

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 364 935**

21 Número de solicitud: 201030114

51 Int. Cl.:
H04B 10/18

(2006.01)

12

PATENTE DE INVENCION CON EXAMEN PREVIO

B2

22 Fecha de presentación: **29.01.2010**

43 Fecha de publicación de la solicitud: **19.09.2011**

Fecha de la concesión: **02.02.2012**

45 Fecha de anuncio de la concesión: **14.02.2012**

45 Fecha de publicación del folleto de la patente:
14.02.2012

73 Titular/es:
**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID
C/ RAMIRO DE MAEZTU, 7
28040 MADRID, ES**

72 Inventor/es:
**MURIEL FERNÁNDEZ, MIGUEL ÁNGEL y
PRECIADO DÍAZ, MIGUEL ÁNGEL**

74 Agente: **Carvajal y Urquijo, Isabel**

54 Título: **MÉTODO Y SISTEMA PARA LA TRANSMISIÓN DE PULSOS ÓPTICOS A TRAVÉS DE MEDIOS DISPERSIVOS.**

57 Resumen:

Método y sistema para la transmisión de pulsos ópticos a través de medios dispersivos.

Una secuencia de pulsos ópticos (1), pasa por un conformador óptico (2) para darle la forma de pulso apropiada para la transmisión invariante por un canal óptico dispersivo (3), en el que el término de dispersión dominante es dispersión cromática lineal, y la secuencia de pulsos llega a un receptor (4), que procesa la señal recibida en los dominios óptico y/o eléctrico. El pulso conformado permanece esencialmente inalterado al propagarse con un medio cuya componente dispersiva dominante es la dispersión cromática de segundo orden.

Este método evita la introducción de elementos de compensación de dispersión de segundo orden adaptables en el receptor, transmitiendo pulsos ópticos cuya forma permanece básicamente inalterada al propagarse por el canal óptico dispersivo.

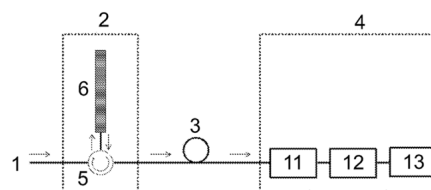


FIG. 7

DESCRIPCIÓN

Método y sistema para la transmisión de pulsos ópticos a través de medios dispersivos.

5 Sector técnico

La invención se encuadra dentro del sector técnico de las comunicaciones ópticas, en particular, las redes de fibra óptica.

10

Estado de la técnica

Una de las limitaciones existentes en las redes de fibra óptica consiste en la dispersión, la cual provoca un ensanchamiento y distorsión de los pulsos que se propagan por la fibra, impidiendo alcanzar elevadas tasas de transmisión a determinadas distancias de propagación.

En el caso de la dispersión cromática, que es el componente dominante en muchas situaciones, existen diferentes técnicas de compensación mediante la introducción de elementos ópticos compensadores de dispersión, que introducen una dispersión de signo contrario y de similar cantidad a la introducida por el canal óptico, de manera que contrarrestan los efectos, recuperando de esta manera la forma original de los pulsos en el receptor.

Estos elementos ópticos compensadores de dispersión pueden ser de muy diversa tecnología, entre los que se destacan principalmente interferómetros Gires-Tournois propuestos por B. Golubovic *et al.* en el documento "Double Gires-Tournois interferometer negative-dispersion mirrors for use in tunable mode-locked lasers", Opt. Lett. 25 (4), 275 (2000).

R. L. Fork *et al.* han propuesto pares de prismas, tal como se divulga en "Negative dispersion using pairs of prisms", Opt. Lett. 9 (5), 150 (1984).

Es conocida en el estado de la técnica la propuesta de redes de difracción de Bragg en fibra (RDBF). Este procedimiento es el que describen N. M. Litchinitser *et al.*, en el documento "Fiber-based tunable dispersion compensation", J. Opt. Fiber Commun. Rep. 4, 41 (2007).

Las técnicas mencionadas cuentan con la desventaja de requerir un reajuste de los dispositivos ópticos para compensar diferentes valores de dispersión cromática.

Descripción de la invención

Se propone un método y un sistema que evita la introducción de elementos de compensación de dispersión de segundo orden adaptables en el receptor, transmitiendo pulsos ópticos cuya forma permanece básicamente inalterada al propagarse por el canal óptico dispersivo.

La dispersión cromática de un medio óptico consiste en un fenómeno en el que la velocidad de fase y la velocidad de grupo de la luz que se propaga por ese medio dependen de la frecuencia óptica. Existen diferentes órdenes de dispersión cromática, pero en muchas situaciones podemos tener una buena aproximación con el término de dispersión de segundo orden, también conocido como dispersión de retardo de grupo. Cabe mencionar que esta aproximación es el equivalente temporal a la aproximación paraxial en óptica espacial. En lo siguiente, cuando se hable de dispersión, se entenderá que nos referimos al término de dispersión cromática de segundo orden, que es el término dominante en muchos medios ópticos dispersivos, como es el caso de las fibras ópticas monomodo.

El método que se propone está basado en la conformación de pulsos ópticos cuya forma, permanece esencialmente inalterada al propagarse por un medio cuya componente dispersiva dominante es la dispersión cromática de segundo orden, por lo que denominamos al pulso propuesto como "pulso invariante". Como se mostrará, al propagarse por el medio dispersivo se producirá una variación de la frecuencia central del pulso, dejando la forma del pulso básicamente inalterada. El ancho de banda y la forma concreta del pulso deberán ser diseñados dependiendo de la dispersión introducida por el canal óptico que se trate.

A continuación se expone la demostración analítica de la invariabilidad de la forma del "pulso invariante" ideal propuesto frente a la dispersión. Expresamos la envolvente compleja en ω_0 del "pulso invariante" ideal con $f_{\text{inv}}(t)$, y su transformada de Fourier con $F_{\text{inv}}(\omega)$, donde t es la variable temporal, ω es la frecuencia angular banda base, i.e., $\omega = \omega_{\text{opt}} - \omega_0$, ω_{opt} es la frecuencia angular óptica, y ω_0 es la frecuencia angular central.

65

La definición del “pulso invariante” que se propone en el dominio de la frecuencia corresponde con $F_{inv}(\omega) = \exp(j(a_3\omega^3 + a_1\omega + a_0))$, donde a_0 , a_1 , y a_2 son constantes reales, y j es la unidad imaginaria. Si obviamos los términos de fase constante y lineal, que no afectan a la forma de la envolvente compleja, tenemos:

$$F_{inv}(\omega) = \exp(ja_3\omega^3) \quad (1)$$

Por otra parte, se puede demostrar que la dispersión introducida por un canal óptico dispersivo en una sección de longitud L , corresponde con una fase cuadrática, y se puede expresar con la siguiente respuesta espectral de un filtro lineal $H_{disp}(\omega) = \exp(j\alpha L\omega^2)$ donde estamos obviando los términos de fase constante y lineal, que no afectan a la forma del pulso, y α es una constante real, que expresa la cantidad de dispersión introducida por el medio por unidad de longitud.

Se puede demostrar que la forma de la envolvente compleja del pulso resultante de la aplicación de este medio dispersivo al “pulso invariante”, que expresamos mediante $f_{disp}(t)$, permanece inalterada, siendo el efecto de la dispersión el de modificar la frecuencia central de la envolvente compleja de ω_0 a otra frecuencia angular ω'_0 . Así pues, podemos calcular el efecto de la dispersión en el pulso mediante:

$$F_{disp}(\omega) = F_{inv}(\omega) H_{disp}(\omega) = \exp(j(\alpha L \cdot \omega^2 + a_3 \cdot \omega^3)) \quad (2)$$

donde $F_{disp}(\omega)$ es la transformada de Fourier de $f_{disp}(t)$. Definimos $\omega' = \omega_{opt} - \omega_0$ como la frecuencia angular en banda base correspondiente a la frecuencia angular central ω'_0 , y el desplazamiento de frecuencia central $\Delta\omega = \omega_0' - \omega_0 = \omega - \omega'$.

Podemos expresar la Ecuación 2 en ω' con:

$$\begin{aligned} F_{disp}(\omega = \omega' + \Delta\omega) &= \exp(j(\alpha L(\omega' + \Delta\omega)^2 + a_3(\omega' + \Delta\omega)^3)) = \\ &= \exp(j(\alpha L(\omega'^2 + 2\omega'\Delta\omega + \Delta\omega^2) + a_3(\omega'^3 + 3\omega'^2\Delta\omega + 3\omega'\Delta\omega^2 + \Delta\omega^3))) = \\ &= \exp(j(a_3\omega'^3 + (\alpha L + 3a_3\Delta\omega)\omega'^2 + b_1\omega' + b_0)) \end{aligned} \quad (3)$$

donde b_0 y b_1 son constantes reales. Es fácil comprobar que para un valor de $\Delta\omega = -\alpha L/(3a_3)$, y despreciando los términos de fase constante y lineal, tenemos $F_{disp}(\omega = \omega' - \alpha L/(3a_3)) = \exp(j(a_3\omega'^3))$, que coincide con la expresión de la Ecuación 1 que describe el pulso auto-compensado original en el dominio de la frecuencia $F_{inv}(\omega)$. Por lo tanto, la envolvente compleja $f_{disp}(t)$ centrada en ω'_0 tendrá la misma forma que la envolvente compleja del pulso original $f_{inv}(t)$ centrado en ω_0 . De esta forma, se comprueba que el efecto de la dispersión es el de introducir un desplazamiento $\Delta\omega$ de frecuencia angular central, sin afectar a la forma de la envolvente compleja.

Breve descripción del dibujo

La figura 1 muestra el diagrama de bloques del sistema de transmisión de pulsos mediante el método propuesto, donde (1) es la secuencia de pulsos de entrada al sistema, (2) es un conformador de pulsos, que aplicará un determinado procesamiento sobre los pulsos de entrada (1) para obtener una forma de “pulso invariante”. Los pulsos conformados por (2) se propagan a través de (3) el canal óptico dispersivo, los cuales finalmente llegan a (4) el receptor.

La figura 2 muestra una comparativa de cómo afectaría el mismo medio dispersivo (3) a un pulso gaussiano (parte superior), y al pulso invariante que se propone (parte inferior).

La figura 3 muestra la distribución tiempo-frecuencia del “pulso invariante” ideal antes de la transmisión, centrado en ω_0 . Se puede observar que la distribución tiempo-frecuencia tiene forma parabólica, cuyo vértice se encuentra en la frecuencia central.

La figura 4 muestra la distribución tiempo-frecuencia del “pulso invariante” ideal después de la transmisión, donde se puede observar que la forma de la envolvente temporal permanece invariante, así como la forma de la distribución parabólica tiempo-frecuencia, y se ha producido un desplazamiento del vértice de la parábola de la distribución a una frecuencia central ω'_0 .

La figura 5 muestra la distribución tiempo-frecuencia correspondiente a una secuencia de “pulsos invariantes”, donde se puede observar que hay una interferencia temporal controlada entre los diferentes pulsos.

La figura 6 muestra el esquema de una forma de realización, donde la referencia (1) es la secuencia de pulsos ópticos de entrada al sistema, (2) es un conformador de pulsos, que estará constituido por (6) una RDBF (Red de Difracción de Bragg en Fibra), y un (5) circulador óptico. Un circulador óptico es un tipo de aislador óptico con varios puertos cuya funcionalidad es permitir el paso de toda la luz que entra por uno de sus puertos hacia el siguiente puerto; (3) es el canal óptico dispersivo, y (4) es el receptor, constituido por (7) una RDBF de frecuencia central sintonizable, y (8) un circulador óptico; mediante (9) un foto-detector se convertirá esta señal del dominio óptico al eléctrico, la cual llegará a (9) un bloque electrónico de recepción.

La figura 7 muestra el esquema de una forma de realización, donde (1) es la secuencia de pulsos de entrada al sistema, (2) es un conformador de pulsos, que estará constituido por (6) una RDBF, y un (5) circulador óptico; (3) es el canal óptico dispersivo, y (4) es el receptor, constituido por (11) un foto-detector se convertirá esta señal del dominio óptico al eléctrico, la cual llegará a (12) un filtro electrónico paso-banda, y que finalmente será procesada por (13) un bloque electrónico de recepción.

Descripción detallada

El esquema básico del sistema que se propone se muestra en la Figura 1. Una determinada secuencia de pulsos (1) es conformado mediante un dispositivo conformador de pulsos (2). La forma temporal de la envolvente compleja y la intensidad de estos pulsos al propagarse por el canal óptico dispersivo (3) permanecerá relativamente invariante (solo será perfectamente invariante en el caso ideal, como se verá a continuación). Estos pulsos llegan finalmente al receptor (4), que deberá ser diseñado para aprovechar la relativa invariabilidad de la forma pulso de manera que, mediante un procesamiento en el dominio óptico y/o eléctrico, recupere adecuadamente la información de la secuencia original de pulsos (1). Es importante comentar que este esquema contempla la posibilidad de conexión punto a multi-punto (múltiples receptores), en cuyo caso el canal óptico (3) incluiría los elementos separadores de señal óptica necesarios.

En la Figura 2 se muestra una comparativa de cómo afectaría el mismo medio dispersivo (3) a un pulso gaussiano (parte superior), y al pulso invariante que se propone (parte inferior). Como se puede comprobar, mientras que la forma del pulso gaussiano cambia, ensanchándose a medida que se propaga por (3), la forma del pulso que se propone permanece inalterada.

A continuación se presenta una demostración gráfica de la invariabilidad del pulso auto-compensado frente a la dispersión. Para ello se hará uso de la representación tiempo-frecuencia de la señal mediante espectrograma. En la Figura 3 se muestra la distribución tiempo-frecuencia del “pulso invariante” ideal antes de la transmisión, centrado en ω_0 . Se puede observar que la distribución tiempo-frecuencia tiene forma parabólica, cuyo vértice se encuentra en la frecuencia central. En la Figura 4 se muestra la distribución tiempo-frecuencia del “pulso invariante” ideal después de la transmisión, donde se puede observar que la forma de la envolvente temporal permanece invariante, y se ha producido un desplazamiento del vértice de la parábola de la distribución tiempo frecuencia, de ω_0 a ω_0' . La duración temporal de los “pulsos invariantes” no suponen una limitación en la separación de los pulsos que se transmite por el canal óptico dispersivo (3), ya que se puede permitir una interferencia inter-símbolo controlada que el receptor (4) se encargará de procesar. De esta manera, una trama de pulsos que se transmita de esta forma tendrá una distribución tiempo-frecuencia similar a la que se muestra en la Figura 5. Al propagarse por el canal óptico dispersivo se producirá un movimiento conjunto de las distribuciones parabólicas correspondientes a cada pulso, desplazándose el vértice de las parábolas de ω_0 a ω_0' .

Es importante comentar que los pulsos invariantes que se han presentado en las figuras corresponden a un valor de $a_3 < 0$. El “pulso invariante” correspondiente a un valor de $a_3 > 0$ daría lugar resultados similares a los mostrados, con la única diferencia de una inversión temporal de las gráficas.

Hay que tener en cuenta que hasta ahora se ha hablado del “pulso invariante” ideal, definido por la Ecuación 1, que implica un ancho de banda y energía infinitas. En un caso real tendremos un cierto ancho de banda, que vendrá limitado por el ancho de banda de los pulsos ópticos de (1). El conformador de “pulsos invariantes” (2), tomará los pulsos de (1) y los procesará para obtener una forma similar al pulso invariante ideal definido por la Ecuación 1, dentro de las posibilidades del ancho de banda que tenemos. En particular, es importante que la fase espectral del pulso conformado sea igual a la definida a la Ecuación 1, para que de esta forma la distribución tiempo/frecuencia sea aproximadamente parabólica, al igual que el pulso invariante, lo cual es clave para mantener la invariancia de la forma de la envolvente del pulso a la propagación en el canal óptico dispersivo. Así pues, en un caso real, los pulsos que se transmiten por el canal óptico dispersivo, que denominamos “pulso cuasi-invariante”, tendrán una función espectral:

$$F_{cuasi}(\omega) = |F_{cuasi}(\omega)| \exp(ja_3\omega^3) \quad (4)$$

donde $|F_{cuasi}(\omega)|$ será una función limitada en banda, que dependerá de la fuente de láser pulsado empleada en el sistema. Se puede demostrar que, al igual que el “pulso invariante” ideal, la distribución tiempo-frecuencia es parabólica, y que esta distribución se mantendrá con forma parabólica al propagarse, con un movimiento del vértice de la parábola de ω_0 a ω_0' .

Los parámetros característicos del pulso “cuasi-invariante” son a_3 y ω_0 , que deben ser diseñados en función de los parámetros del medio óptico α , $L_{\min}$, y $L_{\max}$, y del ancho de banda del pulso conformado, B, donde $L_{\min}$ y $L_{\max}$ son las longitudes máxima y mínima del medio óptico, y B denota el ancho de banda de la función espectral $F_{\text{cuasi}}(\omega)$, que dependerá del ancho de banda de la fuente de láser empleada como entrada del sistema y con α la cantidad de dispersión introducida por el medio por unidad de longitud.

En un esquema punto a punto, las longitudes $L_{\min}$ y $L_{\max}$ dependerán de la incertidumbre o el margen de flexibilidad que se pretenda obtener sobre la longitud del enlace. En un esquema punto a multi-punto, además, dependerá de las distancias mínima y máxima de los distintos receptores al emisor. En definitiva, el objetivo del diseño debe ser que la parte principal del pulso “cuasi-invariante”, correspondiente al pico máximo de intensidad, permanezca invariante para todas las longitudes de enlace que se contemplan en el sistema.

En la Figura 6 se muestra el esquema de una forma de realización. Para la conformación de los pulsos (2), se propone un filtro solo-fase, utilizando filtro óptico cuya respuesta espectral tenga una fase espectral cúbica en la banda de filtrado $H_{\text{RDBF1}}(\omega) = \exp(ja_3\omega^3)$. En concreto se propone una RDBF de periodo uniforme (6). Al ser utilizada en modo reflexión, requerirá también el uso de un circulador óptico (5).

Tanto en el conformador de pulsos (2), como en el receptor (4), se pueden adoptar infinidad de soluciones, en dominios óptico y/o eléctrico, mediante filtrado lineal amplitud/fase espectral, filtrado lineal solo-fase, o utilizando otras técnicas de conformación no lineales. En concreto, el receptor (4) debería aprovechar la invariabilidad de la forma del pulso en su propagación para obtener una ventaja tecnológica frente a técnicas convencionales de compensación de dispersión. En el receptor (4) se proponen dos alternativas para el procesamiento de los pulsos transmitidos, una en el dominio óptico, y otra en el dominio eléctrico.

En el dominio óptico se propone un filtro óptico sintonizable centrado a una frecuencia ω_0' con un cierto ancho de banda, de manera que elimine las componentes de frecuencia correspondientes a los extremos de la distribución parabólica tiempo-frecuencia, y seleccione la zona alrededor del vértice de la parábola, para lo cual se podría usar (7) una RDBF sintonizable mediante tracción y/o temperatura, con su correspondiente (8) circulador óptico. Esta señal iría a un (9) foto-detector, cuya señal de salida eléctrica iría a (10) un bloque receptor electrónico.

Otra alternativa consiste en utilizar un dispositivo que procese la señal en el dominio eléctrico. De esta manera, la señal a filtrar sería la señal eléctrica tras (11) el foto-detector será proporcional a intensidad óptica, lo cual va a provocar que se introduzcan nuevas componentes de frecuencia, principalmente en la baja frecuencia. Así pues, (12) el filtro electrónico deberá ser paso de banda, para eliminar no solo las frecuencias altas de los extremos de la parábola de la distribución tiempo-frecuencia, sino también estas bajas frecuencias. Esta señal finalmente irá a un (13) bloque receptor electrónico.

De esta manera, en lugar de emplear un compensador de dispersión adaptable a diferentes condiciones de dispersión en el receptor, como es habitual en otros esquemas convencionales de transmisión de pulsos en medios dispersivos, el receptor utilizaría, bien un filtro óptico sintonizable, en este caso una RDBF (red de difracción de Bragg en fibra) de frecuencia central sintonizable (7), o bien un filtro electrónico estático. En ambos casos se simplifica tecnológicamente el receptor, especialmente en el segundo.

Así pues, se consigue un sistema de comunicaciones ópticas adaptable a diferentes condiciones de dispersión cromática. Además, la posibilidad de realizar una recepción en el dominio eléctrico permitiría una reducción de costes del sistema. Por citar un ejemplo práctico concreto de posible aplicación de este sistema, podría encontrar interés en redes ópticas pasivas (PON, de *Passive Optical Network*), donde la longitud de los enlaces ópticos sea significativa, de manera que la dispersión introducida por el canal óptico afecte a la calidad de la comunicación.

Aplicación industrial

El método propuesto se puede emplear en general en sistemas que requieran la transmisión de pulsos ópticos a través de canales ópticos dispersivos.

Así pues, se podría emplear en redes de comunicaciones ópticas en general, tanto en redes de grandes distancias (interurbanas, o mayores), como en redes ópticas urbanas, como las redes ópticas pasivas (PON, *Passive optical networks*). El caso de las PONs es especialmente interesante por la simplificación del receptor, y por la sencilla adaptabilidad a un cambio de la configuración de la red.

Asimismo, también se podrían emplear en sistemas de sensado que requieran la transmisión de pulsos ópticos a través de canales ópticos dispersivos.

REIVINDICACIONES

1. Método para transmitir pulsos ópticos a través de un medio óptico con dispersión cromática entre un emisor
5 que conforma pulsos con un ancho de banda (B) generados con una fuente de láser y al menos un receptor (4),
caracterizado por que comprende los siguientes pasos:

- estimar aquellos valores asociados con la cantidad de dispersión introducida por unidad de longitud (α)
10 por el medio óptico (3), la distancia entre emisor (1) y receptor (4), el ancho de banda (B) y la tolerancia
a interferencias inter-símbolo de dicho receptor (4);
- adaptar los pulsos generados por la fuente láser mediante un conformador de pulsos (2) para conformar pul-
sos auto-compensados $f_{\text{cuasi}}(t)$, cuya respuesta en el dominio de la frecuencia sea $F_{\text{cuasi}}(\omega) =$
15 $|F_{\text{cuasi}}(\omega)|\exp(ja_3\omega^3)$ con a_3 un coeficiente real, a partir de la información obtenida en el paso anterior;
- transmitir los pulsos auto-compensados por el medio óptico (3) hasta el receptor (4);
- procesar los pulsos auto-compensados en el receptor (4) para extraer la información contenida en dichos
20 pulsos.

2. Método de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado** por que los pulsos auto-compensados recibidos en el
receptor (4) se procesan en el dominio eléctrico.

3. Método de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado** por que los pulsos auto-compensados recibidos en el
25 receptor (4) se procesan en el dominio óptico.

4. Sistema para transmitir pulsos ópticos a través de un medio óptico (3) con dispersión cromática **caracterizado**
por que comprende:

- un conformador de pulsos (2) configurado para adaptar los pulsos emitidos por una fuente láser y confor-
mar pulsos auto-compensados de acuerdo con la dispersión específica del medio óptico (3), la distancia
30 hasta un receptor (4) y las especificaciones de dicho receptor (4);
- al menos un receptor (4) configurado para recibir y procesar los pulsos auto- compensados para extraer la
35 información contenida en dichos pulsos.

5. Sistema de acuerdo con la reivindicación 3, **caracterizado** por que el conformador de pulsos (2) comprende un
40 filtro solo-fase de respuesta espectral cúbica en la banda de filtrado y un circulador óptico (5).

6. Sistema de acuerdo con la reivindicación 5, **caracterizado** por que el filtro solo-fase de respuesta espectral
cúbica en la banda de filtrado es una red de difracción de Bragg en fibra (6) con periodo uniforme.

7. Sistema de acuerdo con la reivindicación 5, **caracterizado** por que el receptor (4) está configurado para procesar
45 en el dominio óptico.

8. Sistema de acuerdo con la reivindicación 7, **caracterizado** por que el receptor (4) comprende un filtro óptico
sintonizable centrado a una frecuencia (ω_0') que es función del desplazamiento originado por la dispersión cromática
50 en el pulso transmitido y cuyo ancho de banda es tal que las componentes de frecuencia alejadas de la frecuencia
central son atenuadas sustancialmente.

9. Sistema de acuerdo con la reivindicación 7 u 8, **caracterizado** por que el receptor (4) comprende una red de
difracción de Bragg en fibra (7) sintonizable mediante tracción y/o temperatura, dicha red de difracción de Bragg (7)
55 conectada mediante un circulador óptico (8) a un foto-detector (9), dicho foto-detector (9) configurado para transfor-
mar señales ópticas en eléctricas, cuya salida es procesada por un bloque receptor electrónico (10) configurado para
extraer la información contenida.

10. Sistema de acuerdo con la reivindicación 5, **caracterizado** por que el receptor (4) está configurado para proce-
60 sar en el dominio eléctrico.

11. Sistema de acuerdo con la reivindicación 10, **caracterizado** por que el receptor (4) comprende un fotodetector
(11), configurado para transformar señales ópticas en eléctricas, conectado con un filtro eléctrico paso-banda (12),
dicho filtro eléctrico paso-banda (12) configurado para atenuar sustancialmente las componentes de baja y alta fre-
65 cuencia y cuya salida es procesada por un bloque receptor electrónico (11) configurado para procesar la señal eléctrica
filtrada y para extraer la información contenida.

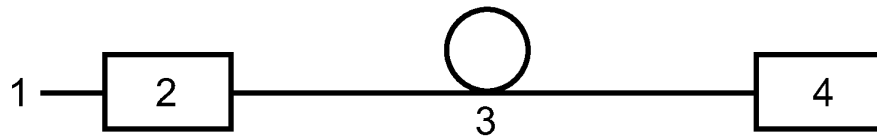


FIG. 1

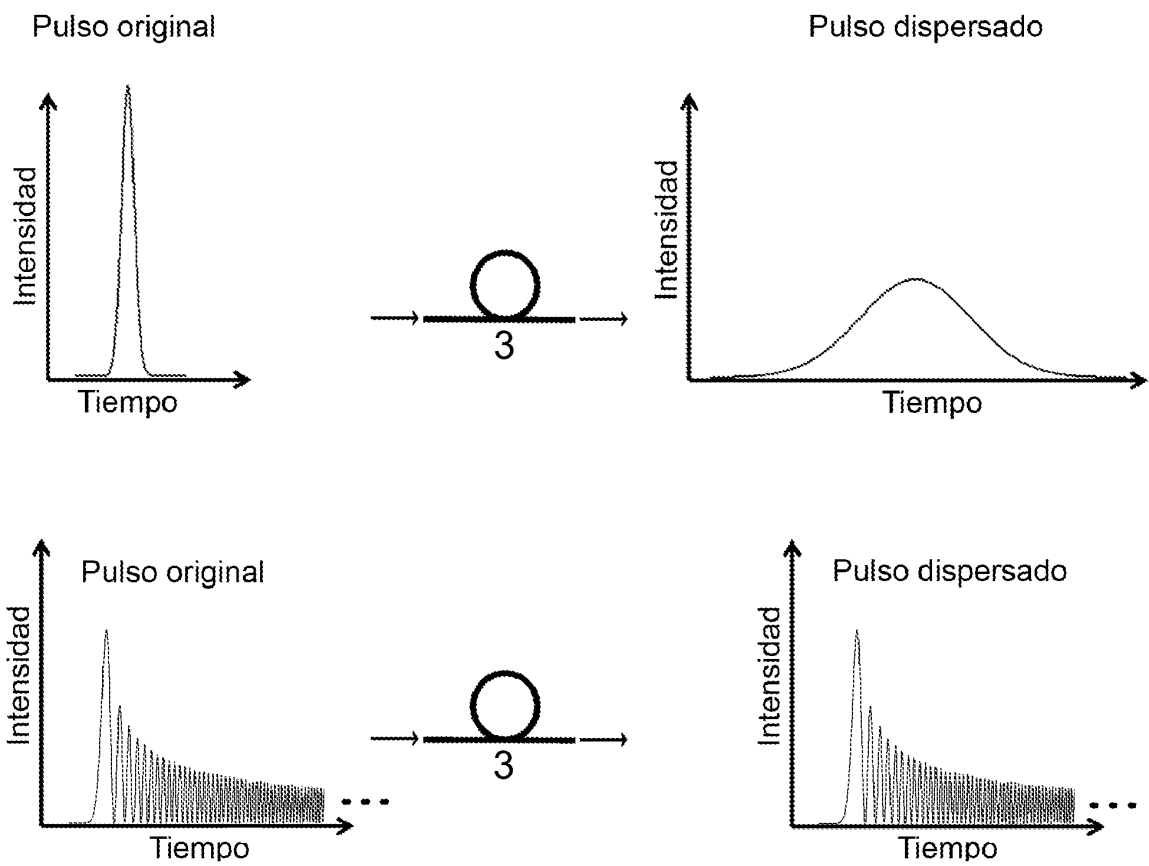


FIG. 2

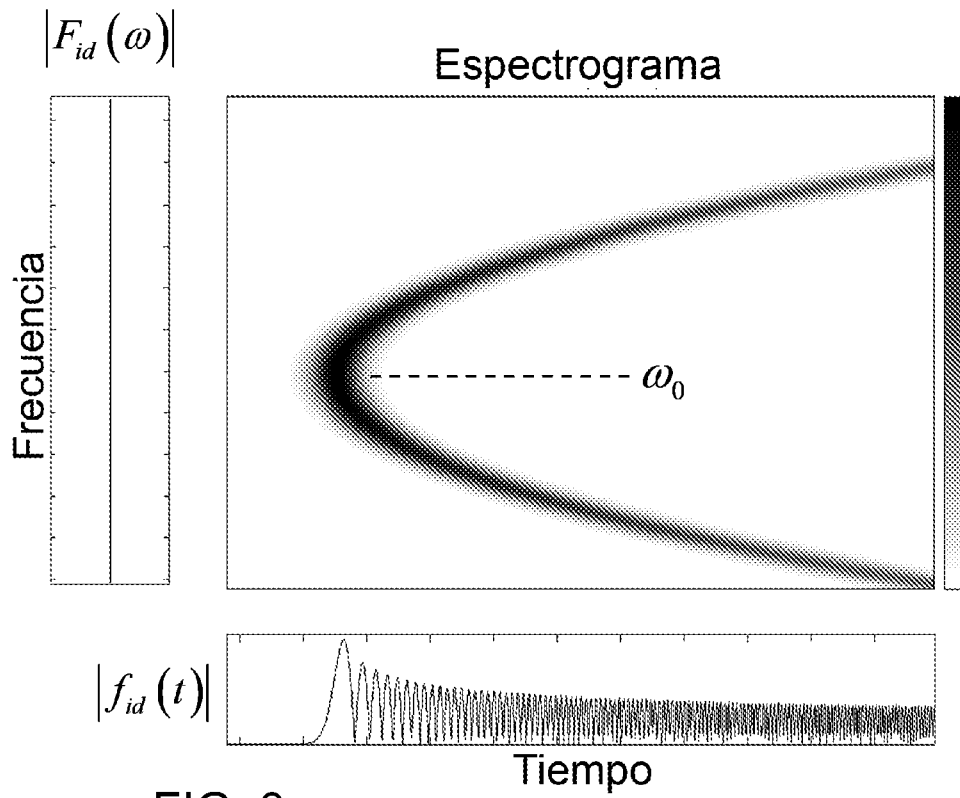


FIG. 3

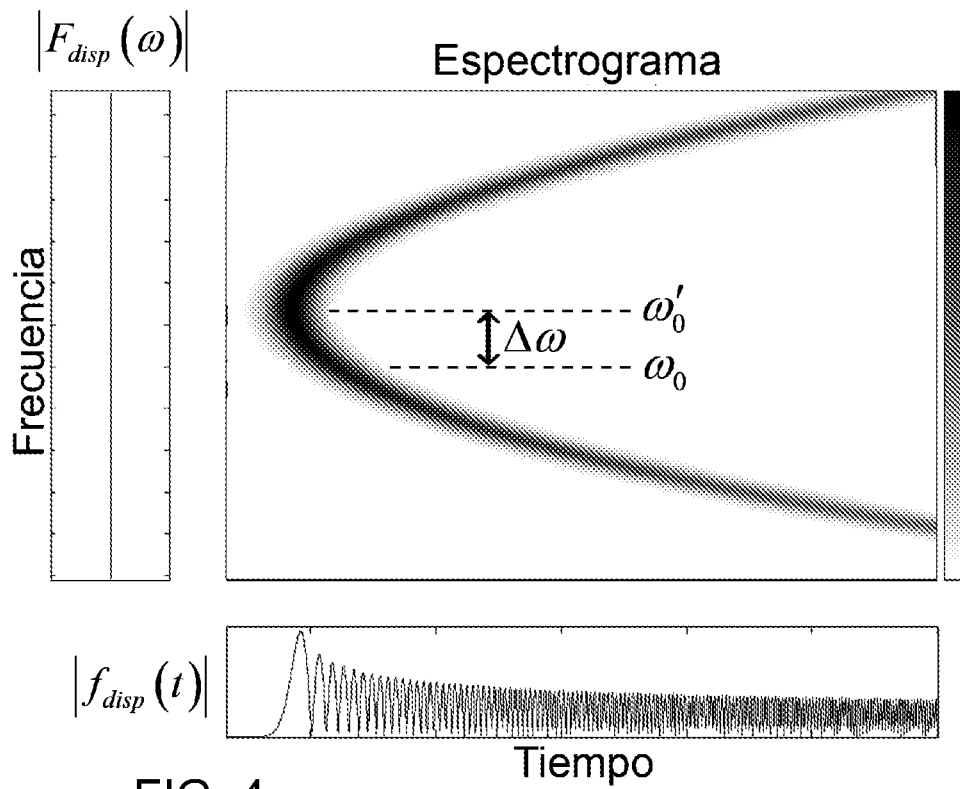
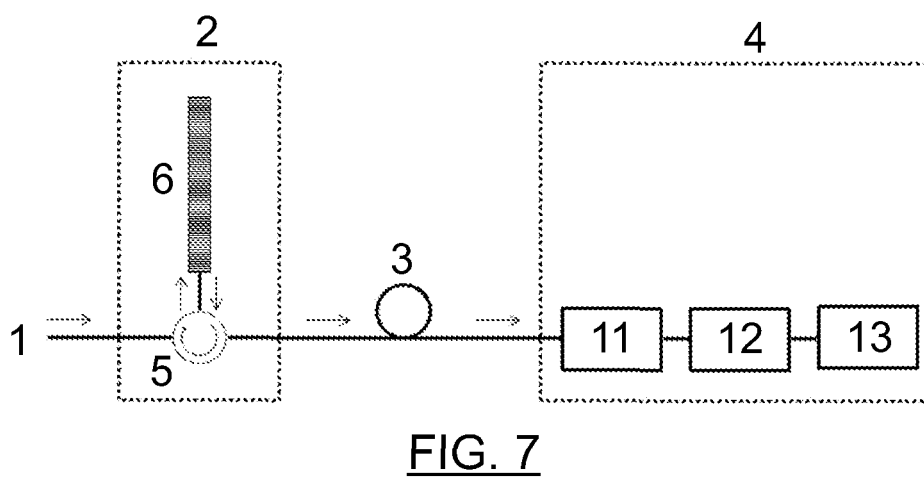
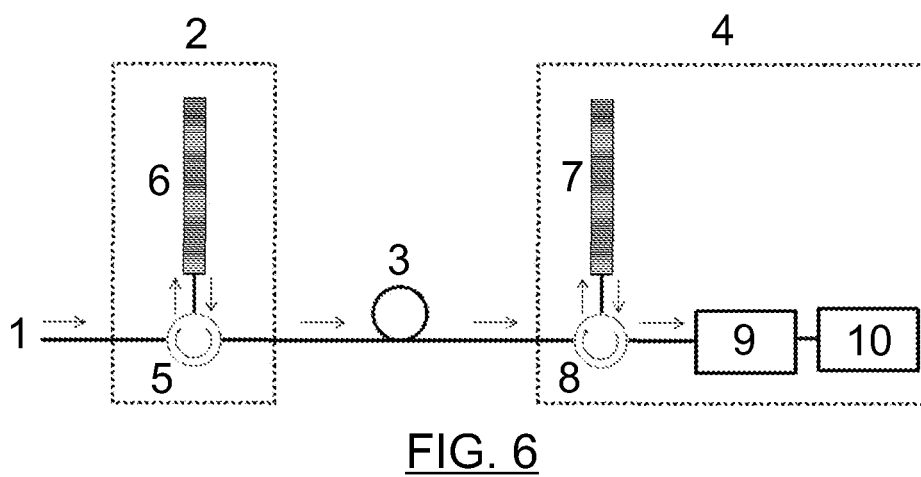
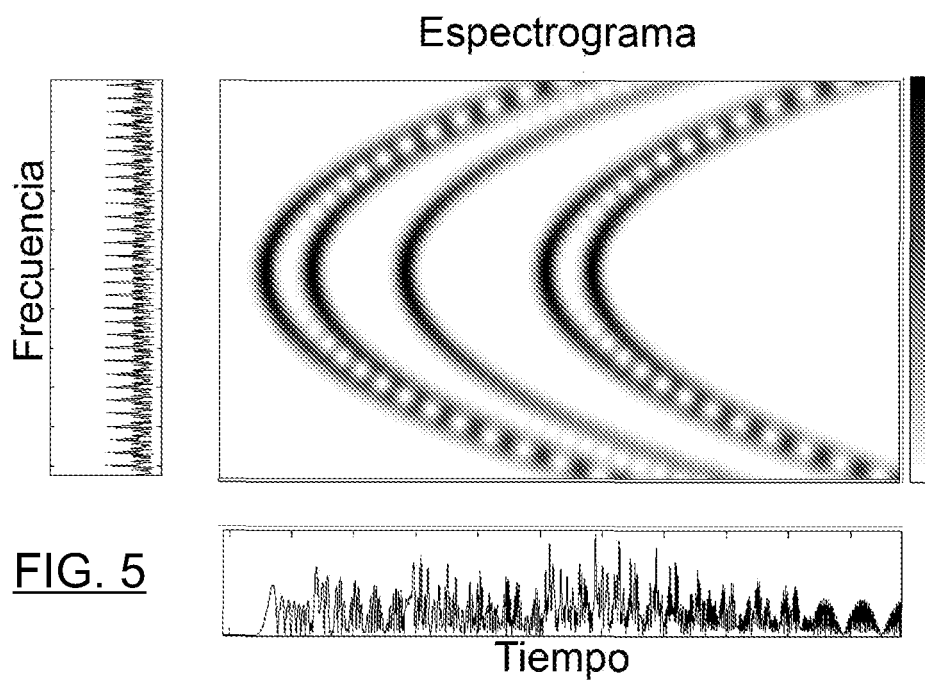


FIG. 4





OFICINA ESPAÑOLA
DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

②① N.º solicitud: 201030114

②② Fecha de presentación de la solicitud: 29.01.2010

③② Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TECNICA

⑤① Int. Cl.: **H04B10/18** (2006.01)

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
A	EP 0802642 A2 (FUJITSU LIMITED) 22.10.1997, todo el documento.	1-11
A	US 20060024069 A1 (ROBERTS, K. et al.) 02.02.2006, todo el documento.	1-11
A	US 20040057735 A1 (UESAKA, K.) 25.03.2004, todo el documento.	
A	WANG, C. & YAO, J.: "Fourier-transform pulse shaping using a single chirped fiber Bragg grating", 2009 Asia-Pacific Microwave Photonics Conference, 22-25 de abril de 2009, Pekín, China.	

Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia

Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría

A: refleja el estado de la técnica

O: referido a divulgación no escrita

P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud

E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

El presente informe ha sido realizado

☒ para todas las reivindicaciones

☐ para las reivindicaciones nº:

Fecha de realización del informe
09.08.2011

Examinador
Ó. González Peñalba

Página
1/4

Documentación mínima buscada (sistema de clasificación seguido de los símbolos de clasificación)

H04B

Bases de datos electrónicas consultadas durante la búsqueda (nombre de la base de datos y, si es posible, términos de búsqueda utilizados)

INVENES, EPODOC, WPI, INSPEC

Fecha de Realización de la Opinión Escrita: 09.08.2011

Declaración

Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)	Reivindicaciones 1-11	SI
	Reivindicaciones	NO
Actividad inventiva (Art. 8.1 LP11/1986)	Reivindicaciones 1-11	SI
	Reivindicaciones	NO

Se considera que la solicitud cumple con el requisito de aplicación industrial. Este requisito fue evaluado durante la fase de examen formal y técnico de la solicitud (Artículo 31.2 Ley 11/1986).

Base de la Opinión.-

La presente opinión se ha realizado sobre la base de la solicitud de patente tal y como se publica.

Consideraciones:

La presente Solicitud se refiere, respectivamente en sus reivindicaciones 1 y 4, a un método y un sistema para transmitir impulsos ópticos a través de un medio óptico con dispersión cromática, entre un emisor que conforma impulsos generados por una fuente de láser, y al menos un receptor, de manera que los impulsos se conforman mediante un conformador de impulsos, basándose en parámetros estimados de dispersión específica del medio óptico, distancia al receptor y especificaciones de dicho receptor, como su tolerancia a interferencias inter-símbolos, de modo que los impulsos son autocompensados y la forma de su envolvente compleja es invariante en la transmisión, produciéndose tan solo un desplazamiento de la frecuencia central de la envolvente compleja en el receptor, donde se procesan los impulsos autocompensados para extraer la información que contienen.

Las restantes reivindicaciones dependientes directa o indirectamente de la 1 y la 4, especifican y detallan, respectivamente en sus aspectos de método y de sistema, diversas alternativas y detalles de funcionamiento de la invención así como de ciertos componentes del sistema, como el conformador de impulsos o el receptor.

1. Documentos considerados.-

A continuación se relacionan los documentos pertenecientes al estado de la técnica tomados en consideración para la realización de esta opinión.

Documento	Número Publicación o Identificación	Fecha Publicación
D01	EP 0802642 A2 (FUJITSU LIMITED)	22.10.1997

2. Declaración motivada según los artículos 29.6 y 29.7 del Reglamento de ejecución de la Ley 11/1986, de 20 de marzo, de Patentes sobre la novedad y la actividad inventiva; citas y explicaciones en apoyo de esta declaración

Se considera que la invención definida en las reivindicaciones 1-11 de esta Solicitud tiene novedad y actividad inventiva por no estar comprendida en el estado de la técnica ni poder ser deducida de este de un modo evidente por un experto en la materia.

Se han encontrado en el estado de la técnica documentos que buscan moderar o corregir la dispersión óptica en la transmisión de información. Así, por ejemplo, el documento D01, citado en el Informe sobre el Estado de la Técnica (IET) con la categoría A, recoge la modificación de la señal que se emite mediante un "rizado" de período variable ("chirping") con el objeto de obtener a la salida del emisor una señal más robusta ante la dispersión cromática en el medio de transmisión. Este rizado resulta óptimo en la transmisión cuando la fibra óptica y el parámetro de rizado que lo regula se escogen adecuadamente. Sin embargo, a diferencia de la presente invención, no se recoge en D01 ninguna forma precisa de las señales, conferida en el transmisor, que provoque su invariancia de la envolvente compleja en la transmisión hasta el receptor. Diferencia esencial, que confiere a la invención novedad y actividad inventiva con respecto a D01 así como al resto de documentos también citados en el IET como representativos del estado de la técnica, de acuerdo con los Artículos 6 y 8 de la Ley de Patentes.