



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 294 306**

51 Int. Cl.:
G02B 6/28 (2006.01)
G02F 1/035 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Número de solicitud europea: **03744389 .2**
86 Fecha de presentación : **14.03.2003**
87 Número de publicación de la solicitud: **1486807**
87 Fecha de publicación de la solicitud: **15.12.2004**

54 Título: **Línea de retardo múltiple basada en un AWG y diferentes tramos de un medio óptico dispersivo.**

30 Prioridad: **15.03.2002 ES 200200631**

73 Titular/es: **Universidad Politécnica de Valencia**
CTT-Camino de Vera, s/n
46022 Valencia, ES

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
01.04.2008

72 Inventor/es: **Marti Sendra, Javier;**
Corral González, Juan Luis;
Vidal Rodríguez, Borja y
Madrid Díaz, Daniel

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
01.04.2008

74 Agente: **Temño Cenicerros, Ignacio**

ES 2 294 306 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

Línea de retardo múltiple basada en un AWG y diferentes tramos de un medio óptico dispersivo.

5 **Objeto de la invención**

La presente invención consiste en una línea de retardo basada en un AWG (*Arrayed Waveguide Grating* o malla de difracción con guías de ondas agrupadas) y diferentes tramos de un medio óptico dispersivo que permite la generación simultánea de un gran número de retardos correspondientes a un elevado número de portadoras ópticas. Los valores de los múltiples retardos dependerán de las longitudes de onda específicas, de la separación entre las mismas y de la dispersión del medio óptico. La invención proporciona novedosas características esenciales y considerables ventajas para reducir los costes con respecto a las estructuras conocidas y utilizadas para fines similares en el estado actual de la técnica.

La aplicación de la presente invención se encuentra dentro de cualquier campo en el que sea necesario lograr un gran número de retardos tal como sucede, por ejemplo, en el campo del conformado óptico de haces para agrupaciones de antenas, donde la obtención de diferentes subconjuntos de retardos sucesivos es básica para su funcionamiento. Otros campos de aplicación serían los conversores ópticos analógicos digitales, la multiplexación por división en el tiempo en el dominio óptico (OTDM) o los sistemas ópticos basados en multiplexación en código (CDMA):

20 **Antecedentes de la invención**

Las agrupaciones de antenas permiten la formación de patrones de radiación con unas características que no pueden ser obtenidas utilizando antenas sencillas. Específicamente, permiten funcionalidades tales como direccionamiento del haz, conformación del haz en la introducción dinámica de bajos puntos basándose en el control de la amplitud y el retardo de la alimentación de los diferentes elementos que componen el grupo. Por este motivo, han sido ampliamente utilizadas en un gran número de áreas dentro del campo de las telecomunicaciones. La funcionalidad más común de un grupo de antenas es la orientación del haz en distintas direcciones del espacio, lo que en el caso de un grupo lineal con espaciado constante, se consigue mediante la introducción de un retardo sucesivo (retardos que mantienen una diferencia constante entre los elementos adyacentes del grupo) entre los diferentes elementos del grupo.

Gracias a la relación proporcional que existe entre el retardo introducido en una onda electromagnética y la diferencia de fase correspondiente para la frecuencia de esta señal, es habitual efectuar el control sobre los cambios de fase sufridos por las señales correspondientes a cada elemento de la agrupación en vez de sobre los retardos. Cuando la conformación del haz debe realizarse para diferentes frecuencias o para señales de ancho de banda significativo, esta proporcionalidad entre retardos y cambios de fase deja de cumplirse dando lugar al bien conocido fenómeno de ligera desviación del haz (*beam squint*) y obligando al uso de líneas de retardo.

Tradicionalmente, el control de los grupos de antenas se ha llevado a cabo mediante procesamiento en banda base o en radiofrecuencia (RF). Sin embargo, a altas frecuencias (longitudes de onda milimétricas) y grandes anchos de banda el procesamiento en banda base se hace inviable y aquellos propuestos en RF presentan varios inconvenientes, entre ellos, un ancho de banda limitado, elevadas pérdidas y una gran complejidad de interconexión a medida que aumenta el número de elementos del grupo. Además, las soluciones en RF basadas en líneas de retardo normalmente conllevan un elevado volumen, peso y complejidad.

Para solventar los problemas previamente descritos, en los últimos años han aparecido distintas propuestas de conformación óptica de grupos, estando clasificada la presente invención dentro de este campo [1]-[4].

Las arquitecturas de conformación óptica de haces presentan, entre otras ventajas, bajo peso y tamaño, inmunidad frente a interferencias electromagnéticas y, especialmente, permiten obtener fácilmente un amplio ancho de banda instantáneo y operación en retardo verdadero (TTD, *True Time Delay*) lo que permite que el haz sea dirigido independientemente de la frecuencia de operación.

Al principio, los retardos de las diferentes arquitecturas ópticas se efectuaron por medio de la propagación de la señal a través de un tramo determinado de fibra [5]. Posteriormente, se propuso el uso de la dispersión de la fibra para implementar de manera simultánea múltiples retardos [6]-[7]. También se ha propuesto utilizar otros medios dispersivos de propagación en lugar de diferentes longitudes de fibra dispersiva como es el caso de redes de difracción con periodicidad variable [8]. Las limitaciones en relación al ancho de banda debidas a la dispersión inherente en las líneas de retardo basadas en elementos dispersivos se pueden solucionar con distintas modulaciones ópticas tolerantes a la dispersión [3]-[9].

Como antecedentes relevantes se deben citar los documentos siguientes:

La patente americana número 5.793.907: el aparato propuesto en esta patente está basado en la obtención de un perfil de tiempo de retardo desde el tiempo de retardo de propagación que experimenta una señal cuando atraviesa diferentes longitudes de fibra en las líneas de retroalimentación de un AWG. Por consiguiente, para cada elemento de antena es necesaria una línea de retardo basada en un AWG tal como la propuesta en D1. A diferencia de esto, proponemos el uso de líneas de retardo dispersivas para retroalimentar un AWG y la utilización del tiempo de retardo

dispersivo entre un conjunto de portadoras ópticas en vez del tiempo de retardo de propagación. De esta manera, sólo puede utilizarse una única línea de retardo múltiple (es decir, un AWG sencillo con líneas de retroalimentación dispersivas) para generar un perfil de tiempo de retardo (el cual puede ser utilizado, por ejemplo, para el control óptico de un array de antenas).

La patente americana número 5.793.907 propone una línea de retardo basada en un AWG. La propuesta se basa en una configuración de retroalimentación simétrica de un AWG (conocida como *loop-back*, es decir, la retroalimentación se realiza entre un puerto de salida del AWG y su correspondiente puerto de entrada) como se había propuesto previamente para su uso como ADM (*Add-Drop Multiplexer* o multiplexor de inserción y extracción) [10]-[11].

En la patente anteriormente citada, los retardos se obtienen mediante tramos de longitud de tal modo que la propagación de la señal retarde la señal óptica el tiempo deseado. Para dirigir el haz principal del patrón de radiación es necesario conseguir un retardo sucesivo entre los diferentes elementos del grupo, lo que obliga a que se introduzca una línea de retardo por cada elemento del grupo, de tal forma que cada línea de retardo debe aumentar la longitud de sus tramos de fibra para lograr un retardo sucesivo constante.

Por tanto, esta línea de retardo presenta un serio inconveniente ya que es necesario replicar la estructura por cada elemento del grupo, lo que puede hacer inviable el sistema para grandes grupos considerando el elevado coste de los AWG.

Referencias bibliográficas citadas

[1] W. Ng, A. Walston, G. Tangonan, J. Newberg, J.J. Lee y N. Bernstein, "The First Demonstration of an optically Steered Microwave Phased Array Antenna Using True-Time Delay" *Journal Lightwave Technology*, vol. 9 pp. 1124-1131, Septiembre 1991.

[2] R.D. Esman, M.Y. Frankel, J.L. Dexter, L. Goldberg, M.G. Parent, "Fiber Optic Prism True Time delay Antenna Feed" *IEEE Photonics Technology Letters*, vol. 5, no. 11, pp. 1347-1349, Noviembre 1993.

[3] H. Zmuda, E.H. Toughlian, "Photonic Aspects of Modern Radar", Ed. Artech House, 1994.

[4] I. Frigyes y A.J. Seeds, "Optically Generated True-Time Delay in Phased-Array Antennas", *IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques*, vol. 43, no. 9, pp. 2378-2386, Septiembre 1995.

[5] A.P. Goutzoulis, D.K. Davies, "Hardware compressive 2-D fiber optic delay line architecture for time steering of phased array antennas" *Applied Optics*, vol. 29, no. 36, pp. 5353-5359 Diciembre 1990.

[6] R. Soref, "Optical Dispersion Technique for Time-Delay Beam Steering", *Applied Optics*, vol. 31, pp. 7395-7397, 10 de Diciembre, 1992.

[7] D. T. K. Tong y M. C. Wu, "A Novel Multiwavelength Optically Controlled Phased Array Antenna with a Programmable Dispersion Matrix", *IEEE Photonics Technology Letters*, vol. 8, no. 6, pp. 812-814, Junio, 1996.

[8] J.L. Corral, J. Marti, S. Regidor, J.M. Fuster, R. Laming, M.J. Cole, "Continuously Variable True Time Delay Optical Feeder For Phased Array Antenna Employing Chirped Fiber Gratings" *IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques*, vol. 45, no. 8, pp. 1531-1536, 1997.

[9] G.H. Smith, D Novak, Z. Ahmed "Novel technique for generation of optical SSB with carrier using a single MZM to overcome fiber chromatic dispersion", International Topical Meeting on Microwave Photonics, Kyoto (Japan) Paper PDP-2, Diciembre 1996.

[10] Y. Tachikawa Y. Inoue, M. Kawachi, H. Takahashi y K. Inoue, "Arrayed-Waveguide Grating Add-drop Multiplexer with Loop-back Optical Paths", *Electronics Letters* vol. 29, no. 24, pp. 2133-2134, Noviembre 1993.

[11] Y. Tachikawa y M. Kawachi, "Lightwave Transrouter based on Arrayed-waveguide Grating Multiplexer", *Electronics Letters*, vol. 30, no. 18, pp. 1504-1505, 1 de Septiembre, 1994.

[12] M.K. Smit, "New Focusing and Dispersive planar component based on an Optical Phased Array" *Electronics Letters*, vol. 24, no. 7, pp.385-386, Marzo 1988.

[13] C. Dragone, "An NxN Optical Multiplexer Using a Planar Arrangement of Two Star Couplers", *IEEE Photonics Technology Letters*, vol. 3, no. 9, pp. 812-815, Septiembre 1991.

[14] C. Dragone, C.A. Edwards and R.C. Kistler, "Integrated Optics NxN Multiplexer on Silicon", *IEEE Photonics Technology Letters*, vol. 3, no. 10, pp. 896-899, Octubre 1991.

Resumen de la invención

Concretamente, la presente invención combina las propiedades de conmutación de acuerdo con la longitud de onda del AWG junto con la periodicidad en longitud de onda de su funcionamiento y la capacidad de un medio óptico dispersivo de retardar de manera diferente distintas longitudes de onda.

Más particularmente, la invención propone el uso de un AWG en una configuración de retroalimentación (cada señal óptica se propaga dos veces a través del AWG) con tramos de un medio óptico dispersivo, junto con una fuente que pueda cambiar entre diferentes subconjuntos de longitud de onda (WDM, *Wavelength Division Multiplex* o multiplexación por división en longitud de onda) e incluso podría combinar distintas longitudes de onda de cada subconjunto. Dentro de cada subconjunto las diferentes longitudes de onda actúan de tal modo que la separación entre ellas es igual a la periodicidad espectral del AWG (FSR, *Free Spectral Range* o rango espectral libre) de forma que, después de introducirse todas las longitudes de onda del subconjunto a través de un puerto del AWG, todas ellas se encaminan hacia el mismo puerto de salida. En la configuración básica de la línea de retardo el puerto de salida seleccionado se conecta por medio de una longitud dada de medio óptico dispersivo con una de las entradas o salidas específica (aquella seleccionada o una diferente) del AWG, de tal modo que el medio dispersivo retarde de manera diferente cada una de las longitudes de onda del subconjunto antes de atravesar de nuevo el AWG y ser encaminadas hacia el puerto de salida común. Los retardos relativos entre las diferentes longitudes de onda dependerán de la separación espectral existente entre ellas y de la dispersión total del medio dispersivo. Si cada una de las salidas del AWG se conecta a un medio dispersivo con distintos parámetros de dispersión, la selección del subconjunto de longitudes de onda apropiado permitirá escoger los valores de los diversos retardos asociados a cada portadora óptica.

Además, la línea de retardo múltiple objeto de esta invención obtiene múltiples retardos mediante el encaminamiento de distintas portadoras ópticas a través del mismo tramo de medio óptico dispersivo, utilizando la periodicidad de la respuesta en transmisión del AWG. En la configuración *loop-back*, si a través de una entrada del AWG se introducen diferentes portadoras ópticas separadas FSR, todas ellas se encaminan hacia la misma salida y, por tanto, retroalimentarán al AWG por la misma entrada recorriendo, por consiguiente, el mismo tramo. Si este tramo corresponde a un medio dispersivo tal como podría ser una longitud dada $L(m)$ de fibra con una dispersión constante D (ps/nm.m), dos portadoras ópticas que estuviesen separadas $\Delta\lambda$ (nm) sufrirían un retardo relativo entre ambas de valor:

$$\Delta T(\text{ps}) = D(\text{ps/nm.m}).L(m).\Delta\lambda(\text{nm})$$

De esta manera, si en la línea de retardo se introducen tantas longitudes de onda como elementos tiene el grupo, con una separación entre ellas constante e igual a la FSR del AWG, es posible introducir el retardo requerido entre portadoras mediante el ajuste de la dispersión total de cada tramo de los medios ópticos dispersivos que forman la retroalimentación, lo que para el caso de fibra óptica con dispersión constante, equivale a ajustar la longitud de cada tramo. A la salida de la línea de retardo, las diferentes longitudes de onda se demultiplexarán, de tal modo que cada longitud de onda alimentará a un elemento del grupo. Cuando se establece esta correspondencia uno-a-uno entre longitudes de onda y elementos del grupo es posible, en principio, utilizar un solo AWG para todo el grupo independientemente de su número de elementos. En la práctica aparece una limitación debida al número de órdenes (número de canales en una FSR) disponibles del AWG.

Aunque la realización más habitual de esta invención sería el uso de un subconjunto de longitudes de onda FSR separadas entre ellas, sería posible introducir las longitudes de onda con una separación que no sea igual a la FSR del AWG sino más bien a múltiplos arbitrarios de ésta, de tal modo que se consigan retardos arbitrarios múltiplos del único retardo, entendiendo como retardo único aquel que se corresponde con el debido al efecto dispersivo entre dos longitudes de onda separadas la FSR del AWG. Incluso sería posible seleccionar simultáneamente una o varias portadoras de más de uno de los subconjuntos, permitiendo una mayor flexibilidad en la selección de los retardos a costa de una mayor complejidad de las fases de generación y de demultiplexación ópticas.

Breve descripción de los dibujos

Estas y otras características y ventajas de la invención serán más claramente evidentes a partir de la siguiente descripción detallada de una forma preferida de realización, proporcionada únicamente como un ejemplo ilustrativo y no limitativo, con referencia a los dibujos que se acompañan, en los que:

La figura 1 muestra el esquema de un AWG integrado, dispositivo básico de la línea de retardo que aquí se explica.

La figura 2 es un detalle de la región de propagación libre del mismo mostrado en la figura anterior.

La figura 3 muestra el esquema de la línea de retardo. Se refiere a un AWG en lo que se conoce como configuración *loop-back*. A diferencia de las propuestas previas, la retroalimentación se lleva a cabo con un medio óptico dispersivo.

La figura 4 muestra los espectros de las señales ópticas a la entrada de la línea de retardo.

La figura 6 muestra el esquema de la línea de retardo en una configuración *fold-back* (retroalimentaciones entre puertos de salida del AWG), apropiada cuando se utiliza un medio dispersivo funcionando en modo reflexión.

Descripción de la realización preferida

Con el propósito de realizar la descripción detallada de la realización preferida de la presente invención que se sigue a continuación, se hará referencia constante a los dibujos de las figuras, a través de las cuales se han utilizado las mismas referencias numéricas para las partes iguales o similares. De este modo, la figura 1 se refiere al componente principal de la arquitectura, el AWG, formado por regiones de propagación libres (2 y 4) unidas por un grupo de guías de ondas de diferentes longitudes (3) y un conjunto de guías de ondas de acceso a cada uno de los extremos de las regiones de propagación libres (1 y 5). La figura 2 es un detalle de la región de propagación libre (2 y 4) del AWG. En ésta, $\Delta\alpha$ representa el ángulo de divergencia entre las guías de ondas de entrada y de salida, R_a es la longitud focal, d_a es la separación entre guías de ondas del grupo de guías (6), d_r es la separación entre guías de ondas de las guías de salida (5) y θ representa el ángulo de dispersión resultante de la diferencia de fase entre guías adyacentes.

Asimismo, en la figura 3 se muestra la línea de retardo múltiple, objeto de esta invención, en una configuración *loop-back* formada por un AWG (12) y tantos tramos de medios ópticos dispersivos (8, 9, 10 y 11) como número de puertos del AWG menos uno, el cual es un puerto que corresponde a los puertos de entrada y salida comunes.

La arquitectura completa se compone de: la línea de retardo múltiple de la figura 3; la fuente óptica, que debe proporcionar múltiples longitudes de onda, tal y como se muestra en la figura 4; una fuente de datos y un modulador electro-óptico; un demultiplexor que separa las diferentes longitudes de onda y las asigna al fotorreceptor correspondiente al elemento del grupo apropiado. Puesto que se trata de un dispositivo recíproco esta línea de retardo puede utilizarse tanto en modo transmisión como en modo recepción del grupo de antenas, siendo sólo necesario añadir una serie de dispositivos de separación y combinación junto con las correspondientes fases de conversión óptica-eléctrica y electro-óptica; en particular será necesario añadir: un demultiplexor, un distribuidor que envía las múltiples portadoras en la ruta para el modo transmisión y en la ruta para el modo recepción, un combinador, un par de diplexores, un cierto número de circuladores eléctricos, un cierto número de moduladores electro-ópticos y un fotorreceptor.

La figura 6 muestra la línea de retardo múltiple, objeto de esta invención, en una configuración *fold-back* compuesta por un AWG y tantos tramos (41) de medios ópticos dispersivos, actuando en modo reflexión, como número de puertos del AWG.

El elemento básico de la línea de retardo múltiple propuesta en esta invención es el AWG que se ilustra esquemáticamente en la figura 1.

La operación de dicho dispositivo ha sido ampliamente discutida en la literatura [12]-[14] siendo la siguiente: la señal entra a través de una de las guías ópticas de entrada (1), en adelante referidas como puertos de entrada. Cuando la señal alcanza la región de propagación libre (FPR, *Free Propagation Region* o región de propagación libre) (2), deja de estar confinada lateralmente y diverge. Cuando alcanza la apertura de entrada el haz se conecta al grupo de guías de ondas (3) y se propaga a través de las guías de ondas individuales hasta la apertura de salida (5) en la segunda región de propagación libre (4).

La longitud de estas guías se escoge de tal modo que la diferencia en longitud entre guías adyacentes sea igual a un múltiplo entero de la longitud de onda central del AWG. Para esta longitud de onda, los campos de las guías de ondas individuales (3) alcanzarán la salida con la misma fase, aparte de un múltiplo entero de 2π , y la distribución de campo que tuvimos en la apertura de entrada se reproducirá en la de salida. Por consiguiente, el haz divergente en la apertura de entrada se transforma en uno convergente con igual amplitud y distribución de fase que en la de salida. Como consecuencia de la dispersión introducida por la agrupación de guías de ondas (3) el haz de salida se inclinará y el punto focal se moverá a lo largo del plano imagen.

De acuerdo con lo mostrado en la figura 2, mediante la colocación de guías de ondas receptoras (5) en posiciones adecuadas a lo largo del plano imagen conseguimos la separación espacial entre las diferentes longitudes de onda. Es decir, si la longitud de onda cambia, el campo focal del AWG se mueve a lo largo de las guías de ondas receptoras. De este modo, se obtendrá la respuesta en frecuencia de los distintos canales de la superposición de este campo con los campos modales de las guías receptoras. El comportamiento periódico del AWG se traduce en que dos longitudes de onda separadas FSR implican un desplazamiento del campo focal hacia la misma guía de ondas receptora, encaminando ambas longitudes de onda hacia la misma salida.

Conforme a la invención y a la vista de la figura 3, por medio de la fuente (7) se escogerá un conjunto de longitudes de onda que será introducido a través del puerto de entrada común de la línea de retardo (8). Dentro del conjunto habrá tantas longitudes de onda como retardos se deseen generar, y la separación entre ellas corresponderá a múltiplos de la FSR del AWG de tal modo que todas ellas se encaminen hacia el mismo puerto de salida. Por lo tanto, todas las longitudes de onda irán por el mismo tramo de medio dispersivo. La elección de un tramo (con su dispersión completa asociada) y consecuentemente del gran número de retardos, se lleva a cabo de manera óptica por medio de la elección de un subconjunto específico de longitudes de onda. En el caso de que el medio dispersivo sea fibra óptica con una dispersión constante, la expresión (1) muestra que se introducirá un determinado retardo entre las diferentes longitudes de onda debido a la dispersión de la fibra. Aunque el medio dispersivo tendrá preferiblemente una respuesta lineal de retardo frente a la longitud de onda, cualquier otra respuesta (por ejemplo tal como: curvada, parabólica o diente de sierra) es posible y viable con el estado actual de la tecnología.

ES 2 294 306 T3

Gracias a la configuración de retroalimentación, el conjunto de longitudes de onda entrará de nuevo por uno de los puertos de entrada del AWG (1). Debido al comportamiento simétrico del AWG, éste encaminará todas las longitudes de onda hacia el puerto de salida común (13).

5 A la salida de la línea de retardo múltiple se introduce un demultiplexor que separa cada longitud de onda dirigiéndola hacia un fotorreceptor. La salida de cada fotorreceptor alimentará un elemento del grupo. De esta manera, la línea de retardo múltiple ha introducido, con un solo AWG, un retardo sucesivo entre elementos del grupo, lo que permite cambiar la trayectoria de su direccionamiento.

10 En el caso de utilizar medios dispersivos que operan en modo reflexión, como es el caso de redes de difracción con periodicidad variable (CFG, *chirped fiber grating* o malla de difracción con periodicidad variable) la configuración de la figura 3 estaría ligeramente modificada siendo como la que se muestra en la figura 6 y operando de forma completamente equivalente a la que se representa en la figura 3.

15 Con respecto a la fuente óptica (7), ésta debe ser capaz de proporcionar un espectro similar al mostrado en la figura 4. Existen diferentes maneras de generar este tipo de espectro, tales como, por ejemplo, por medio de la conmutación entre distintos láseres multi-longitud de onda con una separación adecuada entre portadoras.

20 Aunque la implementación preferida implica la selección de subconjuntos de portadoras ópticas con una separación espectral de múltiplos enteros de la FSR, es posible la selección simultánea de una o varias portadoras de más de uno de los subconjuntos de la figura 4, permitiendo una mayor flexibilidad en la selección de los retardos a costa de una mayor complejidad de las fases de generación y demultiplexación ópticas.

25 No se considera necesario hacer más extenso el contenido de esta descripción con el fin de que un experto en la técnica pueda comprender su alcance y las ventajas derivadas de la invención así como desarrollar y poner en práctica su objeto.

30 Sin embargo, debe entenderse que la invención se ha descrito de acuerdo con una realización preferida de la misma pudiendo estar sujeta a modificaciones sin que ello signifique alteración alguna de su fundamento, establecido en las reivindicaciones adjuntas.

35

40

45

50

55

60

65

REIVINDICACIONES

1. Línea de retardo múltiple consistente en un AWG que comprende una región de propagación libre de entrada y otra de salida unidas por un *array* de guías de ondas de diferentes longitudes, un puerto de entrada principal y un puerto de salida principal, y otros puertos de entrada y de salida conectados a las regiones de propagación libres de entrada y de salida, aceptando el puerto de entrada principal a uno o a una pluralidad de subconjunto(s) de señales ópticas con distintas longitudes de onda, estando las longitudes de onda de cada subconjunto separadas por uno o vario(s) tiempo(s) del rango espectral libre del AWG, distribuyendo el puerto de salida principal a dichas señales ópticas retardadas en el tiempo por una cantidad predeterminada correspondiente al conjunto deseado de tiempos de retardo, en donde cada uno de los otros puertos de salida del AWG está conectado de forma óptica con un medio óptico actuando en modo reflexión o con su otro puerto de entrada simétrico, **caracterizada** porque la conexión óptica entre los otros puertos de salida y los medios ópticos actuando en modo reflexión o los otros puertos de entrada se consigue por medio de tramos de medios ópticos dispersivos, en donde al menos dos de los tramos del medio dispersivo tiene diferentes dispersiones, siendo escogidas las dispersiones y longitudes de cada tramo de tal modo que las señales ópticas estén retardadas en el tiempo por el conjunto deseado de retardos.

2. Línea de retardo múltiple según la reivindicación 1, en donde el espaciado de longitud de onda en cada subconjunto de señal óptica es un múltiplo del rango espectral libre del AWG.

3. Línea de retardo múltiple según la reivindicación 1, en donde una pluralidad de subconjuntos de señales ópticas es alimentada dentro del puerto de entrada principal, siendo diferente el espaciado de longitud de onda entre dos señales ópticas cualesquiera de dos subconjuntos distintos de uno o vario(s) tiempo(s) del rango espectral libre del AWG

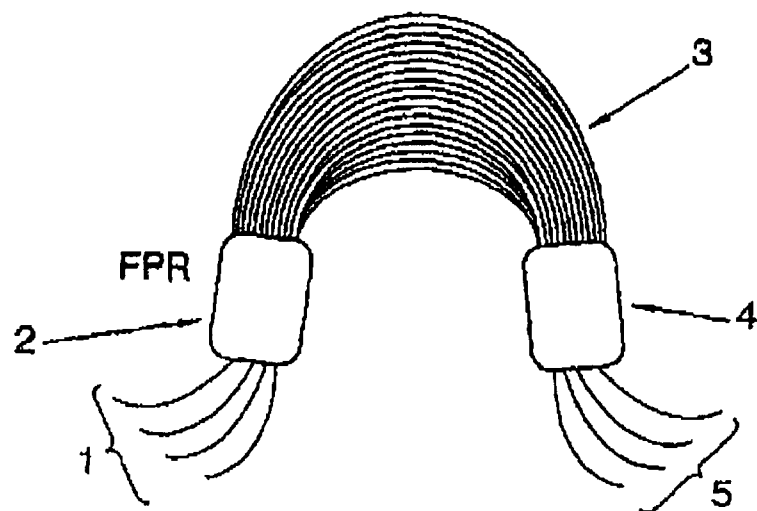


FIG. 1

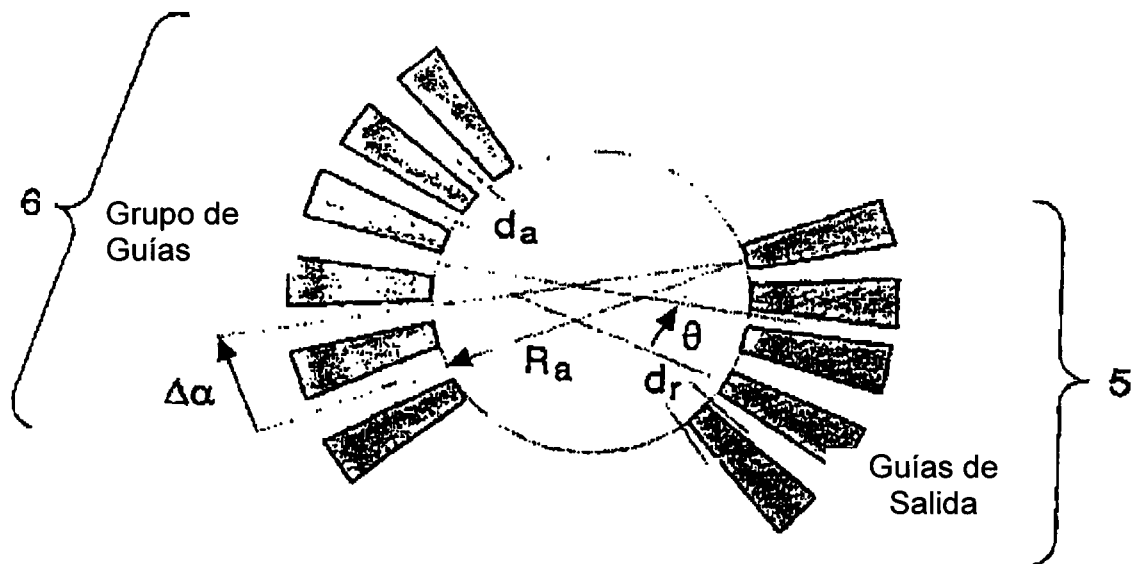


FIG. 2

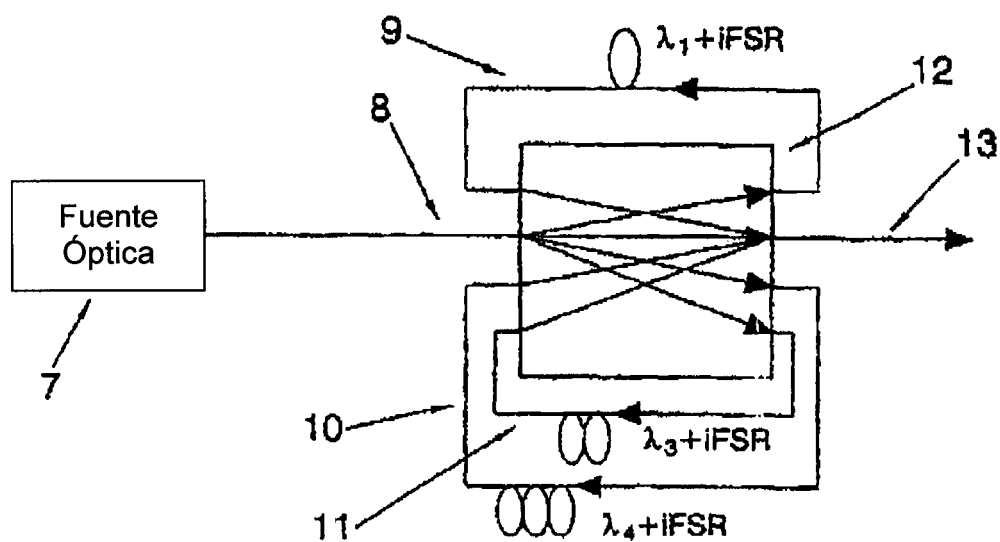


FIG.3

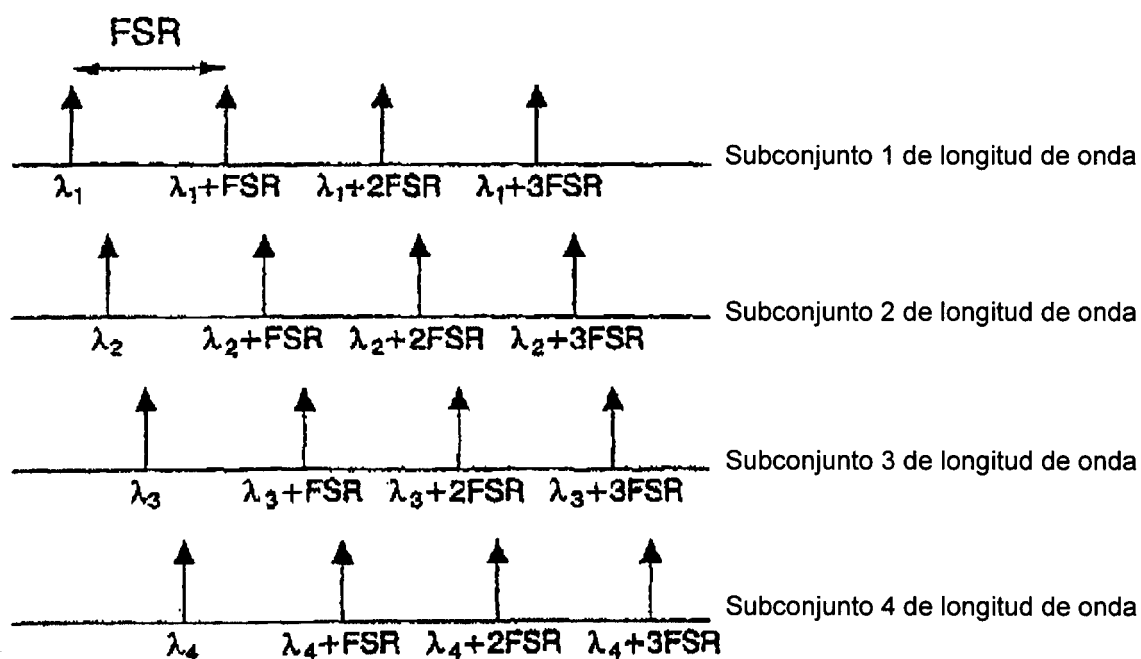


FIG.4

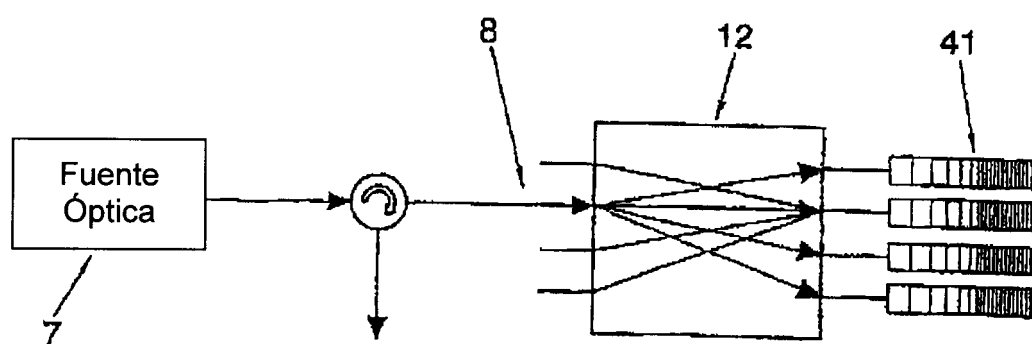


FIG.6