tecnología de la comunicación óptica de alta velocidad, también crecen las demandas de las personas de diversos servicios. Por ejemplo, las crecientes demandas de capacidad de información de un único canal en comunicación óptica hacen que la tasa de una onda única del sistema de multiplexación por división compacta de longitud de onda (DWDM, por su sigla en inglés) evolucione de 10 Gbps a 40 Gbps. En la actualidad, la tecnología de onda única de 100 Gbps ya existe y está en constante mejoría.

15 El método de procesamiento eléctrico coherente se reconoce actualmente como un método de recepción relativamente ideal para un sistema con una tasa de onda única de 100 Gbps. En el método de procesamiento eléctrico coherente, es necesario realizar un algoritmo de procesamiento eléctrico coherente después de una conversión digital-analógica, para completar la demodulación de información de datos enviados por un transmisor. El punto clave del procesamiento eléctrico coherente es la exactitud de datos de una conversión analógica-digital y un algoritmo de procesamiento de señales digitales (DSP, por su sigla en inglés). Para poder ofrecer datos de señales eléctricas óptimos para el algoritmo de DSP, la cantidad de información de los datos analógicos muestreados por un convertidor analógico-digital (CAD) determina directamente el rendimiento de demodulación del aparato receptor completo.

20 El modelo de partes principales de un receptor coherente descrito en la técnica anterior es como el que se muestra en la Figura 1. Las características principales de un receptor coherente son las siguientes. Un mezclador de frecuencia óptico de 90 grados se utiliza para mezclar frecuencias coherentes de luces de señalización y luces láser locales, donde se ajustan una longitud de onda de salida y una potencia de un láser local mediante un excitador correspondiente; dos luces de señalización de polarización en cuadratura se emiten después de que una señal entra a un divisor de haz de polarización (PBS, por su sigla en inglés), que, al mismo tiempo, se envían respectivamente a los mezcladores de frecuencias ópticas de 90 grados junto con las luces láser locales del divisor de haz; los mezcladores de frecuencia óptica emiten cuatro grupos de luces de señalización diferenciales; después de que se realiza la conversión óptico-eléctrica en cada grupo de las luces diferenciales utilizando un detector equilibrado, cada señal obtenida mediante la conversión óptico-eléctrica pasa a través de un amplificador de transimpedancia (TIA, por su sigla en inglés) para la amplificación lineal de la señal, y finalmente, entra al CAD, que convierte las señales eléctricas analógicas en señales digitales y envía las señales digitales a una unidad de DSP posterior para el procesamiento y demodulación correspondientes de información de las luces de señalización. En la técnica anterior, el método de control de retroalimentación descrito tiene el siguiente principio.

35 En un control de retroalimentación, después de que las luces de señalización moduladas entran a un procesador de luz de señalización, la mezcla de frecuencia de las luces de señalización y las luces láser locales se realiza mediante un acoplador óptico ajustable; después del acoplamiento del acoplador, las señales ópticas de doble extremo entran en el detector equilibrado para completar la conversión O/E; un procesador de señal de radiofrecuencia (RF) calcula una cantidad de retroalimentación para las señales de RF convertidas y emite la cantidad de retroalimentación hacia varios dispositivos en ejecución, tal y como un enganche de fase de frecuencia, un detector de picos de RF, y un circuito de barrido automático; y los dispositivos ópticos ajustables o el láser local se ajusta ópticamente mediante los dispositivos en ejecución en el circuito. Las señales de RF que pasan a través del control en bucle cerrado son las señales eléctricas recibidas que se requieren después de determinados tipos de procesamiento. En otros métodos de retroalimentación, la unidad de DSP ofrece una retroalimentación de parámetros de control pertinentes para ajustar la frecuencia de salida del láser, con el fin de minimizar la desviación entre la frecuencia de salida del láser local y la frecuencia de las luces de señalización.

40 Es sabido que en controles de retroalimentación de la técnica anterior, se utilizan dispositivos tales como dispositivos ópticos ajustables y procesadores de RF eléctricos; dos tipos de bucles de retroalimentación, un trayecto óptico, y una señal de RF de circuito trabajan al mismo tiempo; solo las señales de RF de salida se procesan y, por lo tanto, se da la retroalimentación de las mismas. La unidad de DSP solo retroalimenta señales de control de frecuencia al láser local.

45 Durante la implementación de la presente invención, los inventores descubrieron que la técnica anterior tiene algunos defectos, por ejemplo, no se tiene en cuenta la influencia del CAD sobre el algoritmo de procesamiento eléctrico coherente en el control de retroalimentación.

55 El documento US 6 522 459 B1 describe un nodo de red que comprende un receptor para convertir la luz recibida en una señal eléctrica, un amplificador de transimpedancia para utilizar la señal eléctrica para generar un voltaje analógico y que incluye, típicamente, un elemento de resistencia, un convertidor analógico-digital para convertir el

voltaje analógico en señales digitales, y un procesador de señales para procesar las señales digitales y distribuir las señales procesadas según sea apropiado.

Un problema del nodo de red en el documento US 6 522 459 B1 es que el muestreo del convertidor analógico-digital no es óptimo.

- 5 Por lo tanto, un objeto de la presente invención es ofrecer un método, un aparato y un sistema para control de retroalimentación de un receptor coherente, lo que permite un muestreo mejorado del convertidor analógico-digital en un receptor coherente.

Este objeto se resuelve mediante un método según la reivindicación 1, un aparato según la reivindicación 5, y un sistema según la reivindicación 10.

10 Compendio de la invención

La presente invención ofrece un método, un aparato, y un sistema para control de retroalimentación de un receptor coherente, para ajustar una señal analógica antes del muestreo del CAD y para hacer que la señal analógica se ajuste mejor al muestreo de CAD, maximizando una cantidad de información eficaz tomada como muestra por el CAD y admitiendo un mejor procesamiento posterior de una unidad de DSP, y mejorando así un rendimiento de recepción coherente.

- 15 Una realización de la presente invención ofrece un método para control de retroalimentación de un receptor coherente, donde el método incluye:

obtener una cantidad de control de retroalimentación según una señal digital convertida por un convertidor analógico-digital; y

- 20 ajustar una salida de amplitud de señal mediante un amplificador de transimpedancia, caracterizado por

ajustar, según la cantidad de control de retroalimentación, la salida de amplitud de señal mediante el amplificador de transimpedancia y el componente de corriente directa de un dispositivo de compensación en T, hasta que una señal analógica que entra al convertidor analógico-digital se encuentre dentro de un intervalo de muestreo del convertidor analógico-digital, en donde el dispositivo de compensación en T sirve para agregar un componente de corriente directa a la información de corriente alterna, y en donde una salida del amplificador de transimpedancia está conectada en serie a una entrada del dispositivo de compensación en T, y una salida del dispositivo de compensación en T está conectada a una entrada del convertidor analógico-digital.

- 25

Una realización de la presente invención ofrece un aparato para control de retroalimentación de un receptor coherente, donde el aparato incluye:

- 30 un módulo de obtención, configurado para obtener una cantidad de control de retroalimentación según una señal digital recibida convertida por un convertidor analógico-digital; y

un módulo de ajuste, configurado para ajustar una amplitud de señal emitida mediante un amplificador de transimpedancia,

- 35 caracterizado por que

el módulo de ajuste está configurado para ajustar la amplitud de señal emitida mediante el amplificador de transimpedancia y un componente de corriente directa de un dispositivo de compensación en T según la cantidad de control de retroalimentación, hasta que una señal analógica que entra al convertidor analógico-digital se encuentre dentro de un intervalo de muestreo del convertidor analógico-digital, en donde el dispositivo de compensación en T sirve para agregar un componente de corriente directa a la información de corriente alterna, y en donde una salida del amplificador de transimpedancia está conectada en serie a una entrada del dispositivo de compensación en T, y una salida del dispositivo de compensación en T está conectada a una entrada del convertidor analógico-digital.

- 40

Una realización de la presente invención ofrece un sistema para control de retroalimentación de un receptor coherente, que comprende el aparato según la presente invención ubicado en una unidad de procesamiento de señales digitales, un convertidor analógico-digital, un amplificador de transimpedancia, y un dispositivo de compensación en T, en donde

- 45

la unidad de procesamiento de señales digitales está configurada para recibir una señal digital convertida por el convertidor analógico-digital y obtener una cantidad de control de retroalimentación; y ajustar, según la cantidad de control de retroalimentación, una amplitud de señal emitida mediante el amplificador de transimpedancia y un componente de corriente directa del dispositivo de compensación en T, hasta que una señal analógica que entra en el convertidor analógico-digital se encuentre dentro de un intervalo de muestreo del convertidor analógico-digital, en donde el dispositivo de compensación en T sirve para agregar un componente de corriente directa a la información

- 50

de corriente alterna, y en donde una salida del amplificador de transimpedancia está conectada en serie a una entrada del dispositivo de compensación en T, y una salida del dispositivo de compensación en T está conectada a una entrada del convertidor analógico-digital;

5 el dispositivo de compensación en T está configurado para recibir la cantidad de control de retroalimentación de la unidad de procesamiento de señales digitales y emitir el componente de corriente directa ajustado del dispositivo de compensación en T, con el fin de ajustar la señal analógica que entra al convertidor analógico-digital; y

el amplificador de transimpedancia está configurado para recibir la cantidad de control de retroalimentación de la unidad de procesamiento de señales digitales y emitir la amplitud de señal ajustada del amplificador de transimpedancia, con el fin de ajustar señal analógica ingresada en el convertidor analógico-digital.

10 En el método, el aparato, y el sistema para control de retroalimentación del receptor coherente, una amplitud de señal emitida mediante un TIA y un componente de corriente directa de un dispositivo de compensación en T están ajustados según una cantidad de control de retroalimentación obtenida, con el fin de ajustar una amplitud de una señal analógica antes del muestreo del CAD y que la señal analógica se ajuste mejor al muestreo del CAD, maximizar una cantidad de información efectiva muestreada por un CAD, y ofrecer una mejor asistencia al procesamiento posterior de una unidad de DSP, y mejorar así un rendimiento de recepción coherente.

15

Breve descripción de los dibujos

La Figura 1 es un diagrama estructural esquemático de un modelo de un receptor coherente convencional;

la Figura 2 es un diagrama de flujo de una primera realización de un método para control de retroalimentación de un receptor coherente según la presente invención;

20 la Figura 3 es un diagrama de flujo de una segunda realización del método para control de retroalimentación del receptor coherente según la presente invención;

la Figura 4 es un diagrama estructural esquemático de una realización de un aparato para control de retroalimentación de un receptor coherente según la presente invención;

25 la Figura 5 es un diagrama estructural esquemático de una primera realización de un sistema para control de retroalimentación de un receptor coherente según la presente invención; y

la Figura 6 es un diagrama estructural esquemático de una segunda realización del sistema para control de retroalimentación del receptor coherente según la presente invención.

Descripción detallada de las realizaciones

30 Las soluciones técnicas de la presente invención se describen a continuación en mayor detalle con referencia a los dibujos y a las realizaciones que la acompañan.

La Figura 2 es un diagrama de flujo de una primera realización de un método para control de retroalimentación de un receptor coherente según la presente invención. Tal y como se muestra en la Figura 2, el método para control de retroalimentación del receptor coherente incluye lo siguiente.

35 En la etapa 101, se recibe una señal digital convertida por un CAD y se obtiene una cantidad de control de retroalimentación.

Una unidad de DSP obtiene la cantidad de control de retroalimentación según la señal digital recibida convertida mediante el CAD. La cantidad de control de retroalimentación se puede obtener mediante múltiples formas, tal y como, según una tasa de error de la unidad de DSP y una función de error especial.

40 En la etapa 102, una amplitud de señal emitida por un TIA y un componente de corriente directa de un dispositivo de compensación en T se ajustan según la cantidad de control de retroalimentación, hasta que una señal analógica que entra al CAD se encuentre dentro de un intervalo de muestreo del CAD.

45 Según la cantidad de control de retroalimentación, la unidad de DSP lleva a cabo el procesamiento y emite dos señales de control. Una señal de control ajusta un estado de emisión de un láser local y/o una ganancia del TIA, de manera que la amplitud de señal emitida por el TIA se mantiene dentro de un intervalo de amplitud apropiado para el CAD; la otra señal de control ajusta un convertidor digital-analógico (CDA) para controlar el componente de corriente directa del dispositivo de compensación en T, de manera que antes de que la señal analógica entre al CAD esté compensada a una ubicación óptima en un intervalo cuantificado del CAD, es decir, para ajustar la ubicación compensada de la señal muestreada en un extremo frontal del CAD para que esté en un intervalo de muestreo fijo del dispositivo de CAD.

Como dispositivo clave en el procesamiento eléctrico de la recepción coherente, el CAD realiza una conversión digitalizada de la señal analógica de la recepción coherente y provee la señal digital convertida para la unidad de DSP. Por lo tanto, la calidad de la conversión de señal tiene influencia directa sobre el receptor completo.

5 En el método para control de retroalimentación del receptor coherente, la amplitud de señal emitida mediante el TIA y el componente de corriente directa del dispositivo de compensación en T están ajustados según la cantidad de control de retroalimentación obtenida, con el fin de ajustar la señal analógica antes del muestreo del CAD y que la señal analógica se ajuste mejor al muestreo del CAD, maximizar la cantidad de información efectiva muestreada por el CAD y ofrecer una mejor asistencia al procesamiento posterior de la unidad de DSP, y mejorar así un rendimiento de recepción coherente. Además, durante la implementación, los dispositivos ópticos utilizados en el trayecto óptico
10 tienen una estructura simple, y se requieren pocos dispositivos ópticos especiales, por lo que la implementación es sencilla.

La Figura 3 es un diagrama de flujo de una segunda realización del método para control de retroalimentación del receptor coherente según la presente invención. El método incluye lo siguiente.

En la etapa 201, una unidad de DSP recibe una señal digital convertida por un CAD.

15 En la etapa 202, la unidad de DSP obtiene una media de la señal digital y un valor medio cuantificado del CAD según la señal digital convertida, y obtiene un valor de diferencia entre la media de la señal digital y el valor medio cuantificado del CAD, y a continuación obtiene una relación del valor de diferencia respecto del valor medio cuantificado del CAD.

20 El valor medio cuantificado del CAD es un valor medio del intervalo de muestreo del CAD, es decir, un valor obtenido de dividir por dos el intervalo de muestreo del CAD.

En la etapa 203, se evalúa si la relación es mayor que un umbral establecido y, si la relación es mayor que un umbral establecido, se lleva a cabo la etapa 204; de lo contrario, se lleva a cabo la etapa 205.

El umbral establecido puede establecerse según el rendimiento del receptor, y el umbral se puede ajustar según sea necesario.

25 En la etapa 204, se ajusta el componente de corriente directa del dispositivo de compensación en T, y se lleva a cabo de nuevo la etapa 202.

30 Si la relación es mayor que el umbral establecido, se ajusta el componente de corriente directa del dispositivo de compensación en T, con el fin de cambiar la media de la señal digital en la etapa 202, y para además cambiar la relación; y, si la relación continua siendo mayor que el umbral establecido, se repiten las operaciones anteriores hasta que la relación sea menor que el umbral establecido.

En la etapa 205, se ajustan un excitador del láser local y/o la ganancia del TIA.

En la etapa 206, se evalúa si la función de error informa de un error, y si la función de error informa de un error, se lleva a cabo la etapa 205 de nuevo; y si la función de error no informa de ningún error, se lleva a cabo la etapa 207.

35 La función de error se obtiene según el algoritmo de procesamiento eléctrico coherente y refleja la calidad de la señal emitida por el TIA. Además, la función de error emite información de cantidad de control relacionada con el control de retroalimentación y tiene una función de informe de errores. Si después de ajustar el excitador del láser local y/o la ganancia del TIA, la señal emitida por el TIA tiene mala calidad, la función de error informa de un error y, para continuar, es necesario ajustar el excitador del láser local y/o la ganancia del TIA hasta que la función de error deje de informar de un error. Una función de error para control de retroalimentación está escrita en el algoritmo de
40 procesamiento eléctrico coherente.

En la etapa 207, la señal ajustada se ingresa en el CAD.

La señal después de los ajustes de las etapas 201 a 206 es la señal óptima dentro del intervalo de muestreo del CAD, es decir, en la ubicación media del intervalo de muestreo del CAD. La amplitud de señal es congruente con la de una señal óptima requerida por el CAD.

45 Se ha de especificar que las etapas de evaluación 202 a 204 son paralelas a las etapas de evaluación 205 a 206, y no tienen un orden particularmente fijo.

50 En el método para control de retroalimentación de un receptor coherente, el dispositivo CAD toma muestras de la señal analógica ingresada desde su extremo frontal, calcula la media de la señal a través de la unidad de DSP, obtiene el valor de diferencia al comparar la media con el valor medio cuantificado del CAD, obtiene una relación al dividir el valor de diferencia por el valor medio cuantificado del CAD, y luego compara la relación con el umbral establecido. Si la relación es mayor que el umbral, se ajusta el componente de entrada de corriente directa del dispositivo de compensación en T hasta que la relación sea menor que el umbral. Después de que se ajusta el dispositivo de compensación en T, el excitador del láser se ajusta para aumentar la potencia de salida del láser, o se

ajustan los parámetros del TIA, con el fin de obtener un nivel de salida que satisfaga las amplitudes muestreadas en el extremo de salida del TIA. El ajuste del nivel de salida se procesa según una función de error especial de la unidad de DSP, y cuando la función de error informa de un error, es necesario continuar ajustando el láser y/o la ganancia del TIA hasta que no se generen informes de error. En este punto, la señal analógica muestreada por el CAD es la señal óptima.

En el método para control de retroalimentación del receptor coherente, se detecta una discrepancia entre la salida de señal y la salida objetivo, y se modifica la relación de acoplamiento de las luces láser locales y las luces de señalización ajustando la potencia de salida del láser local y/o la ganancia del TIA, con el fin de ajustar la discrepancia para que sea óptima; se ajusta el componente de corriente directa del dispositivo de compensación en T para compensar la señal de RF, con el fin de compensar la señal analógica antes de ingresarla al CAD a la ubicación óptima en el intervalo cuantificado del CAD para maximizar la cantidad de información efectiva muestreada por el CAD, ofrecer una mejor asistencia al procesamiento posterior de la unidad de DSP, y mejorar así el rendimiento de recepción coherente. Además, el método anterior no requiere dispositivos ópticos costosos y se puede implementar agregando sólo diversos dispositivos eléctricos.

La Figura 4 es un diagrama estructural esquemático de una realización de un aparato para control de retroalimentación de un receptor coherente según la presente invención. El aparato incluye: un módulo de obtención 11, configurado para recibir una señal digital convertida por un CAD y obtener una cantidad de control de retroalimentación, y un módulo de ajuste 12, configurado para ajustar una amplitud de señal emitida por un TIA y un componente de corriente directa de un dispositivo de compensación en T según la cantidad de control de retroalimentación, hasta una señal analógica esté en un intervalo de muestreo del CAD antes de que entre en el CAD.

Con el fin de ajustar la amplitud de señal emitida por el TIA, el módulo de ajuste 12 puede incluir una primera unidad de ajuste 121, configurada para ajustar una potencia de salida y una longitud de onda de un láser según la cantidad de control de retroalimentación, y/o una segunda unidad de ajuste 122, configurada para ajustar una ganancia del TIA según la cantidad de control de retroalimentación.

Para hacer que la señal analógica sea la señal óptima antes de entrar en el CAD, el módulo de obtención 11 puede incluir: una primera unidad de obtención 111, configurada para obtener una media de la señal digital y un valor medio cuantificado del CAD, y una segunda unidad de obtención 112, configurada para obtener un valor de diferencia entre la media de la señal digital y el valor medio cuantificado y obtener una relación del valor de diferencia respecto del valor medio cuantificado; el módulo de ajuste 12 puede incluir: una primera unidad de evaluación 123, configurada para evaluar si la relación del valor de diferencia respecto del valor medio cuantificado es mayor que un umbral establecido, y, si el valor medio cuantificado es mayor que un umbral establecido, ajustar el componente de corriente directa del dispositivo de compensación en T hasta que la relación del valor de diferencia respecto del valor medio cuantificado sea menor que el umbral establecido y, si el valor medio cuantificado es menor que un umbral establecido, invocar la primera unidad de ajuste 121 para ajustar la potencia de salida y la longitud de onda del láser, y/o invocar la segunda unidad de ajuste 122 para ajustar la ganancia del TIA; y una segunda unidad de evaluación 124, configurada para evaluar si una función de error informa de un error y, si la función de error informa de un error invocar la primera unidad de ajuste 121 para ajustar la potencia de salida y la longitud de onda del láser, y/o invocar la segunda unidad de ajuste 122 para ajustar la ganancia del TIA, y si la función de error no informa de un error, determinar que la señal analógica esté dentro del intervalo de muestreo del CAD antes de entrar al CAD.

El proceso, donde la primera unidad de obtención, la segunda unidad de obtención, la primera unidad de evaluación, la segunda unidad de evaluación, la primera unidad de ajuste, y la segunda unidad de ajuste obtienen, mediante la interacción entre sí, la señal analógica óptima que se encuentra dentro del intervalo de muestreo del CAD antes de entrar al CAD, es el mismo que el de las realizaciones del método para control de retroalimentación del receptor coherente según la presente invención, para el cual no se vuelven a repetir detalles en la presente memoria.

Además, el aparato de procesamiento de retroalimentación puede estar ubicado en una unidad de DSP, y la unidad de DSP puede estar ubicada en un dispositivo lógico programable o chip de circuito integrado de aplicaciones específicas (ASIC).

En el aparato para control de retroalimentación del receptor coherente, el módulo de ajuste ajusta la amplitud de señal y el componente de corriente directa del dispositivo de compensación en T según la cantidad de control de retroalimentación obtenida por el módulo de obtención, con el fin de ajustar la señal analógica antes del muestreo de CAD y de hacer que la señal analógica se adapte mejor al muestreo de CAD, maximizar la cantidad de información efectiva muestreada por el CAD y ofrecer una mejor asistencia al procesamiento posterior de la unidad de DSP, y mejorar así el rendimiento de recepción coherente. Además, durante la implementación, se requieren pocos dispositivos ópticos especiales, por lo que la implementación es sencilla.

La Figura 5 es un diagrama estructural esquemático de una primera realización de un sistema para control de retroalimentación de un receptor coherente según la presente invención. El sistema incluye una unidad de DSP 1, un CAD 2, un TIA, y un dispositivo de compensación en T 4. La unidad de DSP 1 está configurada para recibir una

señal digital convertida por el CAD 2 y obtener una cantidad de control de retroalimentación; y configurada para ajustar una amplitud de señal emitida por el TIA y un componente de corriente directa del dispositivo de compensación en T 4 según la cantidad de control de retroalimentación, hasta que una señal analógica esté dentro de un intervalo de muestreo del CAD 2 antes de entrar al CAD 2, donde el TIA está conectado en serie al dispositivo de compensación en T 4 y después se conecta al CAD 2. El dispositivo de compensación en T 4 está configurado para recibir la cantidad de control de retroalimentación desde la unidad de DSP 1 y emitir el componente de corriente directa ajustado del dispositivo de compensación en T 4, con el fin de ajustar el ingreso de la señal analógica en el CAD 2. El dispositivo de compensación en TIA está configurado para recibir la cantidad de control de retroalimentación desde la unidad de DSP 1 y emitir la amplitud de señal ajustada del TIA, con el fin de ajustar la señal analógica que entra al CAD.

Para el sistema que se muestra en la Figura 5, la amplitud de señal emitida por el TIA se puede ajustar ajustando el TIA, donde el ajuste del TIA se implementa específicamente ajustando una ganancia del TIA.

Asimismo, el sistema puede además incluir un láser 3, configurado para recibir la cantidad de control de retroalimentación de la unidad de DSP 1, y emitir una potencia y una longitud de onda de sí misma, y un mezclador de frecuencia óptico de polarización doble 7, configurados para reenviar la potencia y longitud de onda emitida por el láser 3 hacia el TIA, con el fin de ajustar la señal analógica que entra al CAD 2. La estructura específica del sistema es como la que se muestra en la Figura 6.

Para el sistema que se muestra en la Figura 6, la señal de salida del TIA se puede ajustar ajustando el láser y también se puede ajustar ajustando el láser y el TIA, donde el ajuste del TIA se implementa específicamente ajustando la ganancia del TIA. Para compensar la señal analógica muestreada utilizando un nivel de corriente directa, es decir, para aumentar o disminuir la señal analógica muestreada, el sistema para control de retroalimentación del receptor coherente puede además incluir un CDA 5, configurado para recibir la cantidad de control de retroalimentación de la unidad de DSP 1, establecer un valor de nivel de salida según la cantidad de control de retroalimentación, y agregar el valor de nivel de salida hacia una clavija de corriente directa del dispositivo de compensación en T 4 de una forma de excitación de potencia.

La unidad de DSP y el CAD están integrados y fijados en un chip ASIC, el láser 3 está ubicado en un sistema de control de láser, y el TIA está ubicado en un receptor equilibrado. Mientras tanto, el aparato de control láser además incluye un excitador 6, configurado para recibir la cantidad de control de retroalimentación de la unidad de DSP 1 y excitar, según la cantidad de control de retroalimentación, el láser 3 para ajustar la potencia de salida y la longitud de onda.

Además, el chip ASIC controla el CDA y el excitador del láser a través de un puerto de control, donde el puerto de control puede ser un bus de control que cumple con un protocolo pertinente, tal y como un circuito interintegrado (I2C), una interfaz periférica en serie (SPI), y un bus de datos en serie (RS232). Después de obtener un valor óptimo de potencia de salida y un valor óptimo de longitud de onda del láser a través del cálculo del DSP, el sistema de control de láser responde a la instrucción de retroalimentación cambiando un circuito pertinente interno y, finalmente, hace que la amplitud de la señal muestreada en el extremo frontal del CAD tenga una amplitud óptima. Mientras tanto, la señal muestreada en el extremo frontal del CAD también se puede ajustar directamente controlando la ganancia del TIA en el receptor equilibrado. El dispositivo de compensación en T o aparatos similares sirven para agregar un componente de corriente directa a la información de corriente alterna, para compensar la señal de RF.

Se sabe que el sistema no requiere ningún dispositivo óptico costoso y que puede implementarse fácilmente agregando sólo diversos dispositivos eléctricos; mediante un procedimiento de ajuste adaptativo, el sistema permite que la señal logre el voltaje de compensación y el intervalo de amplitud óptimos del CAD antes de que entre al CAD, con el fin de mejorar el rendimiento del sistema de recepción coherente.

En el sistema para control de retroalimentación del receptor coherente, la unidad de DSP ajusta, según la cantidad de control de retroalimentación obtenida, la amplitud de señal emitida mediante el TIA y el componente de corriente directa del dispositivo de compensación en T, con el fin de ajustar la señal analógica antes del muestreo de CAD y permitir que la señal analógica se ajuste mejor al muestreo de CAD, maximizar la cantidad de información real muestreada por el CAD y ofrecer una mejor asistencia al procesamiento posterior de la unidad de DSP, y mejorar así el rendimiento de recepción coherente. Además, durante la implementación, diversos dispositivos eléctricos se agregan al sistema, y sólo se requieren pocos dispositivos especiales, por lo que la implementación es sencilla.

Finalmente, cabe destacar que las realizaciones sólo se pueden utilizar para describir las soluciones técnicas de la presente invención y no están destinadas a limitar la presente invención. A pesar de que la presente invención se describe en detalle solo con referencia a las realizaciones de ejemplo, las personas con experiencia ordinaria en la técnica deben comprender que se pueden realizar modificaciones o reemplazos equivalentes a las soluciones técnicas de la presente invención sin desviarse del alcance de la solución técnica de la presente invención.

REIVINDICACIONES

1. Un método para control de retroalimentación de un receptor óptico coherente, que comprende:
 obtener (101) una cantidad de control de retroalimentación según una señal digital convertida por un convertidor analógico-digital (2); y
- 5 ajustar (102) una amplitud de señal emitida mediante un amplificador de transimpedancia,
 en donde
 ajustar (102), según la cantidad de control de retroalimentación, la amplitud de señal emitida mediante el amplificador de transimpedancia y el componente de corriente directa de un dispositivo de compensación en T (4), hasta que una señal analógica que entra al convertidor analógico-digital (2) se encuentre dentro de un intervalo de muestreo del convertidor analógico-digital (2), en donde el dispositivo de compensación en T (4) sirve para agregar un componente de corriente directa a la información de corriente alterna, y en donde una salida del amplificador de transimpedancia está conectada en serie a una entrada del dispositivo de compensación en T (4), y una salida del dispositivo de compensación en T (4) está conectada a una entrada del convertidor analógico-digital (2).
- 10
2. El método para control de retroalimentación de un receptor coherente según la reivindicación 1, en donde
 15 ajustar (102), según la cantidad de control de retroalimentación, la amplitud de señal emitida por el amplificador de transimpedancia, comprende:
 ajustar una potencia de salida y una longitud de onda de un láser según la cantidad de control de retroalimentación;
 y/o
 ajustar una ganancia del amplificador de transimpedancia según la cantidad de control de retroalimentación.
- 20
3. El método para control de retroalimentación de un receptor coherente según la reivindicación 1, en donde
 obtener (101) la cantidad de control de retroalimentación comprende:
 obtener (202) una media de la señal digital y un valor medio cuantificado del convertidor analógico-digital (2), y
 obtener (202) un valor de diferencia según la media de la señal digital y el valor medio cuantificado, y una relación del valor de diferencia respecto del valor medio cuantificado.
- 25
4. El método para control de retroalimentación de un receptor coherente según la reivindicación 3, en donde
 30 ajustar (102), según la cantidad de control de retroalimentación, la amplitud de señal emitida por el amplificador de transimpedancia y el componente de corriente directa del dispositivo de compensación en T (4), hasta que la señal analógica que entra al convertidor analógico-digital (2) se encuentre dentro del intervalo de muestreo del convertidor analógico-digital (2), comprende:
 evaluar (203) si la relación del valor de diferencia respecto del valor medio cuantificado es mayor que un umbral establecido, y si la relación es mayor que el umbral establecido, ajustar (204) el componente de corriente directa del dispositivo de compensación en T (4), hasta que la relación del valor de diferencia respecto del valor medio cuantificado sea menor que el umbral establecido; y, si la relación no es mayor que el umbral establecido, ajustar (205) una potencia de salida y una longitud de onda de un láser, y/o ajustar (205) una ganancia del amplificador de transimpedancia; y
 35 evaluar (206) si una función de error informa de un error y, si la función de error informa de un error, ajustar (205) la potencia de salida y la longitud de onda del láser, y/o ajustar (205) la ganancia del amplificador de transimpedancia; y, si la función de error no informa de ningún error, determinar (207) que la señal analógica se encuentre dentro del intervalo de muestreo del convertidor analógico-digital (2) antes de que entre al convertidor analógico-digital (2).
- 40
5. Un aparato para control de retroalimentación de un receptor óptico coherente, que comprende:
 un módulo de obtención (11), configurado para obtener (101) una cantidad de control de retroalimentación según una señal digital convertida recibida por un convertidor analógico-digital (2); y
 un módulo de ajuste (12), configurado para ajustar (102) una amplitud de señal emitida mediante un amplificador de transimpedancia,
 45 en donde
 el módulo de ajuste (12) está configurado para ajustar (102) la amplitud de señal emitida mediante el amplificador de transimpedancia y un componente de corriente directa de un dispositivo de compensación en T (4) según la cantidad de control de retroalimentación, hasta que una señal analógica que entra al convertidor analógico-digital (2) se encuentre en un intervalo de muestreo del convertidor analógico-digital (2), en donde el dispositivo de compensación en T (4) sirve para agregar un componente de corriente directa a información de corriente alterna, y en donde una salida del amplificador de transimpedancia está conectada en serie a una entrada del dispositivo de compensación
 50

en T (4), y una salida del dispositivo de compensación en T (4) está conectada a una entrada del convertidor analógico-digital (2).

6. El aparato para control de retroalimentación de un receptor coherente según la reivindicación 5, en donde el módulo de ajuste (12) comprende:

5 una primera unidad de ajuste (121), configurada para ajustar una potencia de salida y una longitud de onda de un láser según la cantidad de control de retroalimentación; y/o

una segunda unidad de ajuste (122), configurada para ajustar una ganancia del amplificador de transimpedancia según la cantidad de control de retroalimentación.

10 7. El aparato para control de retroalimentación de un receptor coherente según la reivindicación 5, en donde el módulo de obtención (11) comprende:

una primera unidad de obtención (111), configurada para obtener (202) una media de la señal digital y un valor medio cuantificado del convertidor analógico-digital (2); y

15 una segunda unidad de obtención (112), configurada para obtener (202) un valor de diferencia entre la media de la señal digital y el valor medio cuantificado, y una relación del valor de diferencia respecto del valor medio cuantificado.

8. El aparato para control de retroalimentación de un receptor coherente según la reivindicación 7, en donde el módulo de ajuste (12) comprende:

20 una primera unidad de evaluación (123), configurada para evaluar (203) si la relación del valor de diferencia respecto del valor medio cuantificado es mayor que un umbral establecido, y si la relación es mayor que el umbral establecido, ajustar (204) el componente de corriente directa del dispositivo de compensación en T (4) hasta que la relación del valor de diferencia respecto del valor medio cuantificado sea menor que el umbral establecido; y, si la relación no es mayor que el umbral establecido, invocar una primera unidad de ajuste (121) para ajustar (205) una potencia de salida y una longitud de onda de un láser, y/o invocar una segunda unidad de ajuste (122) para ajustar (205) una ganancia del amplificador de transimpedancia; y

25 una segunda unidad de evaluación (124), configurada para evaluar (206) si una función de error informa de un error y, si la función de error informa de un error, invocar la primera unidad de ajuste (121) para ajustar (205) la potencia de salida y la longitud de onda del láser, y/o invocar la segunda unidad de ajuste (122) para ajustar (205) la ganancia del amplificador de transimpedancia; y, si la función de error no informa de ningún error, determinar (207) que la señal analógica se encuentre dentro del intervalo de muestreo del convertidor analógico-digital (2) antes de que
30 entre al convertidor analógico-digital (2).

9. El aparato de control de retroalimentación de un receptor coherente según cualquiera de las reivindicaciones 5 a 8, en donde el aparato de control de retroalimentación de un receptor coherente está ubicado en una unidad de procesamiento de señales digitales (1), y la unidad de procesamiento de señales digitales (1) está ubicada en un dispositivo lógico programable o en un chip de circuito integrado de aplicaciones específicas.
35

10. Un sistema para control de retroalimentación de un receptor coherente, que comprende: el aparato según una de las reivindicaciones 5 a 9 ubicado en una unidad de procesamiento de señales digitales (1), un convertidor analógico-digital (2), un amplificador de transimpedancia, y un dispositivo de compensación en T (4), en donde

40 la unidad de procesamiento de señales digitales (1) está configurada para recibir una señal digital (101) convertida por el convertidor analógico-digital (2) y obtener (101) una cantidad de control de retroalimentación; y ajustar (102), según la cantidad de control de retroalimentación, una amplitud de señal emitida mediante el amplificador de transimpedancia y un componente de corriente directa del dispositivo de compensación en T (4), hasta que una señal analógica que entra en el convertidor analógico-digital (2) se encuentre dentro de un intervalo de muestreo del convertidor analógico-digital (2), en donde el dispositivo de compensación en T (4) sirve para agregar un
45 componente de corriente directa a la información de corriente alterna, y en donde una salida del amplificador de transimpedancia está conectada en serie a una entrada del dispositivo de compensación en T (4), y una salida del dispositivo de compensación en T (4) está conectada a una entrada del convertidor analógico-digital (2);

50 el dispositivo de compensación en T (4) está configurado para recibir la cantidad de control de retroalimentación de la unidad de procesamiento de señales digitales (1) y emitir el componente de corriente directa ajustado del dispositivo de compensación en T (4), con el fin de ajustar la señal analógica que entra al convertidor analógico-digital (2); y

el amplificador de transimpedancia está configurado para recibir la cantidad de control de retroalimentación de la unidad de procesamiento de señales digitales (1) y emitir la amplitud de señal ajustada del amplificador de transimpedancia, con el fin de ajustar la entrada de señal analógica en el convertidor analógico-digital (2).

11. El sistema para control de retroalimentación de un receptor coherente según la reivindicación 10, que además comprende:

un láser, configurado para recibir la cantidad de control de retroalimentación desde la unidad de procesamiento de señales digitales (1), y emitir una potencia y una longitud de onda propia; y

5 un mezclador de frecuencia óptico de polarización doble (7), configurado para reenviar la potencia y longitud de onda del láser al amplificador de transimpedancia, con el fin de ajustar la señal analógica que entra al convertidor analógico digital (2).

12. El sistema para control de retroalimentación de un receptor coherente según la reivindicación 10 u 11, que además comprende:

10 un convertidor digital-analógico (5), configurado para recibir la cantidad de control de retroalimentación desde la unidad de procesamiento de señales digitales (1), establecer un valor de nivel de salida según la cantidad de control de retroalimentación, y agregar el valor de nivel de salida a una clavija de corriente directa del dispositivo de compensación en T (4) en una forma de excitación de potencia.

15 13. El sistema para control de retroalimentación de un receptor coherente según la reivindicación 12, en donde la unidad de procesamiento de señales digitales (1) y el convertidor analógico-digital (2) están integrados en un chip de circuito integrado de aplicaciones específicas, el láser está ubicado en un sistema de control de láser, y el amplificador de transimpedancia está ubicado en un receptor equilibrado.

20 14. El aparato para control de retroalimentación de un receptor coherente según la reivindicación 13, en donde el sistema de control de láser además comprende:

un excitador, configurado para recibir la cantidad de control de retroalimentación de la unidad de procesamiento digital de señales digitales (1), y excitar, según la cantidad de control de retroalimentación, el láser para ajustar la potencia de salida y la longitud de onda.

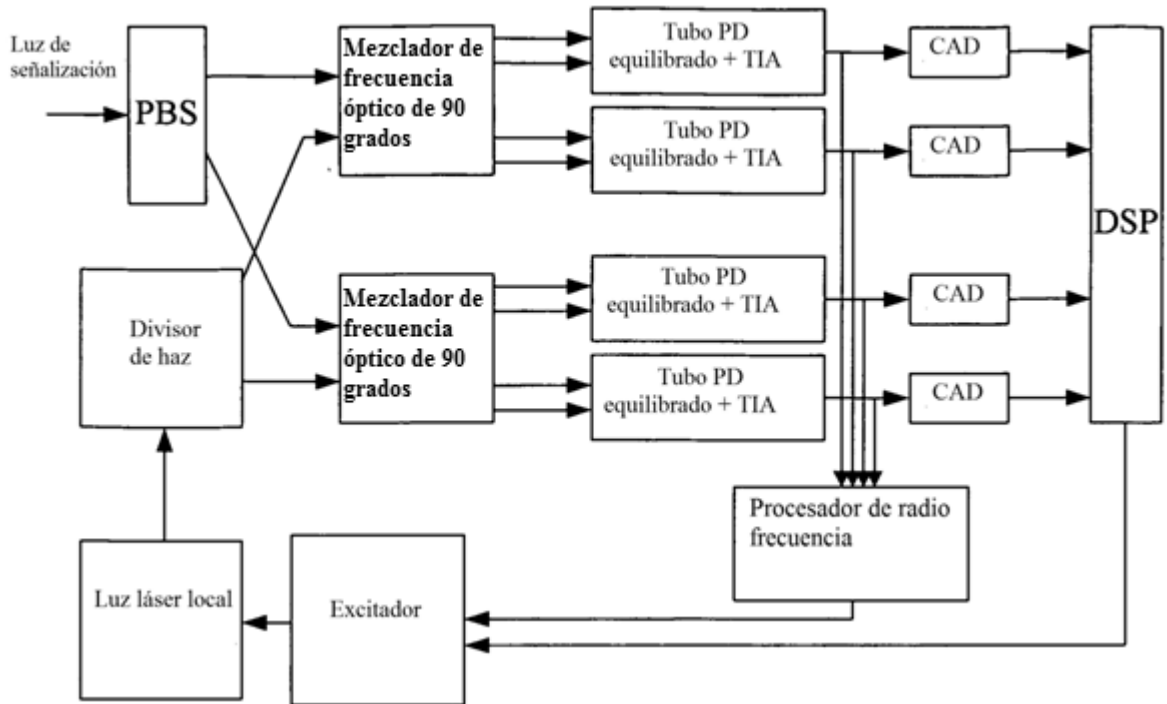


FIG. 1

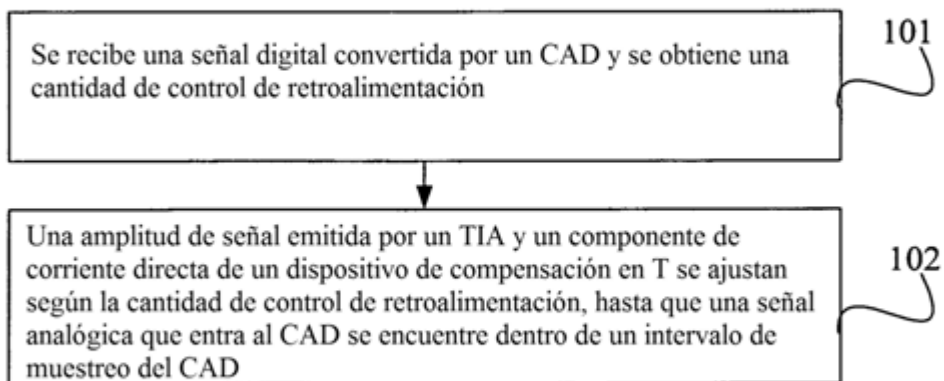


FIG. 2

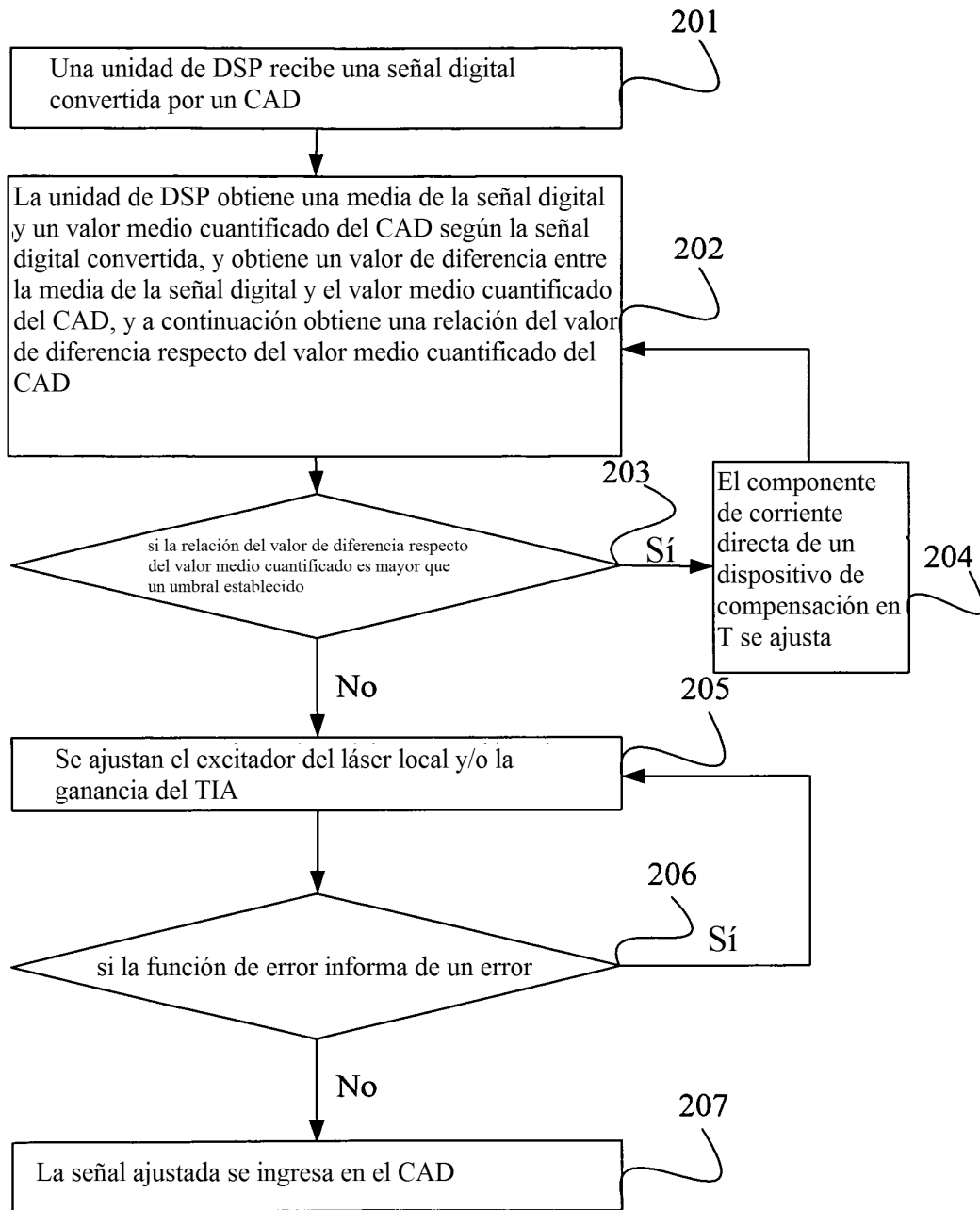


FIG. 3

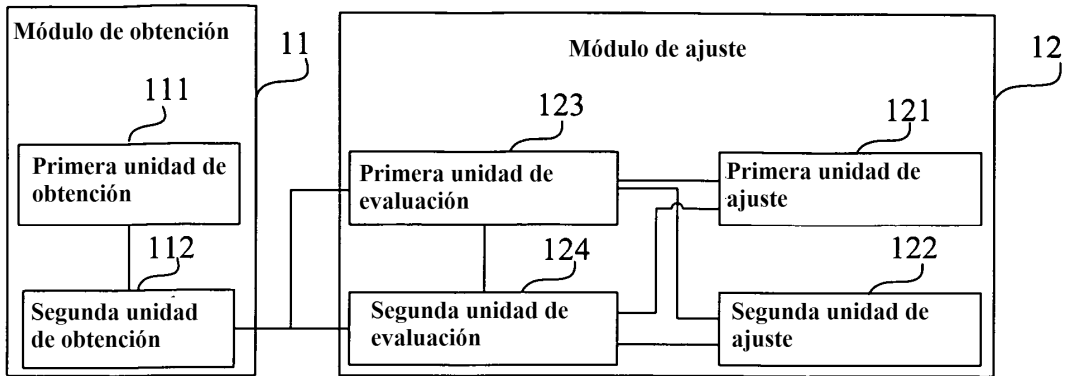


FIG. 4

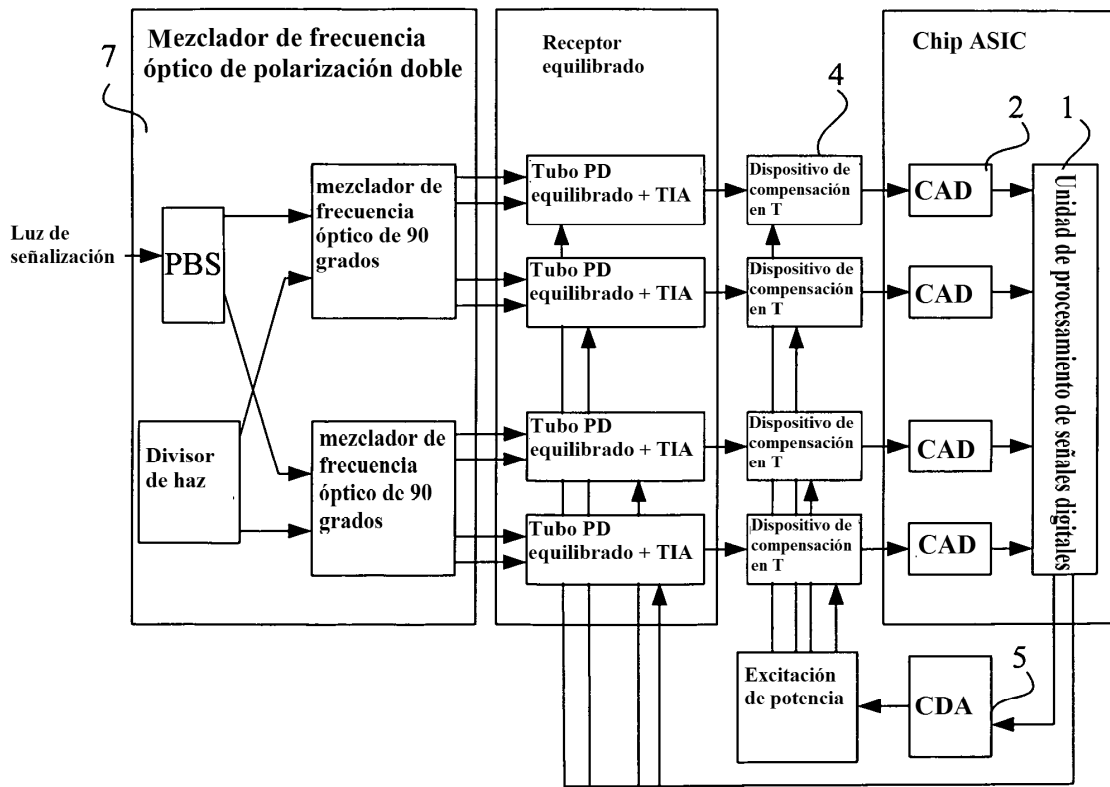


FIG. 5

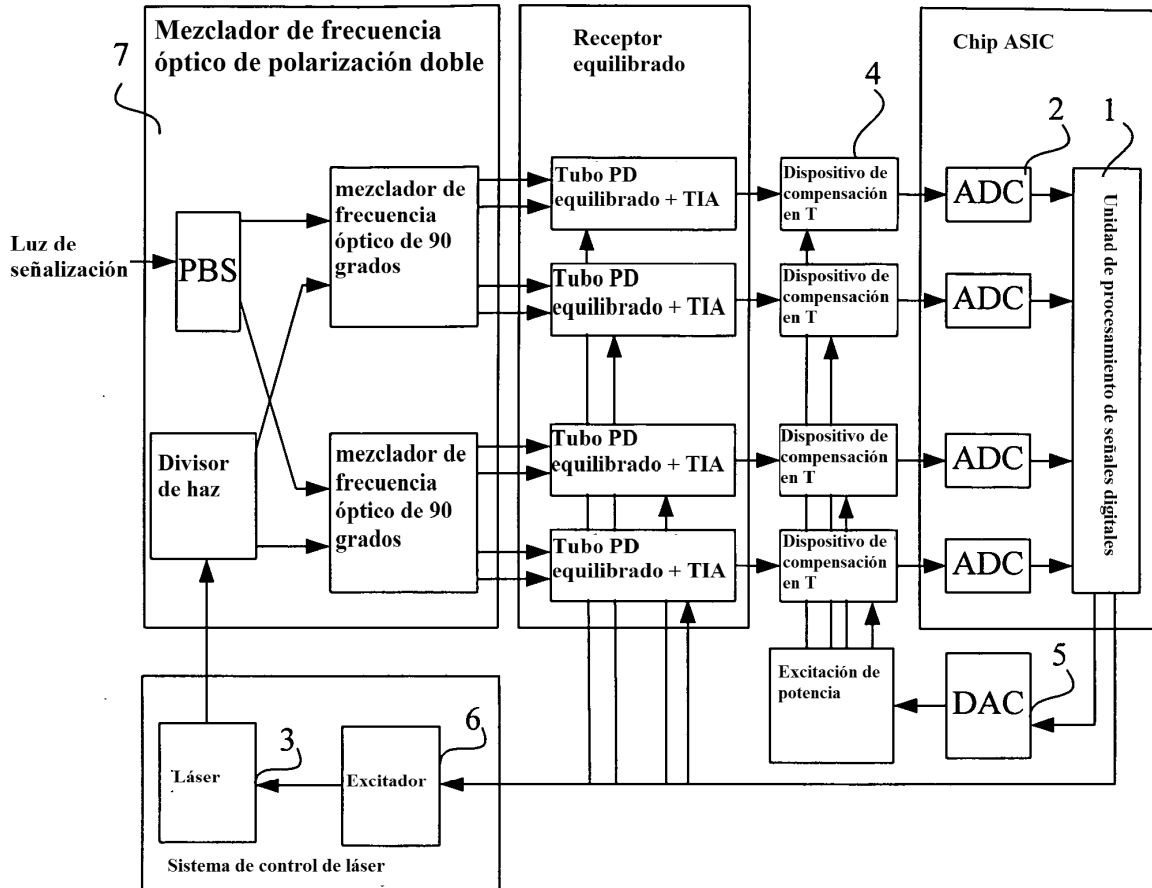


FIG. 6