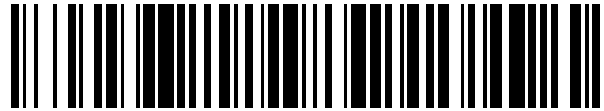


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 499 033**

51 Int. Cl.:

**H04B 10/69**

(2013.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.07.2009 E 09813960 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **09.07.2014 EP 2337246**

54 Título: **Procedimiento y aparato para la optimización de un nivel de umbral de decisión de un receptor óptico**

30 Prioridad:

**18.09.2008 CN 200810211311**

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

**26.09.2014**

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**PENG, XIAO**

74 Agente/Representante:

**CARPINTERO LÓPEZ, Mario**

**ES 2 499 033 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

Procedimiento y aparato para la optimización de un nivel de umbral de decisión de un receptor óptico

## 5 Campo técnico

La presente invención se refiere al campo técnico de la comunicación óptica y, más en particular, a un procedimiento y un aparato para optimizar un umbral de decisión de un receptor óptico.

## 10 Antecedentes técnicos

En un sistema de comunicación óptica, un transmisor óptico en un extremo de transmisión convierte señales eléctricas digitales de 0 y 1 en señales ópticas que se transmitirán en fibras ópticas, y un receptor óptico en un extremo de recepción vuelve a convertir las señales ópticas en las señales eléctricas digitales de 0 y 1 mediante una conversión fotoeléctrica. De manera ideal, un umbral de decisión del receptor óptico está a un valor promedio, es decir, al 50%, de manera que las señales de 0 y 1 pueden determinarse de manera precisa. Sin embargo, las señales de 1 y 0 pueden distorsionarse debido a la influencia de factores, tales como el ruido y el efecto no lineal de las fibras ópticas en el proceso de transmisión a larga distancia, por lo que es necesario ajustar el umbral de decisión del receptor óptico para determinar de manera precisa las señales de 0 y 1.

En el sistema de comunicación óptica actual, la detección de errores y la corrección de errores se llevan a cabo en errores de bits de 0 y 1 usando FEC (corrección de errores en recepción). La optimización del umbral de decisión del receptor óptico puede reducir de manera eficaz el número de errores de bits de 0 y 1 previo a la corrección de errores en recepción, es decir, el número de errores de bits antes de la FEC. Cuando la tasa de error de bits antes de la FEC es mínima, la tasa de error de bits después de la FEC es también mínima, es decir, la tasa de error de bits del sistema es mínima. Por lo tanto, la tasa de error de bits antes de la FEC puede usarse como base para optimizar el umbral de decisión del receptor óptico.

Los procedimientos para optimizar el umbral de decisión del receptor óptico dados a conocer en las patentes CN 1753355A, US2004105687, EP1675282 y WO03013030A2 obtienen valores numéricos de errores de bits de 0 y 1 en tiempo real y determinan si la diferencia entre los errores de bits de 0 y 1 es menor que un valor prefijado. Si la diferencia es menor que el valor prefijado, se determina que no es necesario ajustar el umbral de decisión; si la diferencia no es menor que el valor prefijado, entonces se determina la dirección de ajuste y el valor de incremento del umbral de decisión en función de la diferencia, y el umbral de decisión se ajusta en tiempo real y rápidamente.

En un sistema de comunicación óptica en condiciones de funcionamiento normales, la relación de señal a ruido óptica en el receptor óptico es muy alta, en cuyo caso las diferencias entre los errores de bits de 0 y 1 correspondientes a todos los valores de umbral de decisión en un determinado intervalo son menores que el valor prefijado; por ejemplo, diferencias entre los errores de bits de 0 y 1 correspondientes a umbrales de decisión de entre el 30% y el 50% son menores que el valor prefijado. Cuando el valor inicial del umbral de decisión está dentro de este intervalo, el umbral de decisión obtenido por el procedimiento de ajuste anterior es un valor inicial del umbral de decisión; cuando el valor inicial del umbral de decisión es menor que este intervalo, el umbral de decisión obtenido por el procedimiento de ajuste anterior es el valor mínimo en este intervalo, es decir, el 30%; cuando el valor inicial del umbral de decisión es mayor que este intervalo, el umbral de decisión obtenido por el procedimiento de ajuste anterior es el valor máximo en este intervalo, es decir, el 50%. Puede observarse que el valor de umbral de decisión optimizado obtenido por el procedimiento anterior está asociado al valor inicial del umbral de decisión, que el umbral de decisión no se corresponde de manera unívoca a la diferencia entre los errores de bits de 0 y 1, y que el umbral de decisión optimizado no es, evidentemente, el valor óptimo.

En el sistema de comunicación óptica, los factores principales que afectan al umbral de decisión del receptor óptico incluyen parámetros del transmisor óptico, la potencia óptica recibida, la relación de señal a ruido óptica, la dispersión residual, etc. La influencia de estos factores en los valores numéricos de los errores de bits de 0 y 1 es complicada. Cuando determinados factores cambian repentinamente debido a la influencia del entorno externo en el sistema, usar el procedimiento anterior para ajustar el umbral de decisión en tiempo real puede provocar el ajuste de un gran intervalo y alterar el umbral de decisión, dando por tanto como resultado que se deteriore el rendimiento de las señales o que se vea afectada la comunicación normal de los servicios en un caso severo.

Puede observarse que el procedimiento anterior para ajustar el umbral de decisión en tiempo real en un gran intervalo durante el funcionamiento del receptor óptico tiene el riesgo de afectar a la estabilidad y fiabilidad del sistema. Por lo tanto, debe evitarse el ajuste de gran intervalo del umbral de decisión para el receptor óptico que soporta servicios. La optimización de un gran intervalo y el ajuste del umbral de decisión deben llevarse a cabo antes de que el receptor óptico se distribuya desde la fábrica y antes de que se activen los servicios, y el umbral de decisión debe mantenerse inalterado o debe optimizarse en un pequeño intervalo específico después de que el receptor óptico obtenga los servicios.

El documento EP1056229A da a conocer un aparato de recepción óptico que comprende un receptor óptico para

recibir una entrada luminosa de señal desde una línea de transmisión óptica, un discriminador para discriminar una señal de salida del receptor óptico, un evaluador para evaluar las características de transmisión de la línea de transmisión óptica según la señal recibida del receptor óptico, y un controlador de umbral para controlar el umbral de discriminación del discriminador según el resultado evaluado del evaluador. El documento EP1056229A da a conocer las características del preámbulo de la reivindicación 1.

Sumario de la invención

La presente invención proporciona un procedimiento y un aparato para optimizar un umbral de decisión de un receptor óptico para solucionar un problema que afecta a la estabilidad y fiabilidad del sistema y que existe en el procedimiento de la técnica anterior para ajustar el umbral de decisión en tiempo real en un gran intervalo durante el funcionamiento de un sistema de comunicación óptica.

A continuación se describirá el esquema técnico de la presente invención.

La presente invención proporciona un procedimiento para optimizar un umbral de decisión de un receptor óptico, que comprende las siguientes etapas:

- A, determinar un valor máximo y un valor mínimo de un intervalo de ajuste del umbral de decisión;
- B, ajustar un valor de umbral de decisión dentro del intervalo de ajuste del umbral de decisión, y detectar por separado tasas de error de bits previas a la corrección de errores en recepción (-FEC BER) en una unidad de detección de pre-FEC BER correspondientes a diferentes valores de umbral de decisión; y
- C, buscar un valor mínimo en las pre-FEC BER detectadas, siendo un valor de umbral de decisión correspondiente al valor mínimo un valor de umbral de decisión óptimo,

donde la etapa A comprende además determinar un valor de incremento de ajuste del umbral de decisión, y la etapa B comprende inicializar el valor de umbral de decisión al valor mínimo e incrementar el valor de umbral de decisión en el valor de incremento de ajuste hasta que el valor de umbral de decisión alcance el valor máximo.

Preferiblemente, la pre-FEC BER es una suma del número de errores de bits de 0 y del número de errores de bits de 1 antes de la corrección de errores en recepción en unidad de tiempo.

Preferiblemente, antes de la etapa A, el procedimiento comprende además determinar parámetros de sistema del receptor óptico que estén dentro de un intervalo apropiado y se mantengan inalterados.

Preferiblemente, los parámetros de sistema del receptor óptico comprenden la potencia óptica recibida, la relación de señal a ruido óptica y la dispersión residual.

Preferiblemente, en la etapa C, se busca un valor mínimo en las pre-FEC BER detectadas usando un procedimiento de búsqueda secuencial o un procedimiento de búsqueda por segmentación.

Preferiblemente, en la etapa C, cuando hay múltiples valores de umbral de decisión correspondientes al valor mínimo en las pre-FEC BER detectadas, se selecciona un valor intermedio de los mismos como el valor de umbral de decisión óptimo.

La presente invención proporciona un aparato para optimizar un umbral de decisión de un receptor óptico que comprende una unidad de ajuste de umbral de decisión, una unidad de detección de pre-FEC BER, una unidad de control de umbral de decisión y una unidad de determinación de umbral de decisión óptimo.

La unidad de ajuste de umbral de decisión está configurada para ajustar un valor de umbral de decisión en un intervalo de ajuste del umbral de decisión según una instrucción de ajuste de la unidad de control de umbral de decisión.

La unidad de detección de pre-FEC BER está configurada para detectar tasas de error de bits previas a la corrección de errores en recepción (-FEC BER) correspondientes a diferentes umbrales de decisión y para transmitir las pre-FEC BER a la unidad de control de umbral de decisión.

La unidad de control de umbral de decisión está configurada para transmitir una instrucción de ajuste de umbral de decisión a la unidad de ajuste de umbral de decisión, recibir las pre-FEC BER transmitidas por la unidad de detección de pre-FEC BER y transmitir las pre-FEC BER y los valores de umbral de decisión correspondientes a la unidad de determinación de umbral de decisión óptimo, donde la instrucción de ajuste de umbral de decisión enviada por primera vez especifica que el umbral de decisión sea el valor mínimo del intervalo de ajuste del umbral de decisión y, posteriormente, el umbral de decisión se aumenta en un valor de incremento de ajuste de una instrucción de ajuste que se envía cada vez que se activa la unidad de detección de pre-FEC BER, hasta que el umbral de

decisión alcance el valor máximo del intervalo de ajuste del umbral de decisión.

La unidad de determinación de umbral de decisión óptimo está configurada para recibir las pre-FEC BER y los valores de umbral de decisión correspondientes enviados por la unidad de control de umbral de decisión, y para  
5 buscar un valor mínimo entre todas las pre-FEC BER detectadas, siendo un valor de umbral de decisión correspondiente al valor mínimo un valor de umbral de decisión óptimo.

Preferiblemente, la pre-FEC BER es una suma del número de errores de bits de 0 y del número de errores de bits de 1 antes de la corrección de errores en recepción en unidad de tiempo.

Usar el esquema técnico de la presente invención permite determinar en primer lugar el intervalo de ajuste y el valor de incremento de ajuste del umbral de decisión antes de que el aparato se distribuya desde la fábrica y se activen los servicios, optimizándose y ajustándose después el umbral de decisión del receptor óptico en función de las pre-FEC BER para obtener el valor de umbral de decisión óptimo correspondiente a la pre-FEC BER mínima, que es el  
15 valor de umbral de decisión óptimo global en un intervalo determinado, en lugar de un valor de umbral de decisión óptimo local.

Usar el esquema técnico de la presente invención permite reducir en primer lugar el intervalo de ajuste del umbral de decisión y reducir el valor de incremento de ajuste del umbral de decisión después de la activación de los servicios, optimizándose y ajustándose después el umbral de decisión del receptor óptico en función de las pre-FEC BER para obtener el valor de umbral de decisión óptimo después de haberse reducido el intervalo de ajuste del umbral de  
20 decisión.

En comparación con la técnica anterior, la presente invención es fácil de implementar, evitándose fenómenos perturbadores cuando el receptor óptico ajusta frecuentemente el umbral de decisión en un gran intervalo en un estado de funcionamiento de prestación de servicios.

Breve descripción de los dibujos

La figura 1 es un diagrama de flujo de un principio de implementación de un procedimiento para optimizar un umbral de decisión de un receptor óptico según la presente invención.

La figura 2 es un diagrama de bloques de un aparato para optimizar un umbral de decisión de un receptor óptico según la presente invención.

La figura 3 es un diagrama de flujo de una realización preferida de un procedimiento para optimizar un umbral de decisión de un receptor óptico según la presente invención.

La figura 4 es un diagrama de bloques de una realización preferida de un aparato para optimizar un umbral de decisión de un receptor óptico según la presente invención.

Realizaciones preferidas de la invención

Haciendo referencia a la figura 1, se proporciona un diagrama de flujo de un principio de implementación de un procedimiento para optimizar un umbral de decisión de un receptor óptico según la presente invención, que comprende principalmente las siguientes etapas.

En la etapa 10 se determina un valor máximo y un valor mínimo de un intervalo de ajuste del umbral de decisión y se determina un valor de incremento de ajuste del umbral de decisión.

El procedimiento comprende además, antes de la etapa anterior, determinar parámetros de sistema del receptor óptico que estén dentro de un intervalo apropiado y que se mantengan inalterados. Los parámetros de sistema del receptor óptico incluyen la potencia óptica recibida, la relación de señal a ruido óptica y la dispersión residual.

En la etapa 11 se ajusta un valor de umbral de decisión dentro del intervalo de ajuste del umbral de decisión y se determinan por separado tasas de error de bits previas a la corrección de errores en recepción correspondientes a diferentes valores de umbral de decisión, donde la pre-FEC BER es una suma del número de errores de bits de 0 y del número de errores de bits de 1 antes de la corrección de errores en recepción en unidad de tiempo.

En la etapa 12 se busca un valor mínimo en las pre-FEC BER detectadas, siendo un valor de umbral de decisión correspondiente al valor mínimo un valor de umbral de decisión óptimo.

En esta etapa, el valor mínimo puede buscarse en las pre-FEC BER detectadas usando un procedimiento de búsqueda secuencial o un procedimiento de búsqueda por segmentación, y cuando hay múltiples valores de umbral de decisión correspondientes al valor mínimo en las pre-FEC BER detectadas, se selecciona un valor intermedio de los mismos como el valor de umbral de decisión óptimo.

Diferentes parámetros de sistema, tales como la potencia óptica recibida, la relación de señal a ruido óptica, la dispersión residual, corresponden a diferentes umbrales de decisión óptimos. Por lo tanto, los parámetros de sistema deben permanecer inalterados cuando el umbral de decisión del receptor óptico se optimiza usando el procedimiento anterior. Cuando la potencia óptica recibida, la relación de señal a ruido óptica y la dispersión residual cambian y el valor de umbral de decisión original no ha sido el umbral de decisión óptimo, un nuevo valor de umbral de decisión óptimo puede obtenerse usando de nuevo el procedimiento según la presente invención.

Según el procedimiento anterior de la presente invención, la presente invención proporciona además un aparato para optimizar un umbral de decisión de un receptor óptico. Haciendo referencia a la figura 2, se proporciona un diagrama de bloques de un aparato para la optimización de un umbral de decisión de un receptor óptico según la presente invención, que comprende principalmente una unidad de ajuste de umbral de decisión, una unidad de detección de pre-FEC BER, una unidad de control de umbral de decisión y una unidad de determinación de umbral de decisión óptimo.

La unidad de ajuste de umbral de decisión está configurada para ajustar el valor de umbral de decisión actual en un intervalo de ajuste del umbral de decisión según una instrucción de la unidad de control de umbral de decisión.

La unidad de detección de pre-FEC BER está configurada para detectar por separado pre-FEC BER correspondientes a diferentes valores de umbral de decisión y para transmitir las pre-FEC BER detectadas a la unidad de control de umbral de decisión, donde la pre-FEC BER es una suma del número de errores de bits de 0 y del número de errores de bits de 1 antes de la corrección de errores en recepción en unidad de tiempo.

La unidad de control de umbral de decisión está configurada para transmitir una instrucción de ajuste de umbral de decisión a la unidad de ajuste de umbral de decisión, recibir las pre-FEC BER transmitidas por la unidad de detección de pre-FEC BER y transmitir las pre-FEC BER y los valores de umbral de decisión a la unidad de determinación de umbral de decisión óptimo.

La unidad de determinación de umbral de decisión óptimo está configurada para recibir las pre-FEC BER y los valores de umbral de decisión enviados por la unidad de control de umbral de decisión, y para buscar un valor mínimo entre las pre-FEC BER detectadas, siendo un valor de umbral de decisión correspondiente al valor mínimo un valor de umbral de decisión óptimo.

A continuación se describirá con mayor detalle en las realizaciones específicas la implementación específica de la presente invención.

Haciendo referencia a la figura 3, se proporciona un diagrama de flujo de una realización preferida de un procedimiento para optimizar un umbral de decisión de un receptor óptico según la presente invención, que comprende principalmente las siguientes etapas.

En la etapa 20, parámetros de sistema del receptor óptico, tales como la potencia óptica recibida, la relación de señal a ruido óptica, la dispersión residual, se determinan para que estén dentro de un intervalo apropiado, y se determina un valor máximo y un valor mínimo de un intervalo de ajuste del umbral de decisión y un valor de incremento de ajuste del umbral de decisión. Por ejemplo, el valor de umbral de decisión mínimo se determina que sea del 20%, y el valor de umbral de decisión máximo se determina que sea del 70%. El valor de incremento de ajuste mínimo del umbral de decisión se determina mediante la precisión de un potenciómetro digital para ajustar el umbral de decisión. Cuando se usa un potenciómetro digital de 8 octetos, el valor de incremento mínimo es del 0,4% aproximadamente. En general, el valor de incremento se fija para que sea el valor de incremento mínimo  $\times N$ , donde  $N = 1, 2, 3, \dots$ . Cuanto menor sea  $N$ , mayor será el tiempo para optimizar el umbral de decisión; cuanto mayor sea  $N$ , menor será el tiempo para optimizar el umbral de decisión.

En la etapa 21 se inicializa el valor de umbral de decisión actual al valor de umbral de decisión mínimo.

En la etapa 22 se ajusta el umbral de decisión al valor de umbral de decisión actual.

En la etapa 23 se determina si el receptor óptico está en un estado de funcionamiento normal; si es así, se lleva a cabo la etapa 24; en caso contrario, el proceso avanza hasta la etapa 26; que el receptor óptico esté en el estado de funcionamiento normal significa que no se produce ninguna alarma de pérdida de señal o alarma de pérdida de trama y que la pre-FEC BER es menor que  $10^{-4}$ .

En la etapa 24 se detecta la pre-FEC BER actual.

En la etapa 25 se registra la pre-FEC BER actual y su valor de umbral de decisión correspondiente.

En la etapa 26 se aumenta el valor de umbral de decisión actual en un valor de incremento prefijado.

En la etapa 27 se determina si el valor de umbral de decisión actual es mayor que el valor de umbral de decisión máximo; si es así, se lleva a cabo la etapa 28; en caso contrario, el proceso vuelve a la etapa 22.

5 En la etapa 28 se busca la tasa de error de bits mínima en las pre-FEC BER registradas, siendo su valor de umbral de decisión correspondiente el valor de umbral de decisión óptimo. Cuando el valor de umbral de decisión correspondiente a la tasa de error de bits mínima no es un valor sino un conjunto de valores, un valor intermedio del conjunto de valores se selecciona como el valor de umbral de decisión óptimo.

10 En la etapa 29 se ajusta el umbral de decisión al valor de umbral de decisión óptimo correspondiente a la pre-FEC BER mínima, finalizando por tanto la optimización.

15 Haciendo referencia a la figura 4, se proporciona un diagrama de bloques de una realización preferida de un aparato para la optimización de un umbral de decisión de un receptor óptico según la presente invención, que comprende principalmente una unidad de ajuste de umbral de decisión, una unidad de recuperación de datos y de reloj, una unidad de detección de pre-FEC BER, una unidad de control de umbral de decisión y una unidad de determinación de umbral de decisión óptimo.

20 La unidad de ajuste de umbral de decisión está configurada para ajustar un valor de umbral de decisión de señales eléctricas de salida de una unidad de amplificación y conversión fotoeléctrica en el receptor óptico en un intervalo de ajuste del umbral de decisión según una instrucción de ajuste de la unidad de control de umbral de decisión.

25 La unidad de recuperación de datos y de reloj está configurada para separar señales de datos y señales de reloj del flujo de señales eléctricas de salida de la unidad de ajuste de umbral de decisión, y para llevar a cabo una conversión de serie a paralelo en las señales de datos y después transmitir las a la unidad de detección de pre-FEC BER.

30 La unidad de detección de pre-FEC BER está configurada para detectar las pre-FEC BER correspondientes a valores de umbral de decisión de las señales de datos introducidas por la unidad de recuperación de datos y de reloj, y para transmitir las pre-FEC BER a la unidad de control de umbral de decisión.

35 La unidad de control de umbral de decisión está configurada para transmitir una instrucción de ajuste de umbral de decisión a la unidad de ajuste de umbral de decisión, recibir las pre-FEC BER transmitidas por la unidad de detección de pre-FEC BER y transmitir las pre-FEC BER y los valores de umbral de decisión a la unidad de determinación de umbral de decisión óptimo. La instrucción de ajuste de umbral de decisión enviada por primera vez especifica que el umbral de decisión sea el valor mínimo de un intervalo de los valores de umbral de decisión y, posteriormente, el umbral de decisión aumenta en un valor de incremento prefijado de una instrucción de ajuste que se envía cada vez que se activa la unidad de detección de pre-FEC BER, hasta que alcance el valor máximo del intervalo de los valores de umbral de decisión. Cuando se envía una instrucción de ajuste de umbral de decisión, se recibirá una pre-FEC BER correspondiente.

40 La unidad de determinación de umbral de decisión óptimo está configurada para recibir las pre-FEC BER y valores de umbral de decisión enviados por la unidad de control de umbral de decisión, y para buscar un valor mínimo entre las pre-FEC BER detectadas, siendo un valor de umbral de decisión correspondiente al valor mínimo un valor de umbral de decisión óptimo.

45 Evidentemente, los expertos en la técnica pueden realizar diversas modificaciones y variaciones en la presente invención sin apartarse del alcance de la presente invención. Por tanto, si tales modificaciones y variaciones de la presente invención están dentro del alcance de las reivindicaciones de la presente invención y de su tecnología equivalente, entonces la presente invención incluye también tales modificaciones y variaciones.

50 **Aplicabilidad industrial**

55 Usar el esquema técnico de la presente invención permite determinar en primer lugar el intervalo de ajuste y el valor de incremento de ajuste del umbral de decisión antes de que el aparato se distribuya desde la fábrica y se activen los servicios, optimizándose y ajustándose después el umbral de decisión del receptor óptico en función de las pre-FEC BER para obtener el valor de umbral de decisión óptimo correspondiente a la pre-FEC BER mínima, que es el valor de umbral de decisión óptimo global en un intervalo determinado, en lugar de un valor de umbral de decisión óptimo local.

60 Usar el esquema técnico de la presente invención permite reducir en primer lugar el intervalo de ajuste del umbral de decisión y reducir el valor de incremento de ajuste del umbral de decisión después de la activación de los servicios, optimizándose y ajustándose después el umbral de decisión del receptor óptico en función de las pre-FEC BER para obtener el valor de umbral de decisión óptimo después de haberse reducido el intervalo de ajuste del umbral de decisión.

65

## REIVINDICACIONES

- 1.- Un procedimiento para optimizar un umbral de decisión de un receptor óptico, que comprende las siguientes etapas:
- 5           A, determinar un valor máximo y un valor mínimo de un intervalo de ajuste del umbral de decisión;  
             B, ajustar un valor de umbral de decisión dentro del intervalo de ajuste del umbral de decisión,  
             caracterizado por  
             detectar por separado tasas de error de bits previas a la corrección de errores en recepción (-FEC BER) en una  
 10           unidad de detección de pre-FEC BER correspondientes a diferentes valores de umbral de decisión; y  
             C, buscar un valor mínimo en las pre-FEC BER detectadas, siendo un valor de umbral de decisión  
             correspondiente al valor mínimo un valor de umbral de decisión óptimo;  
             donde la etapa A comprende además determinar un valor de incremento de ajuste del umbral de decisión, y la  
 15           etapa B comprende inicializar el valor de umbral de decisión al valor mínimo e incrementar el valor de umbral de  
             decisión en el valor de incremento de ajuste hasta que el valor de umbral de decisión alcance el valor máximo.
- 2.- El procedimiento según la reivindicación 1, en el que la pre-FEC BER es una suma del número de errores de bits de 0 y del número de errores de bits de 1 antes de la corrección de errores en recepción en unidad de tiempo.
- 20 3.- El procedimiento según la reivindicación 1, antes de la etapa A, comprendiendo además el procedimiento  
           determinar parámetros de sistema del receptor óptico que estén dentro de un intervalo apropiado y se mantengan  
           inalterados.
- 4.- El procedimiento según la reivindicación 3, en el que los parámetros de sistema del receptor óptico comprenden  
 25           la potencia óptica recibida, la relación de señal a ruido óptica y la dispersión residual.
- 5.- El procedimiento según la reivindicación 1, en el que en la etapa C se busca un valor mínimo en las pre-FEC  
           BER detectadas usando un procedimiento de búsqueda secuencial o un procedimiento de búsqueda por  
           segmentación.
- 30 6.- El procedimiento según la reivindicación 1, en el que en la etapa C, cuando hay múltiples valores de umbral de  
           decisión correspondientes al valor mínimo en las pre-FEC BER detectadas, se selecciona un valor intermedio de los  
           mismos como el valor de umbral de decisión óptimo.
- 35 7.- Un aparato para optimizar un umbral de decisión de un receptor óptico, que comprende una unidad de ajuste de  
           umbral de decisión, una unidad de detección de pre-FEC BER, una unidad de control de umbral de decisión y una  
           unidad de determinación de umbral de decisión óptimo, en el que  
           la unidad de ajuste de umbral de decisión está configurada para ajustar un valor de umbral de decisión en un  
           intervalo de ajuste del umbral de decisión según una instrucción de ajuste de la unidad de control de umbral de  
 40           decisión;  
           la unidad de detección de pre-FEC BER está configurada para detectar tasas de error de bits previas a la corrección  
           de errores en recepción (-FEC BER) correspondientes a diferentes umbrales de decisión y para transmitir las pre-  
           FEC BER a la unidad de control de umbral de decisión;  
           la unidad de control de umbral de decisión está configurada para transmitir una instrucción de ajuste de umbral de  
 45           decisión a la unidad de ajuste de umbral de decisión, recibir las pre-FEC BER transmitidas por la unidad de  
           detección de pre-FEC BER y transmitir las pre-FEC BER y los valores de umbral de decisión correspondientes a la  
           unidad de determinación de umbral de decisión óptimo, donde la instrucción de ajuste de umbral de decisión enviada  
           por primera vez especifica que el umbral de decisión sea el valor mínimo del intervalo de ajuste del umbral de  
           decisión y, posteriormente, el umbral de decisión aumenta en un valor de incremento de ajuste de una instrucción de  
 50           ajuste que se envía cada vez que se activa la unidad de detección de pre-FEC BER, hasta que el umbral de decisión  
           alcance el valor máximo del intervalo de ajuste del umbral de decisión; y  
           la unidad de determinación de umbral de decisión óptimo está configurada para recibir las pre-FEC BER y los  
           valores de umbral de decisión correspondientes enviados por la unidad de control de umbral de decisión, y para  
           buscar un valor mínimo entre todas las pre-FEC BER detectadas, siendo un valor de umbral de decisión  
 55           correspondiente al valor mínimo un valor de umbral de decisión óptimo.
- 8.- El aparato según la reivindicación 7, en el que la pre-FEC BER es una suma del número de errores de bits de 0 y del número de errores de bits de 1 antes de la corrección de errores en recepción en unidad de tiempo.

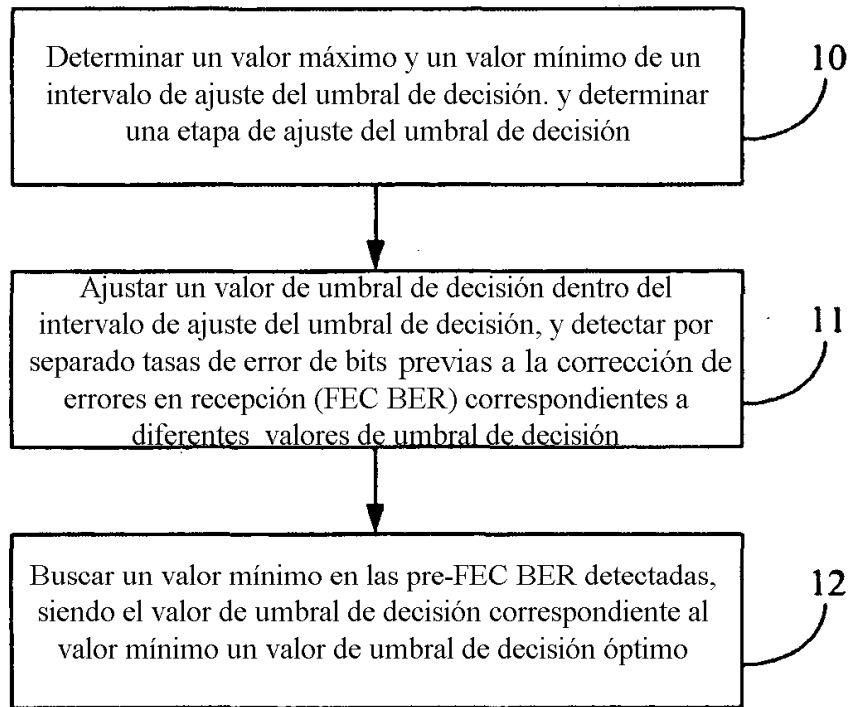


FIG. 1

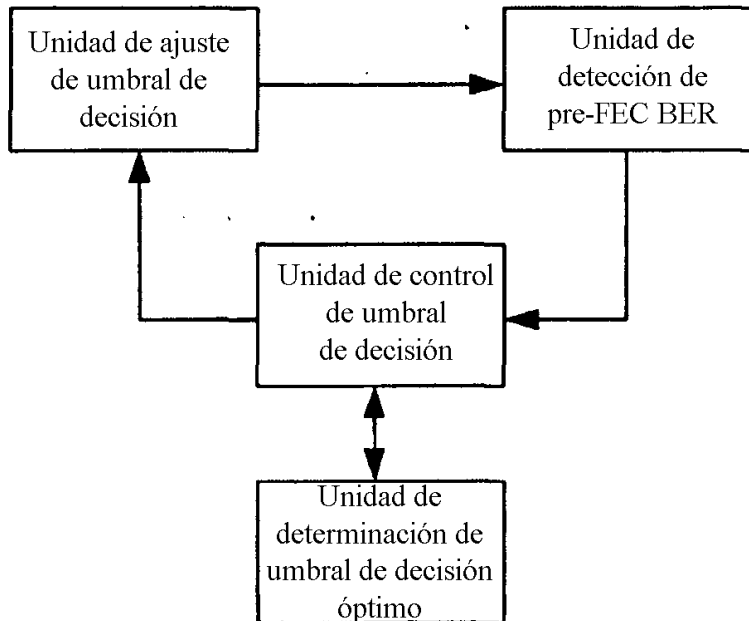


FIG. 2



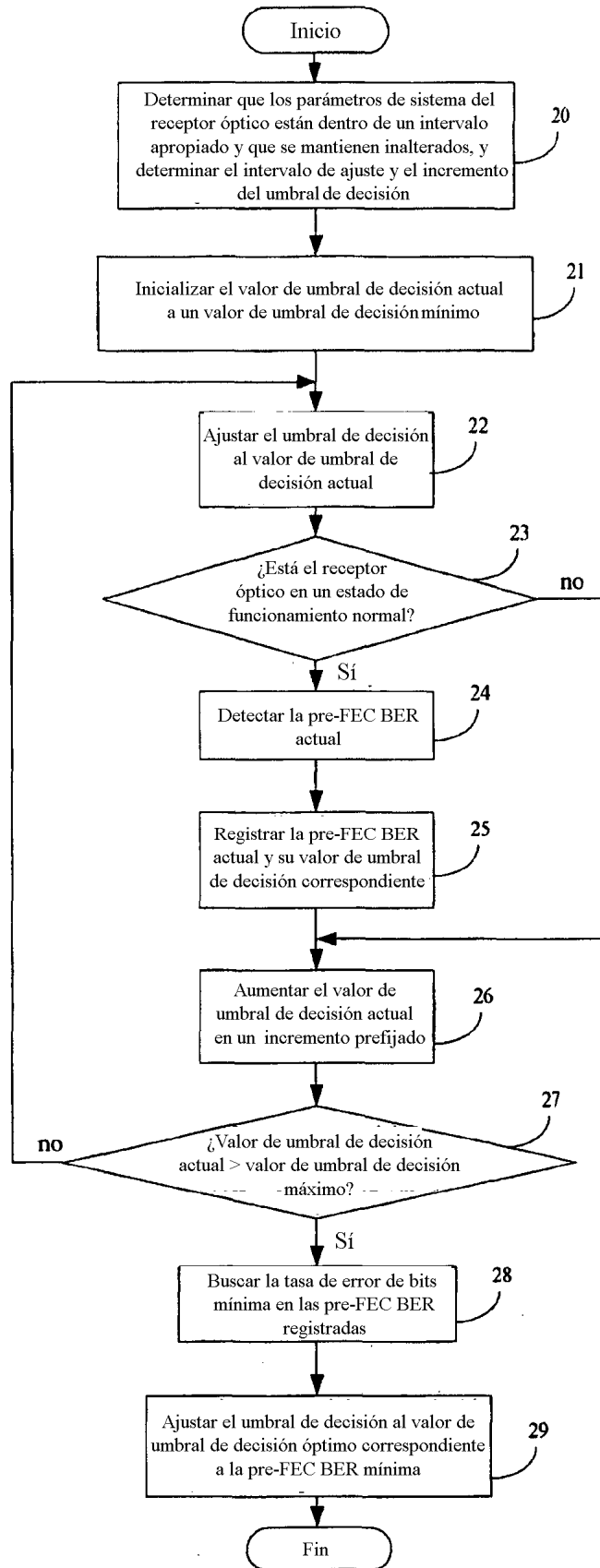


FIG. 3

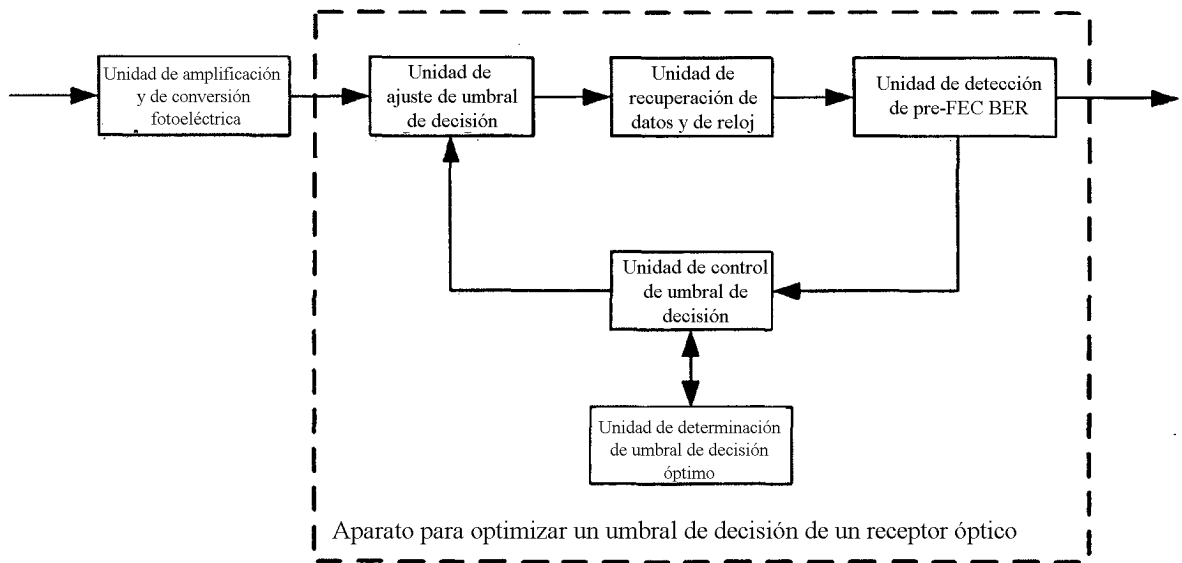


FIG. 4