(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 330 038**

(51) Int. Cl.:
H04B 10/18 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(96) Número de solicitud europea: **06290331 .5**
(96) Fecha de presentación : **28.02.2006**
(97) Número de publicación de la solicitud: **1699150**
(97) Fecha de publicación de la solicitud: **06.09.2006**

(54) Título: **Dispositivo de regeneración óptica de impulsos, instalación que incluye dicho dispositivo y uso de dicho dispositivo.**

(30) Prioridad: **02.03.2005 FR 05 02125**

(45) Fecha de publicación de la mención BOPI:
03.12.2009

(45) Fecha de la publicación del folleto de la patente:
03.12.2009

(73) Titular/es: **FRANCE TELECOM**
6 place d'Alleray
75015 Paris, FR

(72) Inventor/es: **Pincemin, Erwan**

(74) Agente: **Justo Bailey, Mario de**

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).

Venta de fascículos: Oficina Española de Patentes y Marcas. Pº de la Castellana, 75 – 28071 Madrid

DESCRIPCIÓN

Dispositivo de regeneración óptica de impulsos, instalación que incluye dicho dispositivo y uso de dicho dispositivo.

La presente invención se refiere a un dispositivo de regeneración óptica de impulsos, a una instalación que incluye dicho dispositivo a y un uso de dicho dispositivo.

Más concretamente, la invención se refiere a la regeneración de impulsos solitones gestionados en dispersión y transmitidos en una fibra óptica. Los impulsos solitones gestionados en dispersión se denominan asimismo impulsos solitones DM (del inglés "Dispersion-Managed solitons").

Los impulsos solitones DM poseen la propiedad de propagarse periódicamente sin deformación en medios no lineales, ya que dichos impulsos particulares son solución de la ecuación de Schrödinger no lineal. La acumulación de un ruido de emisión espontánea amplificada, especialmente generado por amplificadores ópticos dispuestos a intervalos regulares en la fibra óptica, perturba sin embargo la propagación de dichos impulsos generando fluctuaciones de intensidad y un desfase temporal (denominado de Gordon-Haus). Las colisiones entre impulsos solitones DM pertenecientes a distintos canales de la fibra óptica son asimismo una fuente de desfase (denominado de colisión).

En el transcurso de la propagación de los impulsos en la fibra óptica, por la influencia de los diversos efectos perturbadores, se modifican su perfil temporal y espectral así como su posicionamiento temporal y espectral, por lo que es necesario realizar una regeneración óptica.

Se conoce ya en el estado de la técnica un dispositivo de regeneración óptica de impulsos, que incluye un filtro óptico pasa-bandas adecuado para la sincronización temporal y la estabilización de intensidad de los impulsos, especialmente según el documento titulado "Linear Stability Analysis of Dispersion-Managed Solitons Controlled by Filters", de J. Kumasako y M. Matsumoto, extraído del Journal of Lightwave Technology, volumen 18, nº 8, agosto de 2000.

El ajuste del filtro se efectúa actuando sobre la frecuencia central y sobre su ancho. El uso de un filtro pasa-bandas permite, por una parte, una sincronización temporal de los impulsos recentrándolos sobre la frecuencia central del filtro y, por otra, una estabilización de intensidad de dichos impulsos filtrando las frecuencias extremas del espectro de los impulsos, que aparezcan en el transcurso de su propagación.

Para que el filtro sea eficaz, debe ser suficientemente estrecho para limitar el ancho espectral de un impulso y para eliminar el ruido. Sin embargo, si el filtro es demasiado estrecho, corre el riesgo de modificar la forma óptima del impulso con el peligro de desestabilizarlo y perturbar su propagación en la fibra óptica. Por lo tanto, la elección del ancho espectral del filtro resulta de un compromiso.

Debido a que el filtro utilizado no puede ser demasiado estrecho, el filtro es ineficaz para eliminar el ruido de emisión espontánea amplificada. Por consiguiente, el dispositivo de regeneración del estado de la técnica es ineficaz para eliminar este ruido que tiende a acumularse en el transcurso de la transmisión de los impulsos en la fibra óptica. Esto ocurre especialmente en una línea multiplexada en longitud de onda.

La invención pretende proporcionar un dispositivo de regeneración óptica de impulsos que se puede ajustar con facilidad y precisión para asegurar, al mismo tiempo, una sincronización temporal, una estabilización de intensidad y una eliminación de ruido de los impulsos transmitidos.

A tal efecto, la invención tiene por objeto un dispositivo de regeneración óptica de impulsos que incluye un filtro óptico pasa-bandas adaptado para la sincronización temporal y la estabilización de intensidad de impulsos solitones gestionados en dispersión, caracterizado porque incluye además medios de eliminación de ruido, distintos del filtro pasa-bandas.

Por lo tanto, al ser los medios de eliminación de ruido distintos del filtro pasa-bandas, se puede ajustar el filtro de forma independiente, para optimizar sus funciones de sincronización temporal y de estabilización de intensidad de los impulsos, y los medios de eliminación de ruido.

Según un modo de realización particular, les medios de eliminación de ruido incluyen un absorbente saturable, para la eliminación de ruido de emisión espontánea amplificada.

El uso de un absorbente saturable en combinación con un filtro óptico permite obtener un dispositivo de regeneración óptica totalmente pasivo. Dicho dispositivo de regeneración es especialmente ventajoso para aplicaciones transoceánicas en las que la alimentación de energía eléctrica debe limitarse al estricto mínimo, debido a su difícil puesta en funcionamiento.

Se puede utilizar asimismo un espejo en bucle óptico no lineal (del inglés Non-linear Optical Loop Mirror) o un filtro altamente no lineal como medios de eliminación de ruido de emisión espontánea amplificada, dado que su función de transferencia es similar a la del absorbente saturable. Preferiblemente, la función de transferencia de los medios de eliminación de ruido es una función de transferencia en forma de peldaño.

Opcionalmente, la función de transferencia del filtro tiene sensiblemente un perfil gaussiano o seno. En efecto, dado que los impulsos solitones son impulsos de perfil sensiblemente gaussiano, su espectro tiene un perfil gaussiano. Por lo tanto, es ventajoso que la función de transferencia del filtro sea la más próxima posible del espectro de los impulsos para no desestabilizarlos. Los filtros seno y los filtros gaussiano poseen perfiles muy próximos. Por ello, se puede utilizar indistintamente un filtro gaussiano o un filtro seno para regenerar los impulsos solitones DM.

Según un modo de realización particular, el ancho frecuencial a media altura del filtro es sensiblemente igual a dos veces el ancho frecuencial a media altura de los impulsos solitones gestionados en dispersión a regenerar. Esta parametrización del filtro permite filtrar suficientemente los impulsos sin por ello desestabilizar su propagación.

Opcionalmente, el filtro pasa-bandas está adaptado para dejar pasar una pluralidad de bandas de frecuencias distintas predefinidas y separadas de dos en dos por una banda de frecuencias atenuadas por el filtro, de manera a filtrar simultáneamente una pluralidad de impulsos multiplexados en frecuencia en una señal óptica.

Es posible entonces filtrar una señal que incluya varios canales multiplexados en frecuencia sin necesidad de efectuar operaciones de desmultiplexado y de remultiplexado, ya que dicho dispositivo regenera simultáneamente todos los canales de la señal.

Ventajosamente, el filtro es periódico en frecuencia.

En efecto, es corriente que las frecuencias de multiplexado utilizadas estén separadas de dos en dos por un mismo intervalo de frecuencia.

Según un modo de realización particular, se tomará un filtro periódico cuya profundidad de modulación está incluida entre 0,5 y 4 dB, preferiblemente entre 1 y 4 dB y/o cuya profundidad de modulación está incluida entre el 10% y el 60% de la altura frecuencial de los impulsos a regenerar. Este valor de la profundidad de modulación permite obtener una resincronización temporal satisfactoria de los impulsos, así como una eliminación del ruido de amplitud eficaz sin desestabilizar por ello los impulsos solitones DM.

Un filtro del tipo Fabry-Pérot es un ejemplo de filtro pasa-bandas periódico en frecuencia que puede utilizarse en el dispositivo de la invención.

La invención tiene asimismo por objeto una instalación de transmisión óptica de impulsos solitones gestionados en dispersión, que incluyen medios de propagación de impulsos ópticos, caracterizada porque incluye un dispositivo de regeneración óptica de los impulsos como el definido anteriormente, insertado en los medios de propagación.

Ventajosamente, el dispositivo de regeneración está insertado en los medios de propagación en la proximidad de un punto en que el ancho espectral de los impulsos alcanza un máximo.

En efecto, en el transcurso de la propagación de los impulsos, bajo la influencia de los efectos no lineales, su espectro tiende a ensanchar. En consecuencia, dado que el filtro tiene como función devolver a dichos impulsos su espectro inicial, es ventajoso filtrarlos en un punto donde su ensanchamiento es máximo.

Según un modo de realización particular, los medios de propagación de impulsos ópticos que incluyen unos primeros medios de propagación con dispersión anormal y unos segundos medios de propagación con dispersión normal, los medios de propagación de impulsos ópticos están adaptados para que los impulsos alcancen un ancho espectral máximo en la proximidad del medios de los primeros medios de propagación.

La invención tiene asimismo por objeto el uso de un dispositivo según la invención para la regeneración de impulsos solitones gestionados en dispersión.

La invención se entenderá mejor con la ayuda de la siguiente descripción realizada únicamente a título de ejemplo y con referencia a los dibujos adjuntos, en los cuales:

- la figura 1 representa esquemáticamente la estructura general de una instalación de transmisión óptica de impulsos según la invención;

- la figura 2 ilustra, por medio de diagramas, la evolución del ancho temporal y del ancho espectral de un impulso transmitido por medio de la instalación de la figura 1;

- la figura 3 representa esquemáticamente la función de transferencia de un filtro pasa-bandas periódico de un dispositivo de regeneración óptica de impulsos según un posible modo de realización de la invención;

- las figuras 4 y 5 son gráficos que representan los perfiles frecuenciales de filtros gaussianos adaptados para filtrar una señal que incluya nueve canales multiplexados; y

- la figura 6 es un gráfico que representa el perfil frecuencial de un filtro seno adaptado para filtrar una señal que incluye nueve canales multiplexados.

La instalación de transmisión óptica representada en la figura 1 incluye una fibra 10 de línea que forma medios de propagación de una señal óptica.

La señal óptica considerada está compuesta por una pluralidad de canales multiplexados en frecuencia. Las frecuencias de multiplexado son múltiples de una frecuencia f_0.

Cada canal está compuesto por impulsos del tipo solitones DM. Dichos impulsos se utilizan para aplicaciones de transmisión óptica a muy alta velocidad, por ejemplo transmisiones a 40 Gbit/s o más. Se designa por tiempo-bit" el período de transmisión de los impulsos. El ancho temporal a media altura de los impulsos solitones DM es generalmente del orden de la mitad del tiempo-bit.

La fibra 10 de línea incluye un primer tramo 10a que cumple una función de medios de propagación con dispersión anormal, cuyo coeficiente de dispersión D^+ es por ejemplo igual a 2,55 ps/nm/km. Este primer tramo 10a de fibra de dispersión anormal se prolonga en un segundo tramo 10b de fibra de dispersión normal, cuyo coeficiente D^- de dispersión es igual a -2,45 ps/nm/km. El primero y el segundo tramos 10a y 10b de fibra tienen por ejemplo una longitud de 100 km cada uno.

El esquema de la figura 1 puede reproducirse periódicamente para proporcionar una fibra 10 de línea de longitud netamente superior, especialmente una fibra de línea que permita transmisiones transoceánicas.

La instalación de transmisión óptica incluye asimismo amplificadores ópticos 12 insertados a intervalos regulares en la fibra 10 de línea. Estos amplificadores están al origen del ruido de emisión espontánea amplificada que perturba los impulsos. Este ruido se traduce por la aparición de frecuencias perturbadoras regularmente repartidas en el espectro de los impulsos.

Un impulso solitone DM incluye en general varios componentes de frecuencias distintas debido a su longitud temporal. Ahora bien, el índice de refracción de la fibra óptica varía en función de la frecuencia, y la velocidad de propagación de un impulso en una fibra depende del índice de refracción de la fibra. En consecuencia, los distintos componentes del impulso se transmiten en la fibra 10 de línea a distintas velocidades y el ancho temporal del impulso varía en el transcurso de su propagación en la fibra 10 de línea. Se habla de efectos dispersivos lineales.

Además de los efectos dispersivos lineales, el impulso experimenta asimismo efectos no lineales como la automodulación de fase. Estos efectos provocan variaciones del ancho espectral del impulso.

En el transcurso de su transmisión en la fibra 10 de línea, los impulsos experimentan deformaciones y necesitan ser regenerados a intervalos regulares.

Un dispositivo 16 de regeneración óptica está insertado en la fibra 10 de línea. Incluye un filtro pasa-bandas 18 así como un absorbente saturable 20. El filtro pasa-bandas está adaptado para la sincronización temporal y la estabilización de la intensidad de impulsos solitones DM, eliminando las frecuencias extremas del espectro para recentrar el impulso en su frecuencia inicial. Para que el filtrado de solitones DM no desestabilice su transmisión, la función de transferencia del filtro posee sensiblemente un perfil gaussiano o seno. El absorbente saturable constituye medios de eliminación del ruido.

La figura 2a es un gráfico que representa el ancho temporal de un impulso en función de su propagación en la fibra 10 de línea. El ancho temporal de un impulso aumenta o disminuye en función del coeficiente de dispersión de la fibra 10 de línea, lo que provoca intervalos del impulso. El ancho temporal del impulso alcanza mínimos locales en medio del primer tramo 10a de fibra y en medio del segundo tramo 10b de fibra.

Los efectos no lineales provocan variaciones del ancho espectral del impulso como se muestra en la figura 2b. En el ejemplo de la figura 1, el ancho espectral alcanza un máximo sensiblemente en la mitad del primer tramo 10a de fibra.

Por lo tanto, el dispositivo 16 de regeneración óptica está insertado preferiblemente próximo a la mitad del primer tramo 10a de fibra, donde el ancho espectral alcanza dicho máximo.

El filtro pasa-bandas 18 es por ejemplo un filtro óptico periódico de Fabry-Pérot, cuyo perfil frecuencial está representado en la figura 3. Está constituido por la repetición periódica de un motivo predefinido. Cada motivo está destinado a filtrar uno de los canales de la señal transmitida en la fibra 10 de línea. A tal efecto, cada motivo está centrado en una frecuencia múltiple de la frecuencia f_0 de multiplexado de los canales.

El reglaje del filtro se realiza ajustando el perfil del motivo periódico, lo que actúa sobre la profundidad de modulación del filtro. La profundidad de modulación caracteriza la selectividad del filtro. Una profundidad de modulación elevada significa que el filtro sólo deja pasar bandas de frecuencias muy estrechas y que atenúa fuertemente las bandas de frecuencias intermedias. Una profundidad de modulación débil significa que el filtro deja pasar bandas de frecuencias anchas, y que las frecuencias intermedias sólo se atenúan ligeramente.

El filtro de la invención posee preferiblemente una profundidad de modulación moderada. En efecto, la profundidad de modulación del filtro no debe ser demasiado débil con objeto de conseguir los efectos de sincronización temporal y de estabilización en amplitud deseados, ni demasiado fuerte para no modificar demasiado el perfil de los impulsos, y perturbar su propagación.

Por ejemplo, el ancho frecuencial a media altura de uno de los motivos del filtro periódico se ajusta de manera que sea igual a aproximadamente dos veces el ancho frecuencial a media altura de la señal, en el punto donde se encuentra el filtro. Más concretamente, se tomará un filtro periódico cuya profundidad de modulación esté incluida entre 0,5 y 4 dB y/o cuya profundidad de modulación esté incluida entre el 10 y el 60% de la altura frecuencial de los impulsos a regenerar.

Como la profundidad de modulación no puede ser demasiado fuerte, el filtro periódico no elimina eficazmente las frecuencias perturbadoras, intercaladas entre las frecuencias de multiplexado, que se deben al ruido de amplificación espontánea amplificada. Por lo tanto, el absorbente saturable 20 tiene como papel eliminar este ruido de amplificación espontánea amplificada y dejar pasar únicamente las señales cuya amplitud sea por lo menos igual a un umbral mínimo predeterminado.

A título de ejemplo, se ha representado en trazo continuo en las figuras 4, 5 y 6 el perfil espectral de una señal transmitida en la fibra óptica 10, que incluye nueve canales multiplexados en frecuencia separados de dos en dos de 100 GHz (es decir de 0,8 nm). La información transmitida en cada canal está codificada según un formato de codificación RZ 50% (formato Regreso a Cero cuya relación de ciclo de los impulsos es igual a 50%) a 40 Gbit/s. Se recuerda que la relación de ciclo de un impulso es igual al ancho a media altura del impulso dividida por el tiempo-bit.

Dado que a 40 Gbit/s el tiempo-bit es igual a 25 picosegundos (ps) y que la relación de ciclo es del 50%, el ancho a media altura de un impulso es de 12,5 ps. Se considera en adelante el ancho T_0 a 1/exp(1) de un impulso. En el ejemplo descrito, T_0 = 7,5070 ps.

La fórmula matemática del perfil en intensidad del filtro 18 periódico de la invención es entonces la siguiente en el caso de un filtro con un perfil gaussiano.

$$|_{gauss}(v) = |_{gauss1}(v) + |_{gauss2}(v) + |_{gauss3}(v) + |_{gauss4}(v) + |_{gauss5}(v) + |_{gauss6}(v) + |_{gauss7}(v) + |_{gauss8}(v) + |_{gauss9}(v)$$

Con:

$|_{gauss1}(v) = \exp^2 (-4*\pi^{2*}v^{2*}P^2/2)$,

$|_{gauss2}(v) = \exp^2 (-4*\pi^{2*}(v-100)^{2*}P^2/2)$,

$|_{gauss3}(v) = \exp^2 (-4*\pi^{2*}(v-200)^{2*}P^2/2)$,

$|_{gauss4}(v) = \exp^2 (-4*\pi^{2*}(v-300)^{2*}P^2/2)$,

$|_{gauss5}(v) = \exp^2 (-4*\pi^{2*}(v-400)^{2*}P^2/2)$,

$|_{gauss6}(v) = \exp^2 (-4*\pi^{2*}(v+100)^{2*}P^2/2)$,

$|_{gauss7}(v) = \exp^2 (-4*\pi^{2*}(v+200)^{2*}P^2/2)$,

$|_{gauss8}(v) = \exp^2 (-4*\pi^{2*}(v+300)^{2*}P^2/2)$,

$|_{gauss9}(v) = \exp^2 (-4*\pi^{2*}(v+400)^{2*}P^2/2)$,

donde v es la frecuencia en GHz y exp es la función exponencial.

El parámetro de filtro gaussiano (denominado P) se elige de tal manera que el ancho a media altura de un motivo del filtro gaussiano 18 sea igual a dos veces el ancho espectral a media altura de los impulsos gaussianos que constituyen los canales.

Se ha representado en trazo discontinuo, respectivamente en las figuras 4 y 5 la respuesta en intensidad del filtro gaussiano periódico 18 para valores de P iguales a T_0/2,20*1e-3 y a T_0/2,00*1 e-3, lo que corresponde a profundidades de modulación respectivas de 2 dB y 3 dB. Para obtener una profundidad de modulación de 4 dB, se adopta un valor de P igual a T_0/1,86*1 e-3.

En la figura 6, se ha representado en trazo discontinuo la respuesta en intensidad de un filtro seno periódico 18 de profundidad de modulación igual a 4 dB.

La fórmula matemática del perfil de intensidad del filtro 18 seno periódico de la invención es la siguiente.

$$|_{seno}(v) = (1 - M) + M * sen^2(2 * \pi * (v + 50)/200),$$

donde el parámetro M permite ajustar la profundidad de modulación del filtro seno. En el ejemplo anterior, el período del filtro es de 100 GHz, separación espectral entre los canales de transmisión. Para obtener profundidades de modulación respectivamente iguales a 2 dB, 3 dB y 4 dB, se adoptan valores de M iguales a 0,365, 0,5 y 0,6.

La invención no se limita al modo de realización anteriormente descrito. En efecto, se pueden utilizar como medios de eliminación de ruido cualquier dispositivo óptico cuya función de transferencia tenga sensiblemente una forma de peldaño (como la de un absorbente saturable) de manera a eliminar todas las señales cuya intensidad máxima sea inferior a una intensidad umbral y dejar pasar las señales cuya intensidad máxima sobrepase la intensidad umbral.

Por ejemplo, se puede utilizar un espejo en bucle óptico no lineal.

Se puede utilizar asimismo una fibra altamente no linear cuyos efectos físicos, tales como la automodulación de fase o la modulación de fase cruzada, permiten obtener la función de transferencia deseada.

Se observa claramente que un dispositivo de regeneración óptica como el descrito anteriormente (es decir que asocia un filtro gaussiano o seno periódico y un absorbente saturable) permite la regeneración óptica de impulsos solitones DM de manera totalmente pasiva y regenerando, en su caso, simultáneamente todos los canales multiplexados de una misma señal.

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo (16) de regeneración óptica de impulsos que incluye un filtro óptico pasa-bandas (18) adaptado para la sincronización temporal y la estabilización de intensidad de impulsos solitones gestionados en dispersión, estando adaptado el filtro pasa-bandas (18) para dejar pasar una pluralidad de bandas de frecuencias distintas, predefinidas y separadas de dos en dos por una banda de frecuencias atenuadas por el filtro, de manera a filtrar simultáneamente una pluralidad de impulsos multiplexados en frecuencia en una señal óptica, **caracterizado** porque incluye además medios (20) de eliminación de ruido distintos del filtro pasa-bandas (18), y porque el filtro pasa-bandas (18) tiene una escasa profundidad de modulación incluida entre el 10% y el 60% de la altura frecuencial de los impulsos a regenerar.

2. Dispositivo (16) de regeneración óptica según la reivindicación 1, en el que la profundidad de modulación del filtro (18) está incluida entre 0,5 y 4 dB, preferiblemente entre 1 y 4 dB.

3. Dispositivo (16) de regeneración óptica según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 2, en el que los medios (20) de eliminación de ruido incluyen un absorbente saturable (20), para la eliminación de ruido de emisión espontánea amplificada.

4. Dispositivo (16) de regeneración óptica según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 2, en el que los medios (20) de eliminación de ruido incluyen un espejo en bucle óptico no lineal, para la eliminación de ruido de emisión espontánea amplificada.

5. Dispositivo (16) de regeneración óptica según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 2, en el que los medios (20) de eliminación de ruido incluyen una fibra altamente no lineal, para la eliminación de ruido de emisión espontánea amplificada.

6. Dispositivo (16) de regeneración óptica según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en el que la función de transferencia del filtro (18) posee sensiblemente un perfil gaussiano o seno.

7. Dispositivo (16) de regeneración óptica según la reivindicación 6, en el que el ancho frecuencial a media altura del filtro (18) es sensiblemente igual a dos veces el ancho frecuencial a media altura de los impulsos a regenerar.

8. Dispositivo (16) de regeneración óptica según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en el que el filtro es periódico en frecuencia.

9. Dispositivo (16) de regeneración óptica según la reivindicación 8, en el que el filtro es un filtro del tipo Fabry-Pérot.

10. Instalación de transmisión óptica de impulsos solitones gestionados en dispersión, que incluyen medios (10) de propagación de impulsos ópticos, **caracterizada** porque incluye un dispositivo (16) de regeneración óptica de impulsos según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, insertado en los medios (10) de propagación.

11. Instalación de transmisión óptica según la reivindicación 10, en la que el dispositivo de regeneración (16) está insertado en los medios (10) de propagación en la proximidad de un punto en que el ancho espectral de los impulsos alcanza un máximo.

12. Instalación de transmisión óptica según la reivindicación 11, en la que los medios (10) de propagación de impulsos ópticos que incluyen unos primeros medios (10a) de propagación con dispersión anormal y unos segundos medios (10b) de propagación con dispersión normal, los medios (10) de propagación de impulsos ópticos están adaptados para que los impulsos alcancen un ancho espectral máximo en la proximidad del medio de los primeros medios de propagación.

13. Uso de un dispositivo (16) según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, para la regeneración de impulsos solitones gestionados en dispersión.

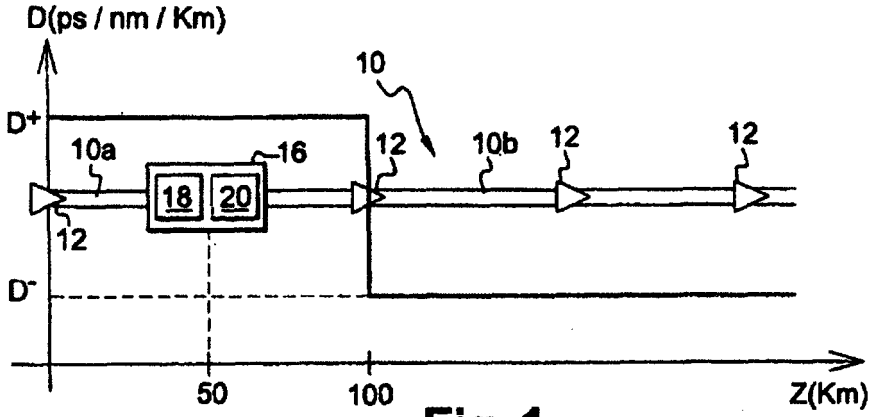


Fig. 1

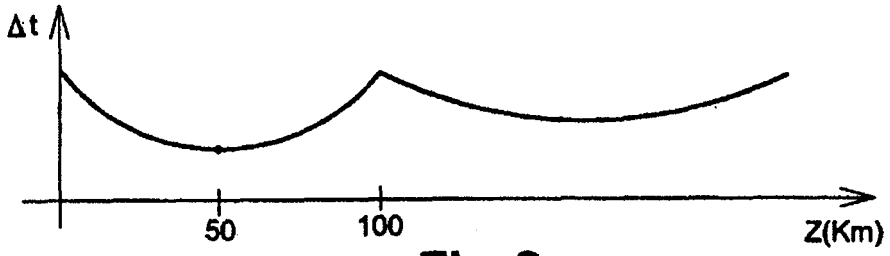


Fig. 2a

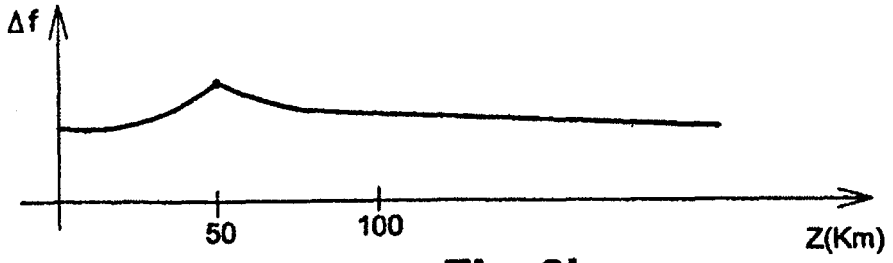


Fig. 2b

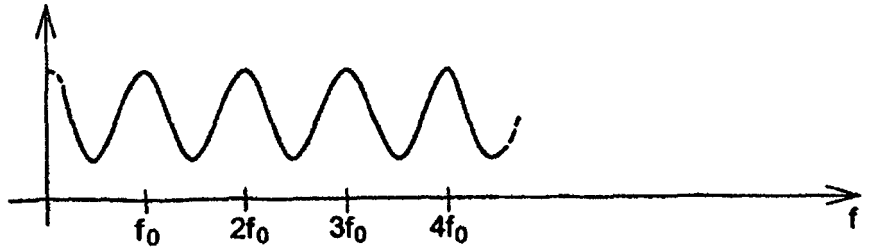


Fig. 3

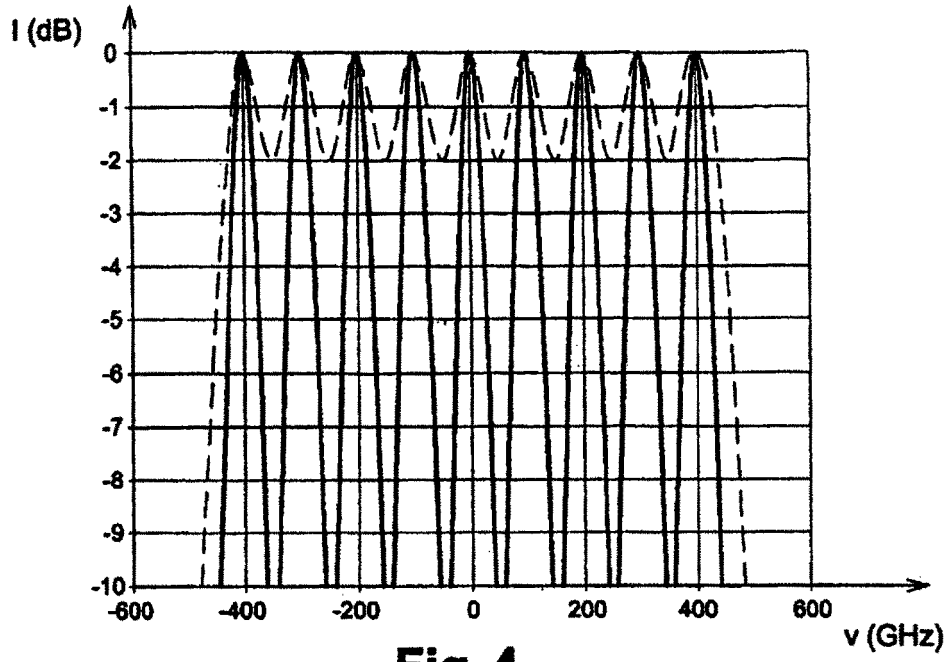

I (dB)
0
-1
-2
-3
-4
-5
-6
-7
-8
-9
-10
-600
-400
-200
0
200
400
600
v (GHz)

Fig. 4

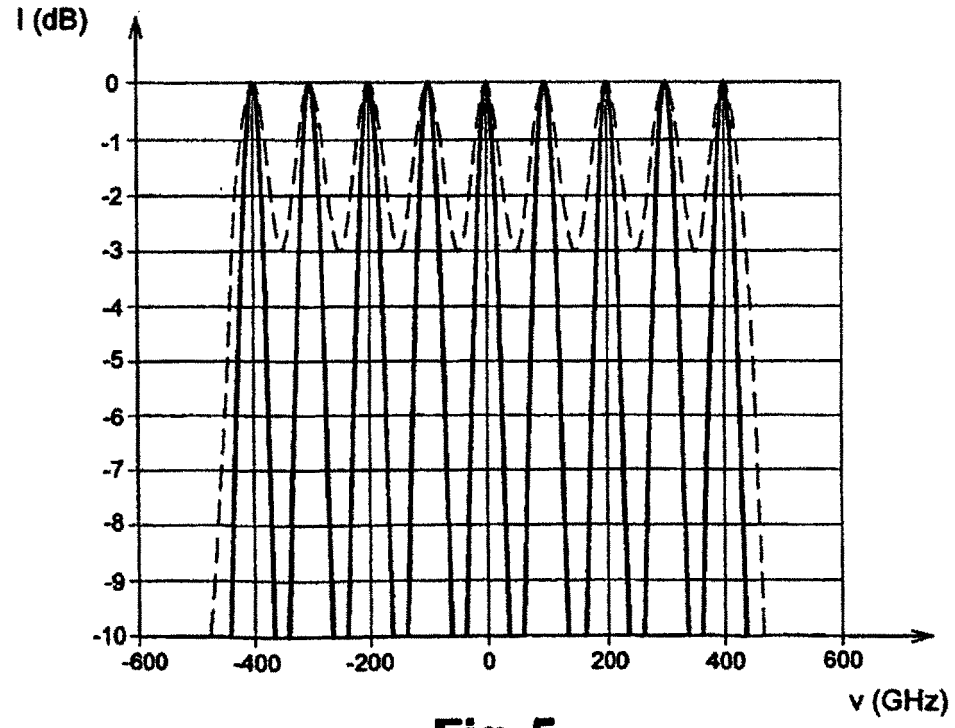

I (dB)
0
-1
-2
-3
-4
-5
-6
-7
-8
-9
-10
-600
-400
-200
0
200
400
600
v (GHz)

Fig. 5

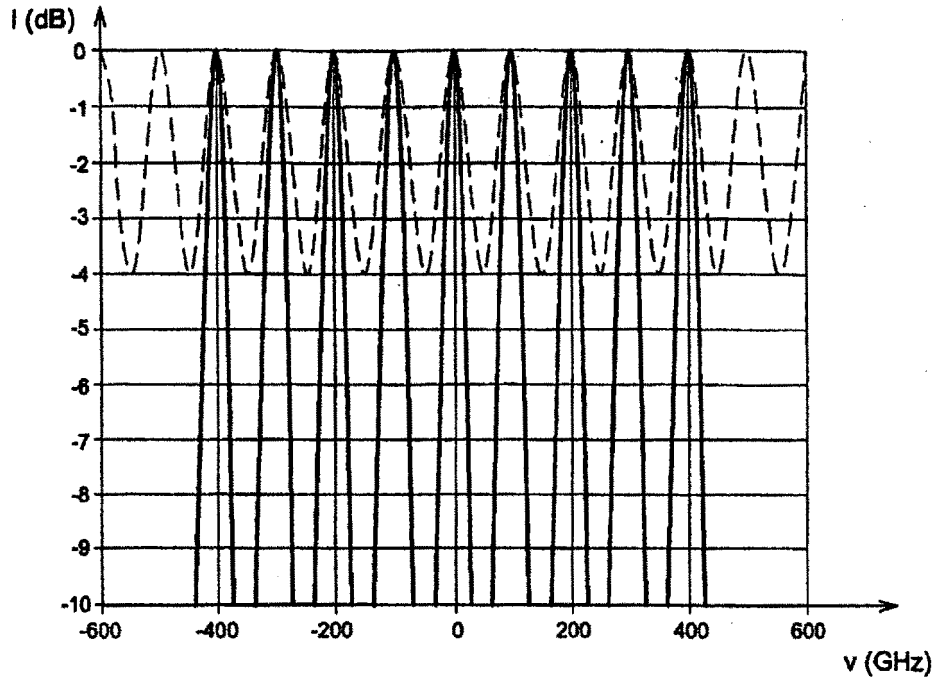


Fig. 6