



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

⑪ N.º de publicación: **ES 2 066 694**

⑫ Número de solicitud: 9202602

⑤① Int. Cl.<sup>5</sup>: H01P 1/16

G02B 6/00

⑫

SOLICITUD DE PATENTE

A1

⑫② Fecha de presentación: **23.12.92**

⑫③ Fecha de publicación de la solicitud: **01.03.95**

⑫③ Fecha de publicación del folleto de la solicitud:  
**01.03.95**

⑦① Solicitante/es: **Telefónica de España, S.A.**  
**Gran Vía N.º 28**  
**28013 Madrid, ES**

⑦② Inventor/es: **Hernández Gil-Gómez, Felix y**  
**Ferreras García, Antonio**

⑦④ Agente: **Gómez Múgica, Luis Antonio**

⑤④ Título: **Divisor de potencia con unión abrupta, aplicable en comunicaciones ópticas.**

⑤⑦ Resumen:

Divisor de potencia con unión abrupta, aplicable en comunicaciones ópticas. El divisor de potencia con unión abrupta, aplicable en comunicaciones ópticas consiste en un dispositivo donde la transición se produce de forma abrupta, mediante una estructura formada por dos guías paralelas de la misma anchura, poseyendo un modo fundamental esta estructura que por la teoría de modos acoplados se puede definir aproximadamente como la suma de los modos de las guía-ondas por separado, consistiendo el núcleo de la invención en que las pérdidas de transmisión se reducen para una relación adecuada entre las dimensiones físicas de las guía-ondas de la estructura.

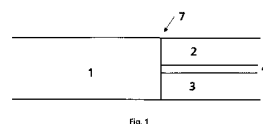


Fig. 1

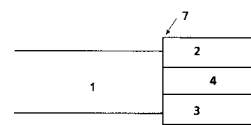


Fig. 2

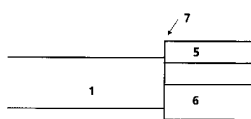


Fig. 3

## DESCRIPCION

### Objeto de la invención

La presente memoria descriptiva se refiere a una patente de invención, relativa a un divisor de potencia con unión abrupta, aplicable en comunicaciones ópticas, cuya evidente finalidad es la de minimizar las pérdidas de inserción y la longitud del dispositivo en la dirección de la propagación de la onda electromagnética.

### Campo de la invención

Esta invención tiene su aplicación dentro del campo de las telecomunicaciones y en concreto en los sistemas de comunicaciones ópticas.

### Antecedentes de la invención

A medida que los sistemas de comunicaciones ópticas se han ido desarrollando, las nuevas aplicaciones precisan de dispositivos más compactos con una tecnología asociada cada vez más compleja.

Uno de estos dispositivos, empleados en los sistemas de comunicación ópticas, se configuran como divisores de potencia ópticos que son utilizados para la interconexión de diferentes dispositivos con una misma entrada.

Tradicionalmente, la solución empleada ha sido el uso de ramificaciones monomodo, donde la onda guiada se divide habitualmente en dos partes iguales, esetando las dos ondas de salida en fase, y los acopladores direccionales a 3 dB.

Las ramas constituidas a manera de un "Y" son las que más ampliamente se usan, debido a su facilidad de fabricación, comparado con los de tipo acoplador.

Una ramificación óptima y eficiente del tipo constituido como una "Y", debe cumplir tres requisitos totalmente diferenciados. A saber:

- Tener bajas pérdidas de inserción.
- Un tamaño conjunto lo más pequeño posible.
- Estar dotadas de una fácil fabricación sin complicaciones tecnológicas ni requisitos de fabricación críticos.

Sin embargo, una de las desventajas del tipo de ramificación configurado como una "Y", se contempla en la necesidad de ensanchar la guía de entrada usando ángulos pequeños de transición, mediante "tapers" o ensanchadores de modo, lo cual dá lugar a que el tamaño del dispositivo no sea lo suficientemente compacto como sería deseable.

Por otro lado, debido a las tolerancias de fabricación que deben cumplir las ramas de salida del dispositivo, las pérdidas de inserción se elevan con la separación necesaria entre las ramas de salida, las cuales idealmente deberían ser tangentes justo a la salida del dispositivo, lo que dá lugar a la existencia de dispositivos con criterios exigentes para disminuir esta separación y aún así a constatarse altas pérdidas de inserción, debido a que el acoplamiento entre el modo de entrada y el modo de salida no es perfecto.

En una transición que adopta la forma de una "Y" convencional con tecnología planar, la guíaonda de entrada se expande de forma suave

hasta que su anchura igual a la suma de las anchuras de las guíaondas de salida, más la separación entre ellas.

El modo de la guíaonda ensanchada de la entrada, se acopla a los modos de las dos guíaondas separadas de salida.

Habitualmente, solo interesa excitar el modo fundamental de la doble guíaonda de la salida, para que mediante una transición adiabática separar la potencia óptica que se propaga por cada una de las dos guíaondas y tener por separado el modo fundamental en cada guíaonda.

Idealmente, una vez separadas las guíaondas a la salida, se podría obtener un modo en cada guía, cada uno con la mitad de potencia del modo fundamental y en fase entre sí.

Pero, prescindiendo de las pérdidas de radiación en las zonas adiabáticas y de las pérdidas intrínsecas del medio considerado, las pérdidas de inserción del dispositivo provienen de que el acoplo no adiabático entre el modo fundamental de la guía de entrada, al modo fundamental de las guíaondas de salida no es perfecto, y parte de la potencia de entrada se acopla a modos superiores.

Estas pérdidas asociadas al plano de transición tienden a cero con una nula separación entre guías de salida, pero como se ha indicado ya, las tolerancias de fabricación hacen imposible tener una separación nula.

La solución evidente a la problemática existente en la actualidad debería de ser el contar con un elemento que se configurara con un divisor de potencia con unión abrupta, aplicable en comunicaciones ópticas, el cual produjera para unas dimensiones comparables, unas pérdidas muy inferiores a las transiciones en "Y" convencionales. Sin embargo, hasta el momento no se tiene conocimiento de la existencia de un dispositivo o elemento divisor de potencia que esté dotado de las características señaladas como idóneas.

### Descripción de la invención

El divisor de potencia con unión abrupta, aplicable en comunicaciones ópticas que la invención propone, constituye una evidente solución e innovación en esta materia, ya que a partir de la incorporación del mismo se obtienen unas pérdidas muy inferiores a la transiciones constituidas como "Y" convencionales.

De forma más concreta, el divisor de potencia con unión abrupta, aplicable en comunicaciones ópticas que se preconiza, está constituido como un dispositivo donde la transición se produce de forma abrupta, mediante una estructura formada por dos guías paralelas de la misma anchura.

Esta estructura posee un modo fundamental, que por la teoría de modos acoplados se puede definir aproximadamente como la suma de los modos de las guíaondas por separado.

Básicamente, el núcleo de la invención consiste en que las pérdidas de transmisión se reducen para una relación adecuada entre las dimensiones físicas de las guíaondas de la estructura indicada.

Si se pretende realizar un divisor de potencia a 3 dB, las dimensiones de las guíaondas de salida deben ser iguales, y la guíaonda de entrada debe estar en posición simétrica con respecto a la salida.

Para obtener una transición de potencia

máxima, idealmente en el plano de transición, se debería cumplir que la anchura de la guíaonda de entrada fuera igual a la suma de las anchuras de las guíaondas de salida, siendo la separación entre estas guíaondas de salida nulas.

Por requisitos tecnológicos esta última condición no es posible, por lo que una vez fijada la dimensión mínima de esta separación, se debe calcular la anchura de la guíaonda de entrada no como igual a la suma de las anchuras de las guíaondas de salida más la de su separación, sino como una anchura tal, que maximice el acoplo entre modos fundamentales entrada-salida, por ejemplo, mediante el cálculo se solapamiento entre modos.

Para el caso de divisores ópticos de potencia, que no conservan la simetría característica del divisor anterior, como en los divisores TE-TM, la invención permite una separación de ramas de salida, manteniendo las pérdidas del dispositivo a un nivel tolerable, lo que permite unas tolerancias mayores de fabricación a la hora de realizar la metalización cerca del plano de la unión, reduciendo consiguientemente el tamaño global del dispositivo.

Asimismo, en lugar de variaciones en las dimensiones de las guías en el plano de la unión, tales modificaciones se pueden realizar por medio de variaciones apropiadas de índice.

Con ello, la invención se puede describir en términos de distribución del índice de refracción, por ejemplo, perpendicular a la dirección de propagación.

En la mayoría de las guíaondas ópticas, tal distribución perpendicular es independiente de la dirección de propagación, sin embargo, de acuerdo con los aspectos de esta invención, el índice de refracción perpendicular a la dirección de propagación, puede ser diferente en las guías de un lado y otro del plano de la unión.

Tal variación, puede resultar en un ensanchamiento o estrechamiento de la región de guiado, con lo que podemos alcanzar el acoplo óptimo entre modos que propone la invención.

Asimismo, este acoplo de guías de ambos lados de la unión, se puede lograr por medio de una combinación simultánea de los dos tipos de "disminución" de anchura de guía descritos, como son, distintas dimensiones en las direcciones transversales de propagación de las guías a ambos lados de la unión y un cambio de índice de refracción en algunos de los medios implicados.

Toda la discusión acerca de la invención del divisor de potencia con unión abrupta, es decir, una entrada a dos salidas, es aplicable a un combinador de potencia, es decir, dos entradas a una salida, sin que exista nada más que la necesidad de cambiar el sentido de propagación de la luz en los dos dispositivos.

### Descripción de los dibujos

Para complementar la descripción que se está realizando y con objeto de ayudar a una mejor comprensión de las características del invento, se acompaña a la presente memoria descriptiva como parte integrante de la misma, una hoja de planos, en la cual con carácter ilustrativo y no limitativo, se ha representado lo siguiente:

La figura número 1. - Muestra una transición

en una "Y" convencional con separación finita entre las ramas de salida.

La figura número 2. - Muestra una transición abrupta en "Y" de estructura bidimensional.

La figura número 3. - Muestra por último, un separador de potencia TE-TM, donde se aprecia o indica una transición abrupta en "Y".

### Realización preferente de la invención

A la vista de la hoja de planos adjunta, y concretamente siguiendo la figura número 1, relativa a una transición en una "Y" convencional con separación finita entre las ramas de salida, así como de la figura número 2, relativa a una transición abrupta que adopta igualmente la forma de una "Y" de estructura bidimensional, puede observarse la guionada de entrada (1), así como las guíaondas o ramas de salida (2) y (3), existiendo en las representaciones gráficas referenciadas con (4) la separación entre guíaondas de salida y el plano de transición (7).

Asimismo, en la figura número 3, al margen de los elementos ya referenciados con los números (1) y (7) en las figuras 1 y 2, se aprecia los modos TE (5) y TM (6) en un separador de potencia TE-TM.

Con la configuración que la invención propone, figura número 2, es posible mediante sencillas técnicas de cálculo de acoplos, calcular las dimensiones adecuadas de la guíaonda (1) de entrada y de las de salida (2) y (3), así como la separación (4) entre las ramas de salida para obtener una transición de potencia máxima.

Idealmente, en el plano de transición, se debería cumplir que las dimensiones indicadas con los números (2) y (3) fueran iguales, siendo la guía de entrada (1) doble que cada una de las de salida y la separación (4) entre las guías de salida nula.

Al no poderse cumplir esta última condición por limitaciones tecnológicas, la invención propone taxativamente que una vez fijada la dimensión mínima de dicha separación (4), la anchura de la guía de entrada justo en el plano de transición (7), no sea igual a la suma de las anchuras de las ramas de salida y de separación entre ellas, tal como se representa en una transición que adopta la forma de una "Y" convencional, representada en la figura número 1, sino que la anchura sea la que maximice el acoplo entre modos fundamentales entrada-salida, representada en la figura número 2, obteniéndose mediante el cálculo de solapamiento entre modos.

La implementación más simple es un divisor en "Y" a 3 dB, con anchura de guías de entrada y salida iguales entre sí, como por ejemplo, de una "Y" formada por guías de fibra o con guías de tecnología planar de la misma anchura.

La representación de las guíaondas de las figuras, puede dar la impresión de que los límites de las guíaondas están perfectamente definidos, pero sin embargo, las implementaciones de la invención con guíaondas difundidas y otras implementaciones posibles de la invención, utilizan guíaondas que de alguna manera no tienen un límite preciso, ya que el índice transversal de propagación decae a menudo de manera continua.

No se considera necesario hacer más extensa esta descripción para que cualquier experto en la materia comprenda el alcance de la invención y

las ventajas que de la misma se derivan.

Los materiales, forma, tamaño y disposición de los elementos serán susceptibles de variación siempre y cuando ello no suponga una alteración

a la esencialidad del invento.

Los términos en que se ha descrito esta memoria deberán ser tomados siempre con carácter amplio y no limitativo.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

## REIVINDICACIONES

1. Divisor de potencia con unión abrupta, aplicable en comunicaciones ópticas, de los que comprenden una guía de entrada y dos de salida, **caracterizado** porque las guías de salida son paralelas con una anchura entre los bordes de separación determinada y no nula, de tal forma que la transición se produce de forma abrupta, optimizándose mediante un ajuste de dimensionamiento del dispositivo.

2. Divisor de potencia con unión abrupta, aplicable en comunicaciones ópticas, según la primera reivindicación, **caracterizado** porque la optimización de transferencia se obtiene ajustando las dimensiones del modo de entrada o del modo de salida, en la dirección transversal a la propagación de la onda electromagnética, permaneciendo fijas las otras dimensiones de la estructura.

3. Divisor de potencia con unión abrupta, aplicable en comunicaciones ópticas, según la primera reivindicación, **caracterizado** porque la optimización de transferencia de potencia, se obtiene ajustando la separación entre ramas de salida, siendo esta separación no nula, o modificando el índice de refracción de esta separación, o por medio de una combinación del ajuste tanto de las dimensiones como del índice efectivo de esta separación.

4. Divisor de potencia con unión abrupta, aplicable en comunicaciones ópticas, según la segunda reivindicación, **caracterizado** porque el

ajuste de modos se consigue bien por medio de variaciones en las dimensiones de las guías, bien por medio de variación de los índices de refracción o bien por medio de variaciones conjuntas en las dimensiones de las guías y distribución de los índices de refracción, realizándose estas variaciones en el plano transversal a la dirección de propagación de la guía.

5. Divisor de potencia con unión abrupta, aplicable en comunicaciones ópticas, según las reivindicaciones números 3 y 4, **caracterizado** porque las variaciones se realizan bien de forma simétrica, o bien de forma asimétrica respecto del eje longitudinal de propagación, obteniendo una distribución de potencia simétrica o asimétrica respectivamente a la salida.

6. Divisor de potencia con unión abrupta, aplicable en comunicaciones ópticas, según las anteriores reivindicaciones, **caracterizado** porque invirtiendo el sentido de propagación de la onda electromagnética, se convierte el dispositivo en un combinador de potencia con dos entradas y una salida.

7. Divisor de potencia con unión abrupta, aplicable en comunicaciones ópticas, según las anteriores reivindicaciones, **caracterizado** por su adaptación como dispositivo separadores de potencia TE-TM, en los que no se cumple la simetría de las guías de salida, siendo la distribución de potencia entre las ramas de salida ajustada mediante modificaciones de la anchura de los modos a ambos lados de la unión.

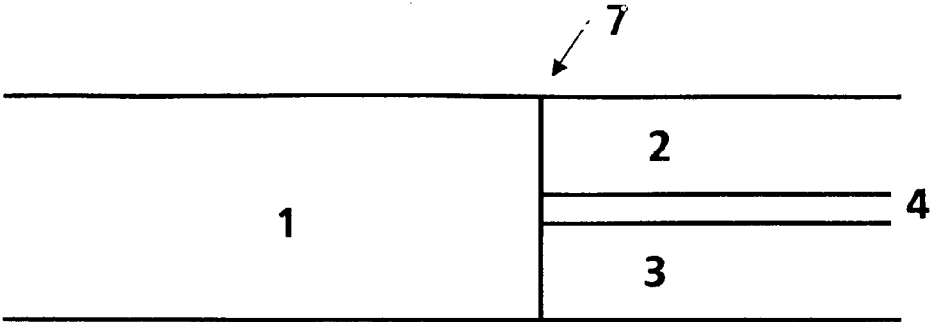


Fig. 1

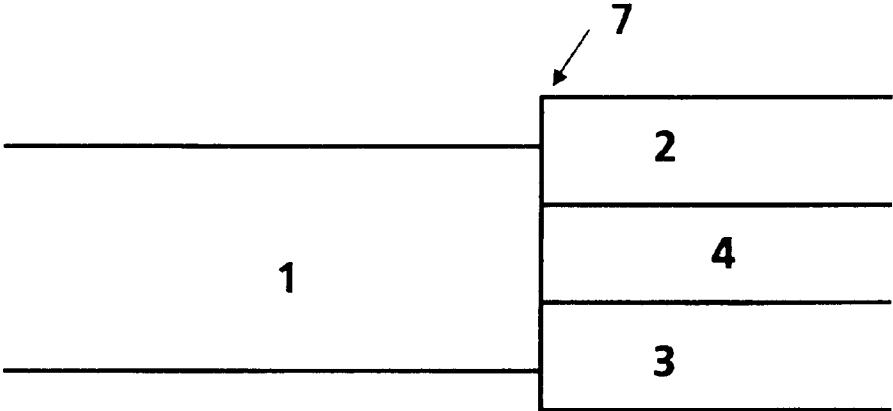


Fig. 2

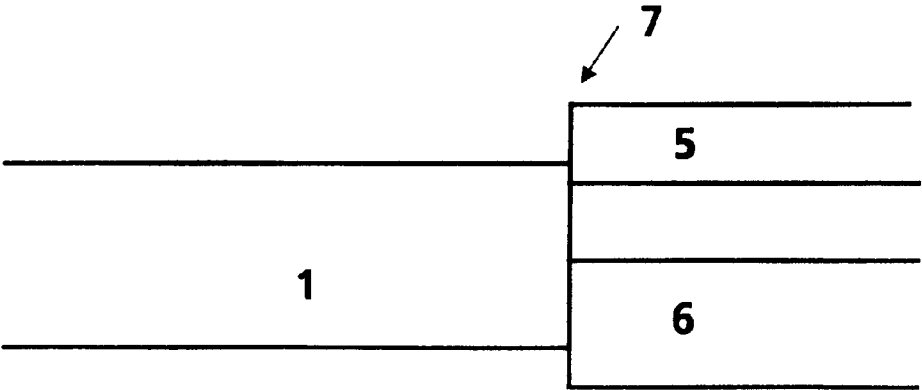


Fig. 3



OFICINA ESPAÑOLA  
DE PATENTES Y MARCAS  
ESPAÑA

- ⑪ ES 2 066 694  
⑫ N.º solicitud: 9202602  
⑬ Fecha de presentación de la solicitud: 23.12.93  
⑭ Fecha de prioridad:

## INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TÉCNICA

⑮ Int. Cl.<sup>5</sup>: H01P 1/16, G02B 6/00

### DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
A	EP-A-0330540 (THOMSON-CSF) 30.08.1989 * Todo el documento *	
<b>Categoría de los documentos citados</b> 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		
<b>El presente informe ha sido realizado</b> <input checked="" type="checkbox"/> para todas las reivindicaciones <input type="checkbox"/> para las reivindicaciones n.º:		
<b>Fecha de realización del informe</b> 01.10.93	<b>Examinador</b> A. Navarro Farell	<b>Página</b> 1/1