

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 387 556**

51 Int. Cl.:
G01K 11/32 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **11168517 .8**
- 96 Fecha de presentación: **01.06.2011**
- 97 Número de publicación de la solicitud: **2397827**
- 97 Fecha de publicación de la solicitud: **21.12.2011**

54 Título: **Procedimiento y dispositivo de medición localmente resuelta de una magnitud física**

30 Prioridad:
17.06.2010 DE 102010024178

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
26.09.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
26.09.2012

73 Titular/es:
**LIOS Technology GmbH
Schanzenstrasse 39 Gebäude D9-D13
51063 Köln, DE**

72 Inventor/es:
**Hill, Wieland;
Fromme, Martin;
Kübler, Jochen y
Roda, Ingo**

74 Agente/Representante:
Lehmann Novo, Isabel

ES 2 387 556 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

Procedimiento y dispositivo de medición localmente resuelta de una magnitud física.

La presente invención concierne a un procedimiento de medición localmente resuelta de una magnitud física según el preámbulo de la reivindicación 1 y a un dispositivo de medición localmente resuelta de una magnitud física según el preámbulo de la reivindicación 7.

Definiciones: La reflectometría óptica en el dominio de la frecuencia, conocida también bajo la designación inglesa Optical Frequency Domain Reflectometry (OFDR), se denomina en lo que sigue procedimiento OFDR. Los dispositivos o circuitos integrados o sistemas que son adecuados para la realización de un síntesis digital directa (DDS) se denominan sistemas DDS en lo que sigue. Cuando se emplean en lo que sigue los términos luz, radiación óptica o señal óptica, se quiere dar a entender con ellos una radiación electromagnética en el dominio espectral óptico, especialmente del XUV al FIR.

En la medición de temperatura distribuida en fibras de vidrio (Distributed Temperature Sensing - DTS) por medio de un procedimiento OFDR y en otras numerosas aplicaciones se plantea el problema de medir con rapidez y poco ruido la amplitud y la fase de señales ópticas o eléctricas. Esto es decisivo para la resolución en tiempo y temperatura de la medición de temperatura distribuida.

Se conocen por la publicación "System description FibroLaser II", Siemens Cerverus Division W458e, Versión 1.2e de enero de 1999, un procedimiento y un dispositivo de la clase citada al principio. El dispositivo allí descrito comprende un generador de frecuencia para la generación de una frecuencia de señal y una frecuencia de oscilador local que se diferencia de la frecuencia de señal en una frecuencia diferencia fija. La radiación óptica de un láser se modula en frecuencia con la frecuencia de señal y se acopla con una fibra conductora de luz. Las fracciones de esta radiación óptica retrodispersadas a consecuencia de efectos de Raman se desacoplan de la fibra y se convierten en señales eléctricas por medio de fotomultiplicadores. Estas señales eléctricas se mezclan con la frecuencia de oscilador local y se filtran analógicamente. A continuación, se digitalizan dichas señales y se las transforma al dominio local por medio de una transformada de Fourier. Los perfiles de retrodispersión así obtenidos de la señales provocadas a consecuencia del efecto de Raman forman la base del cálculo de la temperatura.

Otro ejemplo puede encontrarse en el documento WO 2006/027369 A1.

Un sistema de medición de esta clase representa un llamado receptor heterodino en el que se mezcla una frecuencia de señal con una frecuencia de oscilador local para obtener una frecuencia diferencia fija. Ésta es amplificada en banda estrecha y filtrada. Sin embargo, en sistemas analógicos se imponen límites al filtrado debido a las tolerancias y la deriva de los componentes. Además, los filtros de banda estrecha necesitan tiempos de estabilización más largos en los que las amplitudes y las fases son influenciadas por el filtro.

El problema que sirve de base a la presente invención consiste en la creación de un procedimiento y un dispositivo de la clase citada al principio que permitan una medición más rápida y, por tanto, con menor ruido de la magnitud física.

Esto se consigue según la invención respecto del procedimiento por medio de un procedimiento de la clase citada al principio con las particularidades caracterizadoras de la reivindicación 1 y respecto del dispositivo por medio de un dispositivo de la clase citada al principio con las particularidades caracterizadoras de la reivindicación 7. Las reivindicaciones subordinadas conciernen a ejecuciones preferidas de la invención.

Según la reivindicación 1, se ha previsto que se genere una tercera señal eléctrica con una tercera frecuencia, correspondiendo la tercera frecuencia a la frecuencia diferencia o a un múltiplo de la frecuencia diferencia, y que, para la digitalización, se explore la señal mixta con la tercera frecuencia. Según la reivindicación 7, se ha previsto de manera correspondiente que el dispositivo comprenda también unos medios para generar una tercera señal eléctrica con una tercera frecuencia, correspondiendo la tercera frecuencia a la frecuencia diferencia o a un múltiplo de la frecuencia diferencia y pudiendo explorar el convertidor DA la al menos una señal mixta con la tercera frecuencia a fin de digitalizarla. De esta manera, se puede emplear un filtro digital en lugar de un filtro analógico, con lo que resultan posibles una mejor supresión del ruido y/o una medición más rápida de la amplitud y la fase de las señales ópticas.

Puede estar previsto que la primera señal eléctrica y/o la segunda señal eléctrica y/o la tercera señal eléctrica se generen por mediación de una síntesis digital directa. En consecuencia, puede estar previsto que los medios para generar la primera señal eléctrica sean un primer sistema DDS y/o que los medios para generar la segunda señal eléctrica sean un segundo sistema DDS y/o que los medios para generar la tercera señal eléctrica sean un tercer sistema DDS. Mediante el empleo de sistemas DDS para la generación de las tres señales eléctricas se efectúa una transición a la técnica digital.

Preferiblemente, se puede utilizar aquí una señal de reloj para la síntesis digital directa de las señales eléctricas

- primera y/o segunda y/o tercera, utilizándose especialmente la misma señal de reloj para la síntesis digital directa de la primera y la segunda y la tercera señales eléctricas. En consecuencia, puede estar previsto que el dispositivo comprenda también un sincronizador que pueda solicitar al primer sistema DDS y/o al segundo sistema DDS y/o al tercer sistema DDS con una señal de reloj. El acoplamiento de los tres sistemas DDS a la misma señal de reloj conduce a una exploración digital precisa - en el marco de la resolución DDS de, por ejemplo, 0,12 Hz - de la señal que se debe digitalizar. Es ventajoso aquí un cálculo de frecuencia con ayuda de palabras digitales de modo que no se presenten errores de redondeo por conversión a números reales. Una deriva de la señal de reloj repercute de la misma forma sobre los tres sistemas DDS, con lo que se consigue siempre la frecuencia de exploración exacta.
- Gracias a este concepto de la generación y exploración de frecuencia resulta posible la utilización de una nueva técnica de filtrado digital.
- El filtro digital no necesita ningún tiempo de estabilización. Se puede prescindir de la construcción de filtros analógicos de banda estrecha. Debido a la exploración precisa se pueden materializar mayores frecuencias diferencia con detección de banda más estrecha que con la técnica analógica.
- Otras características y ventajas de la presente invención se ponen claramente de manifiesto con ayuda de la descripción siguiente de ejemplos de realización preferidos haciendo referencia a los dibujos adjuntos. Muestran en estos:
- La figura 1, una vista esquemática de una primera forma de realización de un dispositivo según la invención;
- La figura 2, una vista esquemática de una segunda forma de realización de un dispositivo según la invención;
- La figura 3, una vista esquemática de una tercera forma de realización de un dispositivo según la invención; y
- La figura 4, una vista esquemática de una cuarta forma de realización de un dispositivo según la invención.
- En las figuras las señales, elementos o unidades iguales o funcionalmente iguales están provistos de los mismos símbolos de referencia.
- El primer ejemplo de realización representado en la figura 1 comprende como medios para generar señales eléctricas un primer sistema DDS 1, un segundo sistema DDS 2 y un tercer sistema DDS 3. El dispositivo comprende también un sincronizador 4 que emite una señal de reloj (CLK) 5. Los tres sistemas DDS 1, 2, 3 utilizan cada uno de ellos la misma señal de reloj 5.
- El primer sistema DDS 1 genera una primera señal eléctrica temporalmente variable 6 que presenta una primera frecuencia temporalmente variable $f_{RF}(t)$. El segundo sistema DDS 2 genera una segunda señal eléctrica 7 temporalmente variable que presenta una segunda frecuencia temporalmente variable $f_{LO}(t)$. La segunda frecuencia $f_{LO}(t)$ se diferencia de la primera frecuencia $f_{RF}(t)$ por una frecuencia diferencia fija temporalmente no variable f_{ZF} .
- El tercer sistema DDS 3 genera una tercera señal eléctrica temporalmente variable 8 que presenta una tercera frecuencia temporalmente variable que corresponde al producto de la frecuencia diferencia f_{ZF} y un factor 2^N . En este caso, puede ocurrir que $N=0, 1, 2, \dots$. Valores preferidos para N son, por ejemplo, 2, 3, 4 ó 5 de modo que la tercera frecuencia sea igual a cuatro veces, ocho veces, dieciséis veces o treinta y un veces la frecuencia diferencia f_{ZF} .
- Ventajosamente, el cálculo de las tres frecuencias $f_{RF}(t)$, $f_{LO}(t)$ y f_{ZF} se realiza aquí con ayuda de palabras digitales de modo que no se presenten errores de redondeo por conversión a números reales. Una deriva de la señal de reloj 5 repercute de la misma forma sobre los tres sistemas DDS 1, 2, 3, es decir que las variaciones de frecuencia relativas son iguales.
- Con el símbolo de referencia 9 se ha designado una parte tan sólo esquemáticamente representada de un aparato de medida que, aparte de una fuente de radiación óptica para generar una señal óptica, comprende un objeto de medida, tal como, por ejemplo, una fibra conductora de luz, y un fotodetector. La señal óptica es modulada en amplitud o en frecuencia con la primera señal 6. La modulación puede conseguirse aquí, por ejemplo, por medio de una activación correspondiente de la fuente de radiación óptica configurada, por ejemplo, como un láser. Como alternativa, la señal óptica que sale de la fuente de radiación óptica puede ser modulada también por un modulador óptico.
- La señal óptica modulada puede acoplarse con el objeto de medida y, después de interacción con dicho objeto de medida, puede desacoplarse de éste. Unos medios correspondientes para posibilitar la interacción pueden comprender, por ejemplo, acopladores, desacopladores, divisores de radiación y filtros. A continuación de estos, la señal óptica modificada debido a la interacción puede ser convertida, en el fotodetector, en al menos una señal eléctrica 10. Los medios convertidores empleados para ello pueden estar configurados aquí, por ejemplo, como fotomultiplicadores, fotodiodos u otros medios sensores.
- La señal eléctrica 10 que sale del aparato de medida 9 es mezclada en un mezclador 11 con la segunda señal 7. La

señal mixta 12 presenta aquí exactamente la frecuencia diferencia f_{ZF} , estando contenida en la amplitud y la fase de la señal mixta 12 la información de medida originada por la interacción con el objeto de medida.

5 Se digitaliza la señal mixta 12 en un convertidor AD 13. Se explora aquí la señal mixta 12 con la tercera frecuencia de la tercera señal eléctrica 8. Debido a la señal de reloj idéntica 5 aplicada a cada uno de los tres sistemas DDS 1, 2, 3 se consigue siempre exactamente la frecuencia de exploración deseada.

La señal digitalizada puede ser filtrada con un filtro digital 14. En unos medios de evaluación 15 adyacentes a éste se pueden evaluar los datos filtrados de modo que se puedan determinar los datos de medida localmente resueltos de la magnitud física que se debe captar.

10 En la segunda forma de realización de un dispositivo de la invención según la figura 2 se realiza explícitamente una medición de temperatura distribuida en fibras conductoras de luz (DTS) por medio de un procedimiento OFDR.

En la figura 2 se representa especialmente con más detalle el aparato de medida. Éste comprende un láser 16 que es modulado en frecuencia o en amplitud con la primera frecuencia $f_{RF}(t)$ de la primera señal eléctrica 6. La modulación puede conseguirse aquí, por ejemplo, por medio de una activación correspondiente del láser 16. Como alternativa, la señal óptica 17 que sale del láser 16 puede ser modulada también por un modulador óptico.

15 Existe la posibilidad absoluta de emplear, en lugar del láser 16, otra fuente de radiación óptica, tal como, por ejemplo, un diodo de superluminiscencia.

20 Como objeto de medida sirve una fibra óptica 18 en la que se deberá captar especialmente la temperatura en forma localmente resuelta. Con el símbolo de referencia 19 se designan unos medios para posibilitar la interacción con la fibra óptica 18. Estos medios 19 pueden comprender, por ejemplo, acopladores, desacopladores, divisores de radiación y filtros.

Los medios 19 presentan tres salidas para señales ópticas 20a, 20b, 20c. Existe la posibilidad absoluta de prever más de tres salidas, pudiendo emplearse una cuarta salida, por ejemplo, para la fracción de Rayleigh de la radiación retrodispersada. La primera señal óptica 20a corresponde a la señal óptica primaria 17 que sale del láser 16 y puede derivarse de ésta, por ejemplo, a través de un divisor de radiación.

25 La segunda señal óptica 20b ha sido modificada por una interacción de Raman con la fibra óptica respecto de la longitud de onda óptica y corresponde a la fracción de Stokes de la radiación retrodispersada. Los medios 19 pueden presentar un filtro correspondiente para derivar esta fracción de Stokes.

30 La tercera señal óptica 20c ha sido modificada también por una interacción de Raman con la fibra óptica respecto de la longitud de onda óptica y corresponde a la fracción anti-Stokes de la radiación retrodispersada. Los medios 19 pueden presentar también un filtro correspondiente para derivar esta fracción anti-Stokes.

Las señales ópticas 20a, 20b, 20c son convertidas en señales eléctricas 10a, 10b, 10c dentro de unos medios convertidores adecuados 21a, 21b, 21c. Los medios convertidores 21a, 21b, 21c pueden comprender para ello, por ejemplo, fotomultiplicadores, fotodiodos, fotodiodos de avalancha u otros medios sensores adecuados y eventualmente amplificadores eléctricos.

35 Las señales eléctricas 10a, 10b, 10c que salen de los medios convertidores 21a, 21b, 21c son mezcladas cada una de ellas en un mezclador 11a, 11b, 11c con la segunda señal 7. La señal mixta 12a obtenida por el mezclado presenta aquí una frecuencia que corresponde a la frecuencia diferencia f_{ZF} . Las señales mixtas 12b, 12c obtenidas por el mezclado presentan aquí exactamente la frecuencia diferencia f_{ZF} y contienen en la amplitud y fase de señal la información producida por la interacción de Raman con el objeto de medida.

40 Se digitalizan las señales mixtas 12a, 12b, 12c en sendos convertidores AD 13a, 13b, 13c. Se explora aquí cada una de las señales mixtas 12a, 12b, 12c con la tercera frecuencia de la tercera señal eléctrica 8. Debido a la señal de reloj idéntica 5 aplicada a cada uno de los tres sistemas DDS 1, 2, 3 se consigue siempre exactamente la frecuencia de exploración deseada.

45 Se efectúa un filtrado en un filtro digital pospuesto común 14 que puede corresponder al filtro digital 14 de la primera forma de realización. En unos medios de evaluación 15 adyacentes a éste se pueden evaluar y especialmente transformar según Fourier los datos filtrados de modo que se puedan determinar los datos de medida localmente resueltos de la magnitud física que se debe detectar.

50 La tercera forma de realización según la figura 3 se diferencia de la correspondiente a la figura 2 sustancialmente por el hecho de que el láser 16 no se modula directamente con la primera frecuencia $f_{RF}(t)$ de la primera señal eléctrica 6, sino que se emplea un primer modulador óptico 22 para modular la radiación óptica 23 que sale del láser 16. La señal óptica 17 que sale del primer modulador óptico 22 es acoplada con la fibra óptica 18 a través de los medios 19.

Además de las tres señales ópticas 20a, 20b, 20c que salen de los medios 19 y que ya se han descrito con referencia a la figura 2, en la tercera forma de realización sale todavía de los medios 19 una señal óptica adicional 20d. Ésta puede consistir, por ejemplo, en la fracción de Rayleigh retrodispersada de la radiación óptica.

- 5 Existe la posibilidad absoluta de prever también solamente tres señales ópticas salientes 20a, 20b, 20c en la tercera forma de realización. Asimismo, en la segunda forma de realización puede estar previsto también que se capte igualmente una cuarta señal saliente 20d.

Asimismo, se ha previsto un segundo modulador óptico 24 en el que se modula una parte de la radiación óptica 23 del láser 16 con la segunda frecuencia $f_{LO}(t)$. La señal óptica 25 que sale del segundo modulador óptico 24 es mezclada ópticamente con las señales ópticas 20a, 20b, 20c, 20d o acoplada con éstas.

- 10 Estas señales ópticas mixtas 26a, 26b, 26c, 26d se convierten en señales eléctricas 12a, 12b, 12c, 12d dentro de unos medios convertidores adecuados 21a, 21b, 21c, 21d. Al igual que en el segundo ejemplo de realización, la señal 12a, presenta aquí una frecuencia que corresponde a la frecuencia diferencia f_{ZF} . Asimismo, las señales 12b, 12c, 12d presentan aquí exactamente la frecuencia diferencia f_{ZF} y contienen en la amplitud y fase de señal la información producida por la interacción de Raman con el objeto de medida.

- 15 Al igual que en la segunda forma de realización, las señales mixtas 12a, 12b, 12c, 12d son digitalizadas en sendos convertidores AD 13a, 13b, 13c, 13d. Cada una de las señales mixtas 12a, 12b, 12c, 12d es explorada aquí con la tercera frecuencia de la tercera señal eléctrica 8. Debido a la señal de reloj idéntica 5 aplicada a cada uno de los tres sistemas DDS 1, 2, 3 se consigue siempre exactamente la frecuencia de exploración deseada.

- 20 La cuarta forma de realización (figura 4) se diferencia tan sólo en grado poco importante de la tercera forma de realización (figura 3). La señal óptica 17 que sale del primer modulador óptico 22 es acoplada con la fibra óptica 18 a través de un circulador 27. La señal que sale de la fibra 18 llega al segundo modulador óptico 24 a través del circulador. Se efectúa allí una modulación adicional con la segunda frecuencia $f_{LO}(t)$ de modo que la señal óptica 28 que sale del segundo modulador óptico 24 esté modulada con la frecuencia diferencia f_{ZF} .

- 25 Esta señal 28 entra en unos medios 29 de división de radiación y filtrado en los que se filtra la señal y se la reparte entonces en los distintos canales de modo que salgan de los medios 29 las señales ópticas 26a, 26b, 26c, 26d. Éstas se procesan adicionalmente de la manera descrita en el segundo y el tercer ejemplos.

Existe la posibilidad absoluta de prever también solamente tres señales ópticas salientes 26a, 26b, 26c en esta forma de realización. Asimismo, en la segunda y la tercera formas de realización se pueden emplear también componentes correspondientes, tal como, por ejemplo, el circulador 27.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de medición localmente resuelta de una magnitud física, que comprende los pasos de procedimiento siguientes:
- se genera una primera señal eléctrica (6) con una primera frecuencia temporalmente variable ($f_{RF}(t)$),
 - 5 - se genera una segunda señal eléctrica (7) con una segunda frecuencia temporalmente variable ($f_{LO}(t)$) que se diferencia de la primera frecuencia ($f_{RF}(t)$) en una frecuencia diferencia (f_{ZF}),
 - se genera una señal óptica (17) y se la modula con la primera frecuencia ($f_{RF}(t)$),
 - se modifica la señal óptica (17) por interacción con un objeto de medida, incluyendo la modificación de informaciones sobre la magnitud física que se debe medir con resolución local,
 - 10 - se convierte la señal óptica modificada (20a, 20b, 20c, 20d) en al menos una señal eléctrica (10, 10a, 10b, 10c), a cuyo fin
 - se modula la señal óptica modificada (20a, 20b, 20c, 20d), antes de la conversión, con la segunda frecuencia ($f_{LO}(t)$), o
 - 15 - se mezcla la señal óptica modificada (20a, 20b, 20c, 20d), antes de la conversión, con una señal (25) modulada con la segunda frecuencia ($f_{LO}(t)$), o
 - se mezcla la al menos una señal eléctrica (10, 10a, 10b, 10c) con la segunda señal (7),
 - se digitaliza la señal mixta (12, 12a, 12b, 12c, 12d),
 - a partir de los datos digitalizados se determina en forma localmente resuelta la magnitud física que se debe medir,
 - 20 **caracterizado** porque
 - se genera una tercera señal eléctrica (8) con una tercera frecuencia, correspondiendo la tercera frecuencia a la frecuencia diferencia (f_{ZF}) o a un múltiplo de la frecuencia diferencia (f_{ZF}), y
 - para la digitalización se explora la señal mixta (12, 12a, 12b, 12c, 12d) con la tercera frecuencia.
2. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado** porque la tercera frecuencia corresponde a un producto de la frecuencia diferencia (f_{ZF}) y un factor 2^N , en donde $N=0, 1, 2, \dots$
3. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 ó 2, **caracterizado** porque la primera y/o la segunda y/o la tercera señales eléctricas (6, 7, 8) se generan por mediación de una síntesis digital directa.
4. Procedimiento según la reivindicación 3, **caracterizado** porque se utiliza una señal de reloj (5) para la síntesis digital directa de la primera y/o la segunda y/o la tercera señales eléctricas (6, 7, 8) utilizándose la misma señal de reloj (5) especialmente para la síntesis digital directa de la primera y la segunda y la tercera señales eléctricas (6, 7, 8).
5. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado** porque la tercera frecuencia corresponde a un múltiplo de la frecuencia diferencia (f_{ZF}).
6. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizado** porque el procedimiento es un procedimiento en el dominio de la frecuencia, especialmente un procedimiento OFDR.
7. Dispositivo de medición localmente resuelta de una magnitud física, especialmente adecuado para la realización de un procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, que comprende
- unos medios para generar una primera señal eléctrica (6) con una primera frecuencia temporalmente variable ($f_{RF}(t)$),
 - 40 - unos medios para generar una segunda señal eléctrica (7) con una segunda frecuencia temporalmente variable ($f_{LO}(t)$) que se diferencia de la primera frecuencia ($f_{RF}(t)$) en una frecuencia diferencia (f_{ZF}),
 - una fuente de radiación óptica, especialmente un láser (16), para generar una señal óptica (17) que puede ser activada de tal manera o cuya señal de salida puede ser modulada de tal manera que se pueda generar una señal óptica (17) modulada con la primera frecuencia ($f_{RF}(t)$),
 - 45 - unos medios (19) para posibilitar una interacción de la señal óptica (17) con un objeto de medida, pudiendo ser modificada la señal óptica (17) por la interacción con informaciones sobre la magnitud física que se debe medir con resolución local,
 - unos medios convertidores (21a, 21b, 21c, 21d) que pueden convertir la señal óptica modificada (20a, 20b, 20c, 20d) en al menos una señal eléctrica (10, 10a, 10b, 10c),
 - 50 - unos medios mezcladores y/o moduladores que
 - pueden modular la señal óptica modificada (20a, 20b, 20c, 20d), antes de la conversión, con la segunda frecuencia ($f_{LO}(t)$), o
 - pueden mezclar la señal óptica modificada (20a, 20b, 20c, 20d), antes de la conversión, con una señal (25) modulada con la segunda frecuencia ($f_{LO}(t)$), o
 - 55 - pueden mezclar la al menos una señal eléctrica (10, 10a, 10b, 10c), derivada de la conversión, con la segunda señal (7),

- un convertidor DA (13, 13a, 13b, 13c) para digitalizar la al menos una señal mixta (12, 12a, 12b, 12c, 12d),
- unos medios de evaluación (15) para determinar con resolución local, a partir de los datos digitalizados, la magnitud física que se debe medir,

5 **caracterizado** porque el dispositivo comprende también unos medios para generar una tercera señal eléctrica (8) con una tercera frecuencia, correspondiendo la tercera frecuencia a la frecuencia diferencia (f_{ZF}) o a un múltiplo de la frecuencia diferencia (f_{ZF}) y pudiendo explorar el convertidor DA (13, 13a, 13b, 13c) la al menos una señal mixta (12, 12a, 12b, 12c) con la tercera frecuencia a fin de digitalizarla.

10 8. Dispositivo según la reivindicación 7, **caracterizado** porque los medios para generar la primera señal eléctrica (6) son un primer sistema DDS (1) y/o porque los medios para generar la segunda señal eléctrica (7) son un segundo sistema DDS (2) y/o porque los medios para generar la tercera señal eléctrica (8) son un tercer sistema DDS (3).

9. Dispositivo según la reivindicación 8, **caracterizado** porque el dispositivo comprende también un sincronizador (4) que puede solicitar al primer sistema DDS (1) y/o al segundo sistema DDS (2) y/o al tercer sistema DDS (3) con una señal de reloj (5).

15 10. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 7 a 9, **caracterizado** porque el objeto de medida es una fibra óptica (18) que está abrazada preferiblemente por el dispositivo, siendo especialmente la temperatura local de la fibra óptica (18) la magnitud física que se debe medir con resolución local.

Fig. 1

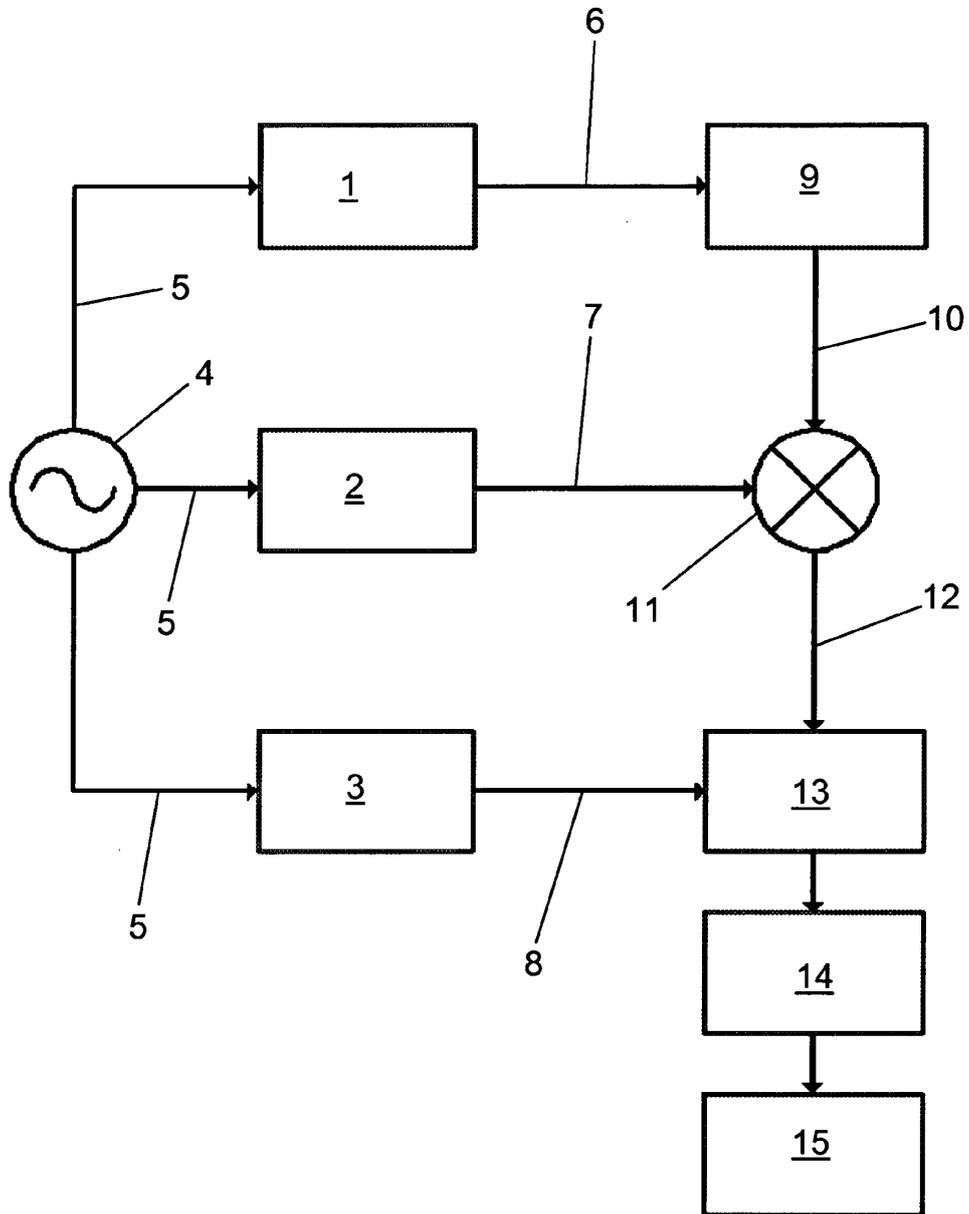


Fig. 2

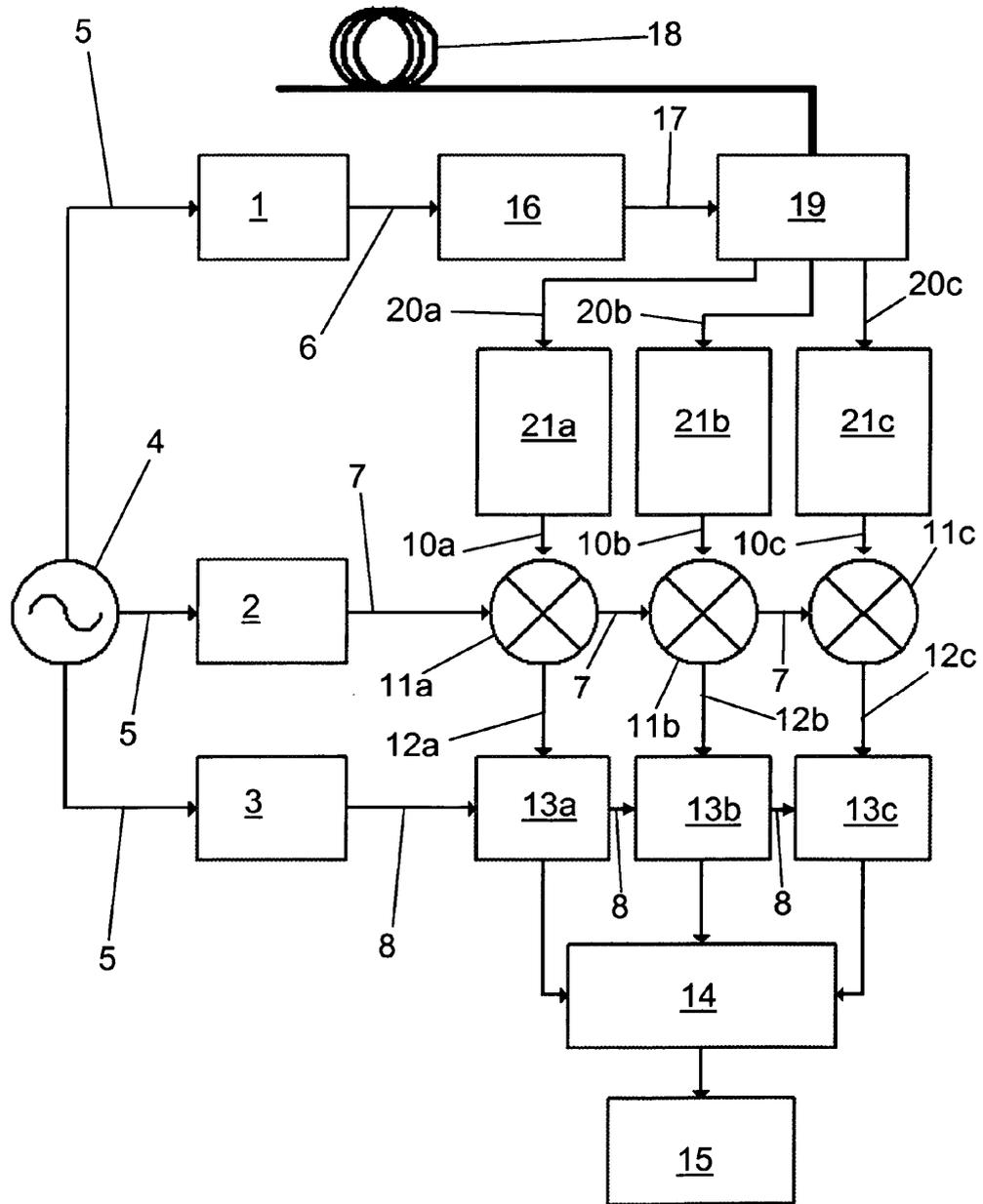


Fig. 3

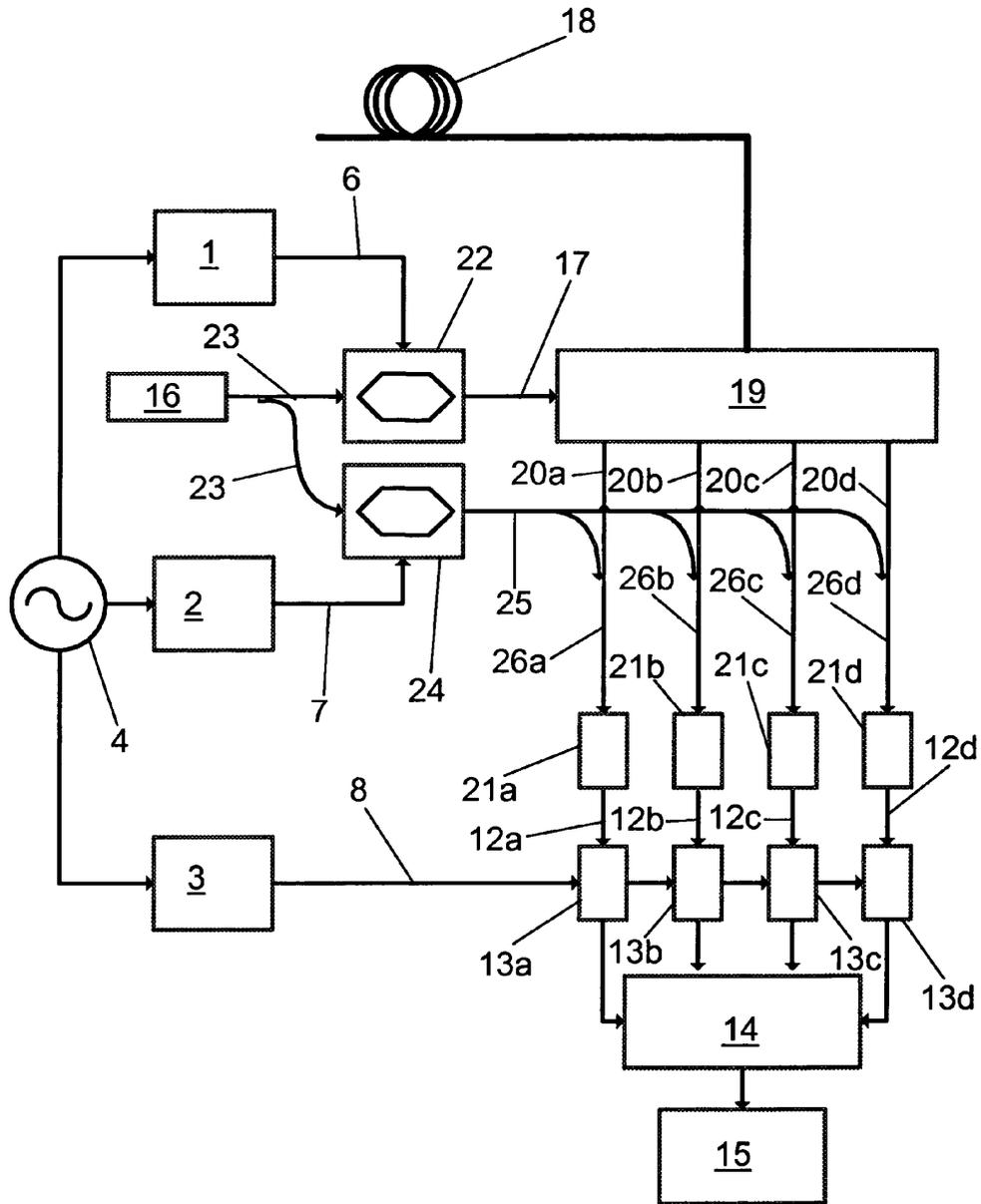


Fig. 4

