

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 919 086**

21 Número de solicitud: 202230578

51 Int. Cl.:

G01V 8/16

(2006.01)

12

PATENTE DE INVENCION CON EXAMEN

B2

22 Fecha de presentación:

28.06.2022

43 Fecha de publicación de la solicitud:

21.07.2022

Fecha de modificación de las reivindicaciones:

17.10.2022

Fecha de concesión:

15.06.2023

45 Fecha de publicación de la concesión:

22.06.2023

73 Titular/es:

**FIBSEN MONITORIZACIONES, S.L. (100.0%)
C/ Álvaro de Bazán 10
46010 Valencia (Valencia) ES**

72 Inventor/es:

SANZ LATORRE, Javier

74 Agente/Representante:

SAHUQUILLO HUERTA, Jesús

54 Título: **SONDA MULTIPARAMÉTRICA MODULABLE DE SENSORES DE FIBRA ÓPTICA**

57 Resumen:

Una sonda multiparamétrica modulable de sensores de fibra óptica (10) que estando embebida o integrada en un único cable de fibra óptica (1) se configura como un contenedor hermético con una entrada de fibra óptica (1a) y una salida de fibra óptica (1b), así como una entrada de una muestra (2) y que en el interior de la sonda multiparamétrica (10) incorpora una pluralidad de cápsulas (20), cada una de ellas independiente del resto; en donde cada cápsula (20) consiste en un sensor de fibra óptica configurado para medir un parámetro físico, químico o biológico de la muestra (2) cuando éste se encuentra en el interior de la sonda multiparamétrica.

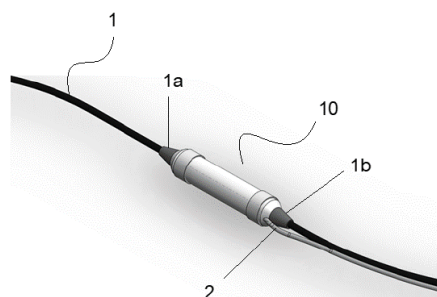


Figura 1

ES 2 919 086 B2

Aviso: Se puede realizar consulta prevista por el art. 41 LP 24/2015.
Dentro de los seis meses siguientes a la publicación de la concesión en el Boletín Oficial de la Propiedad Industrial cualquier persona podrá oponerse a la concesión. La oposición deberá dirigirse a la OEPM en escrito motivado y previo pago de la tasa correspondiente (art. 43 LP 24/2015).

DESCRIPCIÓN

Sonda multiparamétrica modulable de sensores de fibra óptica

5 **Campo técnico de la invención**

La presente invención está referida a una sonda multiparamétrica que tiene la particularidad de agrupar en su interior sensores de fibra óptica multiplexados en un único contenedor hermético embebido en un cable de fibra óptica, de tal manera que cada sensor está
10 encapsulado de forma independiente.

Estado de la técnica anterior

Actualmente, los sistemas de medida multiparamétricos más avanzados utilizan sensores
15 electrónicos u optoelectrónicos puntuales, donde se integran en una misma estructura dos o más sensores sin posibilidad de un mantenimiento adecuado y sin ser modular.

Ejemplo de esto son los documentos WO 2018/224703 A1, US 2004/013,040 A1, WO 2008/149059 A1 y US 6,827,597 B1. Por ejemplo, el documento WO 2018/224703 A1
20 describe una sonda multiparamétrica apta para la monitorización de la actividad geomicrobiológica en perforaciones de gran profundidad en medios subterráneos que comprende una pluralidad de sensores, pero ni estos sensores son sensores de fibra óptica, ni están encapsulados de forma independiente entre sí, con lo que resulta una sonda más complicada y cara de operar, ya que necesita una estructura externa al cable, de mayores
25 dimensiones y que, para cada sensor, se tengan que utilizar componentes diferentes y una estructura diferente, lo que redundo en una mayor probabilidad de fallo y un aumento del tiempo de mantenimiento.

Explicación de la invención

30 Es un objeto de la presente invención una sonda multiparamétrica que comprenda, al menos, un sensor de fibra óptica (en general, cualquier sensor de tecnología fotónica) que sea modular y de mantenimiento cómodo y sencillo. Es otro objeto de la presente invención que los sensores estén encapsulados físicamente de forma independiente, dentro de una carcasa
35 accesible desde el exterior por un operario, pero cuyas señales de entrada y salida estén multiplexadas, de tal forma que permita la continuidad del paso de información a través del

cable de fibra óptica principal, sin necesidad de externalizar la sonda multiparamétrica. Finalmente, es otro objeto de la invención que el usuario final pueda configurar la sonda multiparamétrica de la invención según sus necesidades, incluyendo o retirando sensores determinados dentro del encapsulado de la sonda multiparamétrica a lo largo de la vida útil de ésta.

Más concretamente, la presente invención es una sonda multiparamétrica que, estando embebida o integrada en un único cable de fibra óptica, se configura como un contenedor hermético con una única entrada y salida al cable de fibra óptica, así como una entrada para la toma de muestras. En el interior de la sonda multiparamétrica se incorporan una pluralidad de cápsulas, cada una de ellas independiente del resto y estructuradas uniformemente; en donde cada cápsula consiste en un sensor de fibra óptica configurado para medir un parámetro físico, químico o biológico de aquella sustancia líquida que se introduce en el interior de la sonda multiparamétrica.

En la presente invención se utilizan sensores de fibra óptica que consisten en sensores que miden parámetros físicos, biológicos o químicos relacionando los cambios en los pulsos de luz que viajan por el núcleo de la fibra en el fenómeno que lo provoca (conocidos como *backscattered signals* o señales retrodispersadas). Si clasificamos los sensores de fibra óptica según el rol de la fibra en el proceso de detección, se pueden dividir en sensores intrínsecos o extrínsecos. Los sensores extrínsecos son aquellos que utilizan elementos o estructuras externas a la fibra para crear un estímulo que provoque fluctuaciones en el haz de luz que se propaga por el núcleo de la fibra. Sin embargo, por sensores intrínsecos se entenderán aquellos donde la propia fibra óptica es el elemento sensitivo y donde el proceso de medida se basa en relacionar las fluctuaciones en el haz de luz que se propaga por el núcleo de la fibra.

Así pues, la presente invención se configura como una sonda multiparamétrica modulable y compacta que destaca por su gran versatilidad para configurar un gran número de sensores y de poder ser manipulada por el usuario final de forma segura y sencilla. En su interior comprende al menos dos sensores fotónicos o sensores de fibra óptica cuya señal de salida está multiplexada. La sonda multiparamétrica se configura como una carcasa integrada o embebida en un cable principal de fibra óptica, en cuyo interior se aloja una pluralidad de sensores de fibra óptica encapsulados de forma independiente entre sí y constituyendo una estructura uniforme que conlleva un cómodo mantenimiento y reducción de la complejidad. En los extremos de cada cápsula de cada sensor habrá conectores de instalación rápida para

que puedan montarse y desmontarse los sensores con facilidad.

A lo largo de la descripción y de las reivindicaciones, la palabra «comprende» y sus variantes no pretenden excluir otras características técnicas, aditivos, componentes o pasos. Para los expertos en la materia, otros objetos, ventajas y características de la invención se desprenderán en parte de la invención y en parte de la práctica de la invención. Los siguientes ejemplos y dibujos se proporcionan a modo de ilustración y no se pretende que restrinjan la presente invención. Además, la invención cubre todas las posibles combinaciones de realizaciones particulares y preferidas aquí indicadas.

Breve descripción de los dibujos

A continuación, se pasa a describir de manera muy breve una serie de dibujos que ayudan a comprender mejor la invención y que se relacionan expresamente con una realización de dicha invención, que se ilustra como un ejemplo no limitativo de ésta.

La FIG.1 muestra una sonda multiparamétrica de acuerdo con la presente invención embebida en un cable de fibra óptica en una vista del sistema estanco durante el funcionamiento normal de la invención.

La FIG.2 muestra una sonda multiparamétrica de acuerdo con la presente invención embebida en un cable de fibra óptica en una vista del sistema abierto para montar los sensores y realizar tareas de mantenimiento.

La FIG.3 muestra una vista aislada de una cápsula independiente que contiene un sensor de fibra óptica de acuerdo con la presente invención.

La FIG.4 muestra dos esquemas (a y b) de ejemplo de combinación del multiplexado óptico en la sonda.

Explicación de un modo detallado de realización de la invención

Tal y como se puede observar en la **figura 1**, la sonda multiparamétrica 10 está embebida o integrada en un cable de fibra óptica 1. La sonda multiparamétrica 10 se configura como una carcasa hermética que comprende una entrada de fibra óptica 1a y una salida de fibra óptica 1b, así como una entrada de toma de muestras 2, que en este caso particular es un tubo para

suministrar una sustancia líquida procedente de una tubería para que ésta pase al interior de la sonda multiparamétrica 10 y, de esta forma, realizar la medición correspondiente.

En la **figura 2** se puede observar como la carcasa de la sonda 10 está abierta por su parte superior, ya que se trata de un registro que permite acceder al interior de la propia sonda 10 para facilitar las labores de mantenimiento. Por tanto, la sonda 10 se configura como un contenedor hermético que se abre por medio de un cierre por rosca o clic, separándose la tapa superior.

En el interior de la sonda 10, en la figura 2, es posible apreciar cómo es la estructura interna de la sonda 10 objeto de la presente invención. La sonda 10 incorpora una pluralidad de cápsulas 20 estructuradas uniformemente, donde cada una de ellas es independiente del resto y contiene un sensor de fibra óptica. Estas cápsulas 20 independientes entre sí se conectan al cuerpo de la sonda 10, a la entrada de fibra óptica 1a y salida de fibra óptica 1b concretamente, mediante conectores rápidos de fibra óptica de tipo SC/APC como ejemplo no limitativo.

Finalmente, en la **figura 3** se observa en detalle una cápsula 20 independiente y contenedora de un sensor de fibra óptica, dentro de la cual se lleva a cabo el proceso de medida de un parámetro físico, como puede ser, por ejemplo, la temperatura, el cloro, la turbidez o cualesquiera otros medibles mediante sensores de fibra óptica. Cada cápsula 20 tiene preferentemente una forma alargada y cilíndrica, cerrada en sus extremos mediante conectores 21 de fibra óptica. Además, comprenderá, al menos, un elemento fijador 22, que es una pieza configurada para sostener y organizar las cápsulas 20 independientes dentro de la sonda 10.

El funcionamiento de la invención es como sigue:

En primer lugar, la muestra 2 pasa por el interior de la sonda 10 entre la entrada y la salida de la muestra. En el ejemplo mostrado en las figuras se trata de un fluido procedente de una tubería. Esta muestra 2, por tanto, pasa entre la pluralidad de cápsulas 20 independientes entre si y contenedoras de un sensor de fibra óptica configurado para medir un determinado parámetro físico de la muestra en función del cambio en el espectro de luz reflejado. Las señales de salida reflejadas de cada una de las cápsulas 20 se unen a las señales reflejadas de otros sensores que se encuentran multiplexadas entre sí viajando en una única fibra óptica, como mejor se muestra en la **figura 4**. Estas señales de salida multiplexadas vuelven a pasar

por un circulador óptico, el cual se encuentra al inicio del cable de fibra óptica y es independiente de la sonda, y las desvía hacia un demultiplexor para separar de nuevo las señales. Tras un procesado de cambio de señal óptica a eléctrica y un análisis de la señal digital, se establece la correspondiente medida de cada parámetro físico, químico o biológico, según el caso.

Más concretamente, en la **figura 4** se detalla una arquitectura básica donde se pueden ver las características de modularidad de la fibra y la multiplexación, a través de los conectores 21. La **figura 4(a)** es una multiplexación en paralelo, en donde el divisor de fibra óptica 41 divide la señal que viaja en una fibra (1) en N canales (anotados como $\lambda_1 \dots \lambda_N$ en la figura 4, cada uno correspondiendo con una cápsula 20), en cada canal hay un sensor que detecta un cambio de longitud de onda propio de cada sensor. Por otro lado, la **figura 4(b)** es una multiplexación en serie, que es una matriz de sensores (*sensor array*) que cada fibra óptica (1) corresponde a un canal, y en cada canal se ponen n sensores en serie (anotados como $\lambda_1 \dots \lambda_n$ en la figura 4, cada uno correspondiendo con una cápsula 20), estos sensores detectan un cambio de longitud de onda propio de cada señal que es retrodispersada 42.

Gracias a la sonda multiparamétrica 10 de la invención y su estructura modular con cada sensor encapsulado de forma independiente se consigue obtener una sonda multiparamétrica modulable dentro de un único cable de fibra óptica, incorporando una pluralidad de sensores para medir una pluralidad de parámetros físicos, químicos o biológicos.

Esta configuración redunda en un sistema más sencillo y compacto que los conocidos en el estado de la técnica. Además, y precisamente debido a su estructura compacta, es más fácil de operar y mantener, reduciendo los costes de mantenimiento y la probabilidad de fallos, ya que si falla un único sensor no es necesario cambiar toda la sonda, sino únicamente la cápsula o cápsulas afectadas.

REIVINDICACIONES

1. Una sonda multiparamétrica (10) que estando embebida o integrada en un único cable de fibra óptica (1) se configura como un contenedor hermético con una entrada para el cable de fibra óptica (1a) y una salida para el cable de fibra óptica (1b), así como una entrada de una muestra (2) y que se **caracteriza** porque en el interior de la sonda multiparamétrica (10) se incorporan una pluralidad de cápsulas (20), cada una de ellas independiente del resto y estructuradas modularmente; en donde cada cápsula (20) consiste en un sensor de fibra óptica configurado para medir un parámetro físico, químico o biológico de una muestra (2) cuando éste se encuentra en el interior de la sonda multiparamétrica.
2. La sonda multiparamétrica (10) de la reivindicación 1 que se configura como un contenedor hermético y que contiene una tapa o registro configurado para abrirse por medio de un cierre por rosca o clic.
3. La sonda multiparamétrica (10) de acuerdo con la reivindicación 1 o 2 donde cada cápsula (20) independiente se conecta a la entrada única de fibra óptica (1a) y a la salida única de fibra óptica (1b) mediante conectores rápidos de fibra óptica (21).
4. La sonda multiparamétrica (10) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores donde cada cápsula (20) tiene una forma alargada y cilíndrica, cerrada en sus extremos mediante conectores rápidos de fibra óptica (21).
5. La sonda multiparamétrica (10) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores donde cada cápsula (20) comprende, al menos, un elemento fijador (22) configurado para sostener y estructurar las cápsulas (20) independientes entre sí dentro de la sonda multiparamétrica (10).

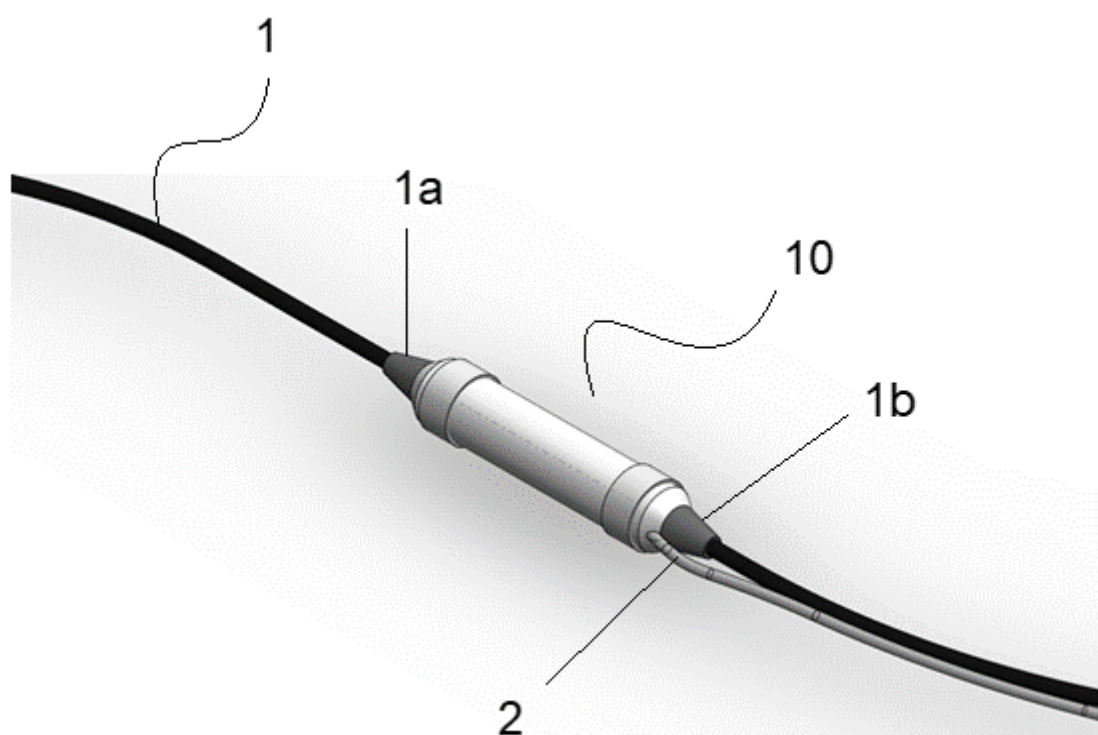


Figura 1

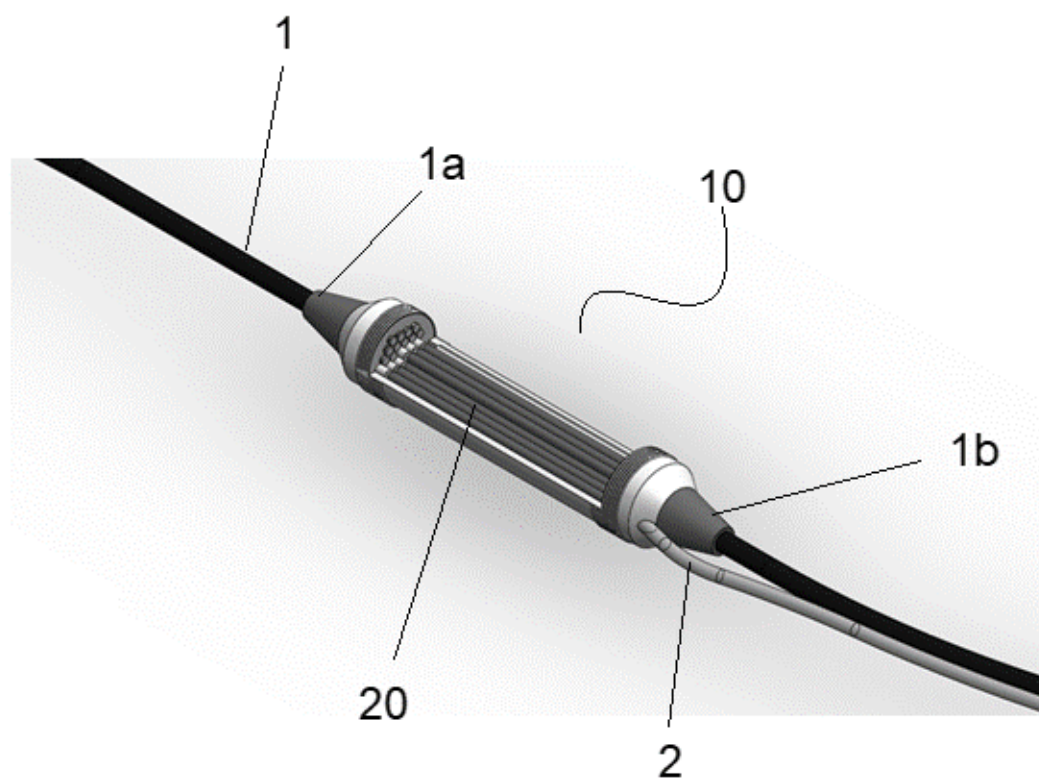


Figura 2

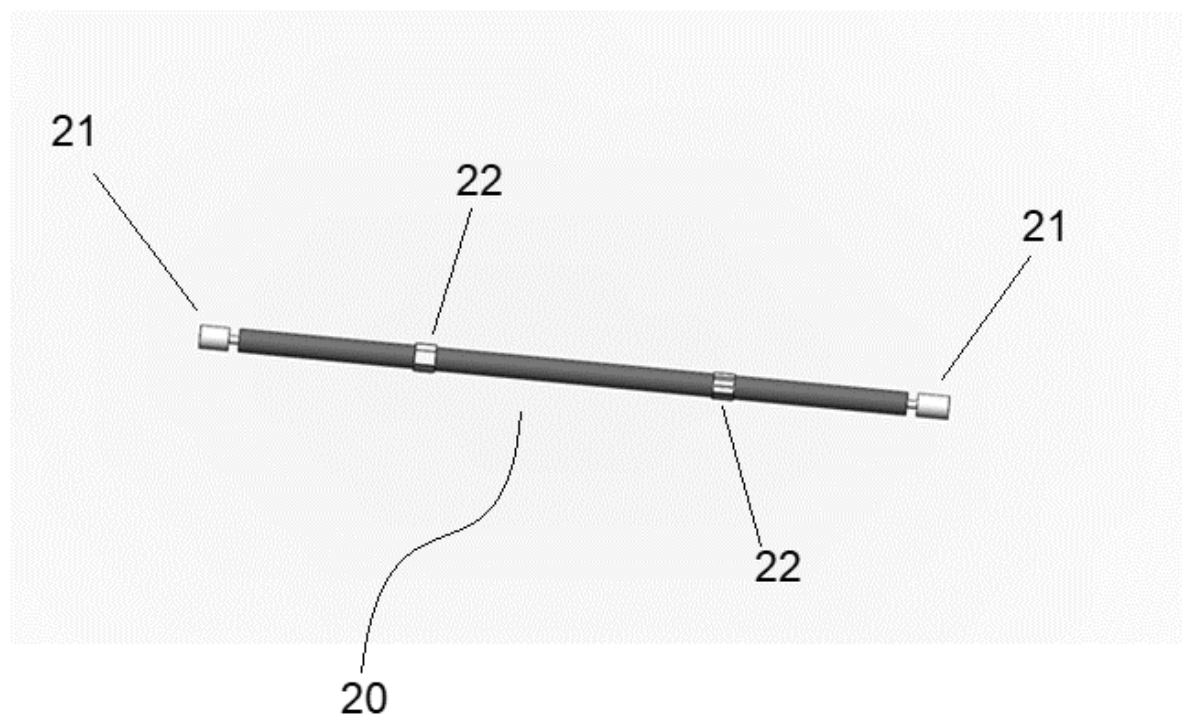


Figura 3

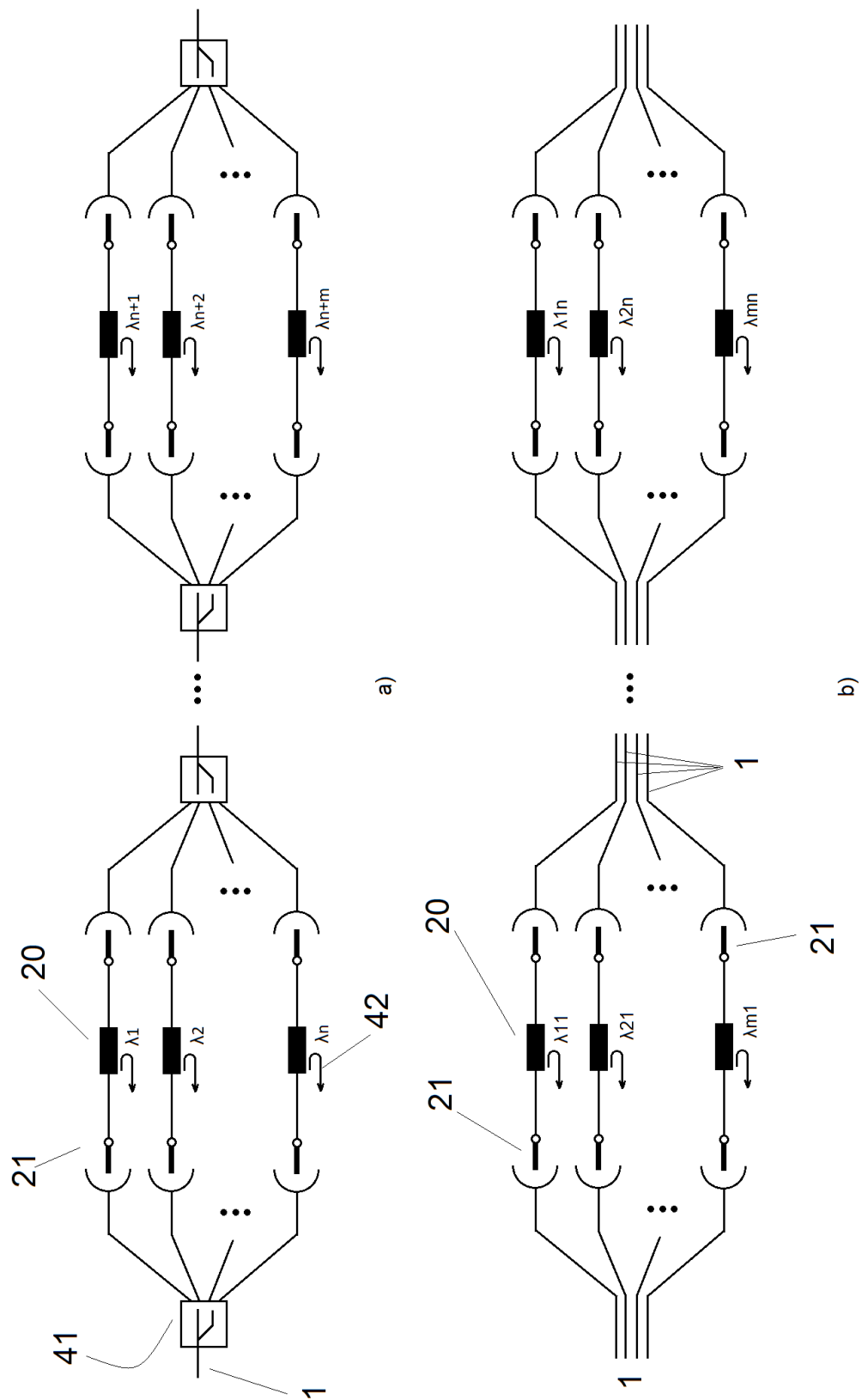


Figura 4