

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 738 592**

51 Int. Cl.:

G01N 21/47 (2006.01)

G01N 21/35 (2014.01)

G01N 21/77 (2006.01)

G01N 21/81 (2006.01)

G01M 11/00 (2006.01)

G01M 3/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.02.2011 E 11153257 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.05.2019 EP 2363700**

54 Título: **Sensor de humedad y procedimiento para la medición de humedad.**

30 Prioridad:

04.02.2010 DE 102010000308

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

23.01.2020

73 Titular/es:

**BAM BUNDESANSTALT FÜR
MATERIALFORSCHUNG UND -PRÜFUNG
(100.0%)**

**Unter den Eichen 87
Berlin, DE**

72 Inventor/es:

**LENKE, PHILIPP;
LIEHR, SASCHA y
WENDT, MARIO**

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 738 592 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

Sensor de humedad y procedimiento para la medición de humedad

La presente invención se refiere a un sensor de humedad y a un procedimiento para la medición de humedad con un sensor de fibra óptica, en particular con un sensor con una fibra polimérica óptica.

5 Los sensores de fibra óptica desempeñan cada vez más un papel en el monitoreo de estructuras elongadas, tales como por ejemplo edificios, presas o diques. A este respecto, los sensores de fibra óptica se usan en particular para medir la elongación, ya que las propiedades de dispersión de la fibra difieren para distintos estados de elongación. Típicamente, las mediciones de retrodispersión se usan para tales estudios. Estos procedimientos de medición de retrodispersión permiten detectar una distribución local de la cantidad medida a lo largo de la fibra. Entre los
 10 procedimientos de medición de retrodispersión está la medición de retrodispersión óptica en el dominio del tiempo, también de manera breve OT-DR (en inglés *optical time domain reflectometry*), la técnica de medición más utilizada. Por ejemplo, en el procedimiento OTDR, se irradia un corto impulso de luz a la fibra y la luz retrodispersada se registra como una función del tiempo. El tiempo de tránsito de la luz en la fibra es $2*d/c*n$, donde d es la distancia simple a lo largo de la fibra hasta el lugar de dispersión, c es la velocidad de la luz y n es el índice de refracción
 15 efectivo en la fibra. La cantidad c/n se corresponde, por tanto, con la velocidad efectiva v de la luz en la fibra. De esta manera, se puede establecer una relación entre el desarrollo en el tiempo y el desarrollo local de la señal y se puede ubicar el lugar de un centro de dispersión en la fibra. Además del análisis de dominio de tiempo (OTDR), al experto en la materia le resulta conocido el análisis de dominio de correlación y el análisis de dominio de frecuencia como procedimientos de medición de retrodispersión.

20 Típicamente, las fibras de vidrio se usan como sensores de fibra óptica, siendo conocidos los sensores de elongación de fibra óptica a partir de fibra de vidrio en el estado de la técnica. No obstante, las fibras de vidrio no son adecuadas para medir tensiones más grandes, por ejemplo por encima del 1 %. En contraste con los sensores de fibra de vidrio, los sensores a base de fibras poliméricas ópticas, de manera abreviada POF (en inglés *polymer optical fiber*), son también adecuados para la medición de elongación para elongaciones de hasta más del 45 %.

25 En el monitoreo descrito anteriormente de obras, en particular de obras de tierra tales como pendientes de deslizamiento, presas o en minería a cielo abierto, pero también en edificios de mampostería, sería deseable poder realizar una medición de humedad de manera adicional a la medición de elongación. La humedad es a menudo una causa de daños materiales o estructurales, como por ejemplo corrosión, reblandecimiento o cambio en la capacidad de carga. Si tales daños se detectan temprano, se pueden tomar contramedidas antes de que ocurra un daño. La
 30 humedad también puede ser un indicador de las fuentes de error en equipos técnicos o indicar un riesgo de crecimiento de moho y deterioro en los edificios.

Yeo, Sun, Grattan et al. describen en el IEEE Sensor Journal, volumen 5 (5) de octubre de 2005, páginas 1082-1089 una rejilla de fibra óptica recubierta de polímero para la medición de humedad, en la cual la superficie de vidrio de una rejilla de Bragg de una fibra se dota de una capa de polímero hinchable. Arregui, Ciaurriz, Oneca y Matias
 35 describen en Sensors & Actuators, B 2003, volumen 96, pp. 165-172 hidrogeles que son adecuados para la fabricación de sensores de humedad de fibra óptica en los que una sección del revestimiento de fibra se reemplaza por el hidrogel. Yeo, Cox, Boswell et al. describen en Revue of Scientific Instruments, 2006, volumen 77 (5), páginas 55108-055108 sensores de fibra óptica para supervisar la entrada de humedad en estructuras de hormigón. A este respecto, se dota una rejilla de fibra óptica de una capa de polímero hinchable y se evalúa el cambio en la longitud de onda de Bragg en función del contenido de humedad. Muto Z., Suzuki O., Amano T. y Morisawa M. describen en Measurement Science and Technology 2003, vol. 14: páginas 746-750 un sensor de fibra polimérica para el
 40 monitoreo de humedad en tiempo real.

Hasta ahora, las mediciones de humedad solo se han llevado a cabo de manera escalar con sensores eléctricos o sensores de fibra óptica, es decir, no es posible realizar una medición espacialmente resuelta a lo largo de un
 45 trayecto. Más bien, la humedad se detecta únicamente con sensores de punto en las ubicaciones de sensor respectivas. El monitoreo de estructuras extendidas con sensores de puntos es, por tanto, extremadamente costoso, ya que se necesitan muchos sensores para cubrir la estructura. Cada uno de estos sensores de puntos tiene que continuar cableado individualmente, lo que es costoso y aumenta la susceptibilidad a fallos de todo el sistema. Además, no se excluye que se produzca una humedad crítica únicamente entre dos puntos del sensor y, por tanto,
 50 que permanezca sin reconocer.

En vista de lo anterior, se proporciona un procedimiento de medición de humedad de acuerdo con la reivindicación 1, un sistema de medición de acuerdo con la reivindicación 4 así como un sensor de humedad de acuerdo con la reivindicación 7. Otros aspectos, particularidades, ventajas y características de la presente invención se desprenden de las reivindicaciones dependientes, la descripción así como los dibujos adjuntos.

55 De acuerdo con un ejemplo de realización de la presente invención se proporciona un procedimiento de medición de

humedad para un sensor de fibra óptica. El procedimiento de medición de humedad comprende proporcionar datos de medición de retrodispersión de una fibra polimérica óptica, determinar un perfil de intensidad de dispersión a lo largo de la fibra polimérica óptica a partir de los datos de medición de retrodispersión, comparar el perfil de intensidad de dispersión determinado con una intensidad de referencia para obtener un perfil de intensidad de dispersión relativo y determinar un perfil de humedad a lo largo de la fibra polimérica óptica mediante el perfil de intensidad de dispersión relativo.

Por medio de este procedimiento de medición de humedad es posible determinar la distribución de humedad a lo largo de la fibra de sensor. De esta manera, la humedad se puede medir distribuida y mediante una sola fibra de sensor se puede reemplazar una gran cantidad de sensores de punto convencionales. Esto reduce los costes de material e instalación al mismo tiempo que reduce los costes. Dado que la humedad se determina espacialmente a lo largo de la fibra de sensor, la distancia de medición se puede monitorear completamente. Además, el sensor de fibra óptica a partir de fibra de polímero es mecánica y químicamente robusto e insensible a campos electromagnéticos.

De acuerdo con un perfeccionamiento, el procedimiento de medición de humedad comprende además determinar un perfil de atenuación a lo largo de la fibra polimérica óptica a partir de los datos de medición de retrodispersión, determinándose el perfil de humedad también por medio del perfil de atenuación. De esta manera se incluye la atenuación de la señal dependiente de la humedad y aumenta la precisión del procedimiento. Además, la consideración de la atenuación dependiente de la humedad también facilita una separación de la señal de medición en una proporción dependiente de la elongación y una dependiente de la humedad.

De acuerdo con un perfeccionamiento, en primer lugar se lleva a cabo una primera medición de retrodispersión desde un primer extremo de la fibra polimérica óptica y a continuación se lleva a cabo una segunda medición de retrodispersión desde un segundo extremo de la fibra polimérica óptica. De esta manera, se puede aumentar la precisión de la medición de humedad, es decir, en particular la resolución espacial de la medición.

La intensidad de referencia se determina mediante uno o varios reflectores que están incorporados en la fibra polimérica óptica.

Por ejemplo, estos reflectores pueden estar formados por medio de conectores de enchufe. Como reflectores o como referencias de intensidad de dispersión también se pueden insertar secciones de fibra, que generalmente no reaccionan a la humedad, tal como secciones de fibra de vidrio, o secciones que están suficientemente protegidas contra la humedad. Como alternativa, la intensidad de referencia se determina mediante una o varias secciones de fibra que presentan una humedad del 100 %. Por ejemplo, una sección de la fibra de sensor puede estar almacenada en agua. De esta manera, también se proporciona una referencia de intensidad de dispersión. En particular, se pueden proporcionar referencias tanto "secas" como "húmedas". Mediante las referencias de intensidad descritas anteriormente se puede aumentar la precisión de la medición.

De acuerdo con un aspecto de la presente invención, un dispositivo de medición comprende una fibra polimérica óptica, una fuente de luz que está establecida para introducir luz, en particular impulsos de luz, en la fibra polimérica óptica, un detector que está establecido para alojar luz retrodispersada desde la fibra polimérica óptica como datos de medición de retrodispersión, y una unidad de evaluación que está establecida para realizar, basándose en los datos de medición de retrodispersión, un procedimiento de medición de humedad de acuerdo con un ejemplo de realización de la presente invención. En particular, la fibra polimérica óptica puede presentar a este respecto como constituyente polimetacrilato de metilo (PMMA) o puede componerse completamente de PMMA de acuerdo con un ejemplo de realización. Como ya se mencionó, la fibra polimérica óptica puede presentar al menos un reflector que proporciona una intensidad de dispersión de referencia.

De acuerdo con otro aspecto de la presente invención, un sensor de humedad presenta al menos una fibra polimérica óptica utilizable en un dispositivo de medición descrito anteriormente. El sensor de humedad comprende, además, un alojamiento esencialmente tubular, estando almacenada la fibra polimérica óptica en el interior del alojamiento esencialmente sin elongación. El alojamiento es permeable a la humedad. Por ejemplo, el alojamiento está perforado. De acuerdo con una forma realización, el diámetro interior del alojamiento está dimensionado de tal modo que no se produce ningún efecto capilar para el líquido que va a medirse.

Mediante los dibujos adjuntos se explican ahora ejemplos de realización de la presente invención. A este respecto muestra:

la Figura 1 una representación esquemática de un dispositivo de medición de acuerdo con un ejemplo de realización;

la Figura 2 el desarrollo en el tiempo de la intensidad de dispersión relativa para distintos niveles de humedad;

- la Figura 3 la dependencia medida de la intensidad de dispersión relativa y la atenuación de la humedad;
- la Figura 4 una sección transversal de un sensor de humedad de acuerdo con un ejemplo de realización;
- la Figura 5 una representación esquemática de la aplicación del sensor de humedad.

La Figura 1 muestra una representación esquemática de un dispositivo de medición 100 de acuerdo con un ejemplo de realización. El dispositivo de medición 100 comprende fuentes de luz 110, 112 que están establecidas para conducir luz, y a este respecto en particular impulsos de luz, al interior de un sensor de fibra óptica 120. En el presente ejemplo de realización, el dispositivo de medición 100 presenta una primera fuente de luz 110, que introduce impulsos de luz en un extremo delantero 122 de la fibra de sensor 120, así como una segunda fuente de luz 112, que introduce impulsos de luz en un extremo trasero 124 de la fibra de sensor 120. A este respecto, debe observarse que las mediciones en el extremo delantero y trasero de la fibra de sensor 120 se llevan a cabo consecutivamente en el tiempo. Por tanto, también es posible que el extremo delantero y el extremo trasero de la fibra de sensor estén conectados con la misma fuente de luz y el mismo detector. Este ejemplo de realización no se muestra en la Figura 1, pero resulta fácilmente familiar para el experto en la materia. Sin embargo, en principio, las mediciones también se pueden llevar a cabo si la luz solo se alimenta en un extremo de la fibra de sensor.

En ejemplos de realización típicos, el sensor de fibra está realizado como fibra polimérica óptica (POF). A este respecto, el sensor de POF de acuerdo con un ejemplo de realización presenta como constituyente polimetacrilato de metilo (PMMA). De acuerdo con formas de realización alternativas, el sensor de POF puede presentar también un fluoropolímero o un perfluoropolímero. Además, la fibra polimérica óptica puede estar realizada como fibra de índice de gradiente o como fibra de índice de paso. De acuerdo con un ejemplo de realización se usa una fibra de sensor de PMMA con un diámetro de núcleo de 1 mm y un perfil de índice de paso. Tales fibras están disponibles, por ejemplo, en las empresas Mitsubishi, Toray y Asahi. Las fibras también están disponibles con otros diámetros de núcleo en el mismo material. Las fibras se pueden estirar decenas de porcentajes sin dañar (> 45%) y presentan una dispersión que aumenta constantemente con la elongación. Además, estas fibras muestran una atenuación en el intervalo de 160 dB/km a la longitud de onda habitual de 650 nm. Además, debido al perfil de índice de paso a lo largo de la fibra, los impulsos de luz inyectados aumentan considerablemente. Una fibra de índice de gradiente de PMMA con un diámetro de núcleo de 1 mm puede obtenerse en la empresa optimedia. Esta fibra presenta solo en el intervalo de elongación entre 1,5 % y 6 % una dispersión aumentada. Además, esta fibra es significativamente más frágil que las fibras de índice de paso mencionadas anteriormente. Todas estas fibras de PMMA se usan típicamente con fuentes de luz 110, 112 que operan en el intervalo de longitud de onda visible entre 400 nm y 700 nm.

Las fibras de polímero pueden producirse, por ejemplo, a partir de termoplásticos. Entre los termoplásticos, por ejemplo, se pueden producir también fibras ópticas hechas de policarbonato o poliestireno además de PMMA. Además, también las fibras ópticas pueden producirse a partir de poliolefinas cíclicas. Otros fluoropolímeros que son adecuados para fabricar fibras ópticas comprenden hexafluoroisopropil 2-fluoroacrilato (HFIP 2-FA), politetrafluoroetileno (PTFE), tetrafluoroetileno-hexafluoropropileno (PFE) y tetrafluoroetileno-perfluoroalquilvinil éter (PFA). Además, las fibras ópticas también se pueden producir con polímero deuterado a base de PMMA. Además de estos termoplásticos, las fibras ópticas también pueden estar producidas a partir de elastómeros tales como, por ejemplo, polisiloxanos.

Además, el dispositivo de medición 100 comprende detectores 130, 132, que están establecidos para alojar luz retrodispersada desde el sensor de fibra 120 como datos de medición de retrodispersión. A este respecto, se puede llevar a cabo una medición de retrodispersión óptica en el dominio de tiempo (OTDR), una medición de retrodispersión óptica en el dominio de correlación (OCDR), o una medición de retrodispersión óptica en el dominio de frecuencia (OFDR o C-OFDR). En particular, la retrodispersión se puede medir con prácticamente cualquier reflectómetro que pueda medir una respuesta de impulso de la fibra de sensor. A modo de ejemplo, pero no limitado al público en general, se describe en este caso una medición de retrodispersión de dominio de tiempo óptico (OTDR). Para este propósito, los detectores 130, 132 están configurados para registrar la luz dispersada con resolución de tiempo. De acuerdo con un ejemplo de realización, los acopladores ópticos 140, 142 están previstos tanto en el extremo delantero como en el trasero de la fibra de sensor 120, que desacoplan la luz dispersada de la fibra y la conducen al detector respectivo 130, 132.

Finalmente, el dispositivo de medición 100 también comprende una unidad de evaluación 150. La unidad de evaluación 150 obtiene los datos de medición de retrodispersión alojados por los detectores 130, 132 y está establecida para realizar, basándose en los datos de medición de retrodispersión, un procedimiento de medición de humedad descrito a continuación de acuerdo con un ejemplo de realización de la presente invención. Típicamente, la unidad de evaluación 150 comprende una computadora en la que se ejecuta un programa de computadora que lleva a cabo el procedimiento de medición de humedad descrito a continuación. La unidad de evaluación 150 está típicamente establecida además para obtener un perfil de humedad de la fibra de sensor 120 a partir de los datos de medición de retrodispersión. En particular, se obtiene el perfil de humedad para un trayecto de medición 125, expuesto a la humedad, de la fibra de sensor 120.

El dispositivo de medición 100 se puede usar en particular para monitorear estructuras elongadas. A este respecto, el sensor de fibra 120 puede estar fijado en mampostería con abrazaderas o yeso o pegamento. Sin embargo, la fibra de sensor también puede estar incrustada en un producto textil, en particular en un geotextil. En el suelo, las fibras de sensor pueden integrarse en perforaciones o colocarse durante la construcción. De acuerdo con otras formas de realización, las fibras pueden colocarse en tubos, en cuerdas textiles o incluso peladas.

En una primera etapa del procedimiento de medición de humedad, los datos de medición de retrodispersión de la fibra polimérica óptica 120 se proporcionan a la unidad de evaluación 150. La unidad de evaluación 150 determina entonces un perfil de intensidad de dispersión a lo largo de la fibra polimérica óptica 120 a partir de los datos de medición de retrodispersión. Por ejemplo, esto se puede efectuar por medio de OTDR, OFDR, OADR u otros procedimientos de reflectometría. En una etapa siguiente se compara la intensidad de dispersión en una ubicación respectiva de la fibra de sensor con una intensidad de referencia para obtener una intensidad de dispersión relativa en la ubicación. Estas referencias de intensidad de dispersión pueden estar configuradas, por ejemplo, como reflectores en la fibra. Además, se pueden usar secciones de fibra que generalmente no responden a la humedad, tal como secciones de fibra de vidrio, o secciones que están protegidas suficientemente contra la humedad. Estas referencias de intensidad se denominan referencias "secas", porque proporcionan la intensidad de dispersión para 0 % de humedad y un nivel de humedad bajo definido, tal como 20 %. De manera adicional o como alternativa, la intensidad de referencia se puede determinar por medio de una o varias secciones de fibra que presentan una humedad del 100 %. Estas referencias se pueden referir como referencias "mojadas". Por ejemplo, una sección de la fibra de sensor puede estar almacenada en agua. De esta manera, también se proporciona una referencia de intensidad de dispersión. En particular, se pueden proporcionar referencias tanto "secas" como "húmedas". Mediante las referencias de intensidad descritas anteriormente se puede aumentar la precisión de la medición. Los puntos de referencia, por ejemplo reflectores, están dispuestos típicamente a distancias predeterminadas, por ejemplo 10 m, distanciados entre sí en la fibra de sensor 120. Dependiendo del tipo de fibra, también se deben respetar ciertas distancias mínimas entre las referencias. En una etapa final, un perfil de humedad a lo largo de la fibra polimérica óptica se determina ahora basándose en el perfil de intensidad de dispersión relativa.

En la Figura 2 se muestra el desarrollo en el tiempo de la intensidad de dispersión relativa para distintos grados de humedad. A este respecto, en primer lugar la fibra se expuso durante 36 h a una humedad relativa del 20 %, luego durante 36 h a una humedad relativa del 60 %, a continuación durante 48 h a una humedad relativa del 90 %, después durante 36 h a una humedad relativa del 60 % y a continuación durante 36 h a una humedad relativa del 20 %. Se ha demostrado que la dispersión relativa se ajusta a un valor específico para un respectivo nivel de humedad. Sin embargo, el desarrollo en el tiempo para un respectivo grado de humedad presenta la característica de una curva de saturación. Esto se debe al hecho de que la humedad necesita un cierto tiempo para poder penetrar completamente en la fibra. Sin embargo, es bueno ver que el proceso es reversible y no tiene efectos de histéresis aparentes.

En la Figura 3 se muestra la dependencia medida de la intensidad de dispersión relativa (gráfico superior) y la atenuación (gráfico inferior) de la humedad relativa (gráfico medio). Como ya se describió anteriormente, la intensidad de la dispersión aumenta a medida que la humedad disminuye o disminuye a medida que aumenta la humedad. Exactamente lo contrario es el caso de la atenuación. Esto es especialmente alto en caso de humedad elevada y bajo en caso de sequedad relativa.

De acuerdo con un perfeccionamiento de la presente invención, un perfil de atenuación a lo largo de la fibra polimérica óptica se determina además a partir de datos de medición de retrodispersión. Este perfil de atenuación se usa luego en la determinación del perfil de humedad. Al incorporar el perfil de atenuación, los efectos de elongación y los efectos inducidos por la humedad se pueden separar más fácilmente entre sí. Si se modifica en la elongación de la fibra de polímero su retrodispersión, pero no su atenuación, la humedad conduce a que se modifiquen tanto la dispersión como la atenuación. Al aprovechar este efecto, por tanto, se puede aumentar la precisión de la medición.

De acuerdo con un perfeccionamiento de la presente invención, en primer lugar se lleva a cabo una primera medición de retrodispersión desde un primer extremo 122 de la fibra polimérica óptica 120 y a continuación se lleva a cabo una segunda medición de retrodispersión desde un segundo extremo 124 de la fibra polimérica óptica 120. De esta manera, se puede aumentar la precisión de la medición de humedad, es decir, en particular la resolución espacial de la medición.

La intensidad de referencia se determina mediante uno o varios reflectores que están incorporados en la fibra polimérica óptica 120. Por ejemplo, estos reflectores pueden estar realizados por medio de conectores de enchufe. Como reflectores o como referencias de intensidad de dispersión también se pueden insertar secciones de fibra, que generalmente no reaccionan a la humedad, tal como secciones de fibra de vidrio, o secciones que están suficientemente protegidas contra la humedad. Como alternativa, la intensidad de referencia se determina mediante una o varias secciones de fibra que presentan una humedad del 100 %. Por ejemplo, una sección de la fibra de sensor puede estar almacenada en agua. De esta manera, también se proporciona una referencia de intensidad de dispersión. En particular, se pueden proporcionar referencias tanto "secas" como "húmedas". Mediante las referencias de intensidad descritas anteriormente se puede aumentar la precisión de la medición.

En la Figura 4 se representa una sección transversal de un sensor de humedad 200 de acuerdo con un ejemplo de realización de la presente invención. El sensor de humedad 200 presenta una fibra polimérica óptica 210. La fibra polimérica óptica 210 es del tipo descrito anteriormente y se puede usar junto con un dispositivo de medición tal como se describió mediante la Figura 1. El sensor de humedad 200 comprende además un alojamiento 220 esencialmente tubular, que puede estar formado, por ejemplo, por un tubo de plástico. La fibra polimérica óptica 210 está almacenada en el interior del alojamiento 220 esencialmente sin elongación. El alojamiento 220 es permeable a la humedad. Por ejemplo, una pared del alojamiento 220 está perforada. Debido a la perforación, el agua o la humedad pueden penetrar en el interior del alojamiento 220. Allí, el líquido humedece la fibra de sensor 210. Una sección humedecida de la fibra polimérica 210 presenta, por tanto, una dispersión y atenuación relativas diferentes a una sección de la fibra de sensor en una zona menos húmeda. Esta diferencia puede detectarse de manera fiable por medio de la medición de retrodispersión. De esta manera es posible determinar el perfil de humedad a lo largo de la fibra de sensor.

En la Figura 5 se muestra una representación esquemática de la aplicación del sensor de humedad para determinar la penetración de humedad en un dique 500. Como se describió anteriormente, un sensor de humedad 200 está dispuesto en el suelo, es decir, en el dique. El grado de penetración de humedad del dique 500 ahora se puede determinar fácilmente de la manera descrita anteriormente por medio del sensor 200 y la unidad de evaluación 150.

La presente invención se ha explicado mediante ejemplos de realización. Estos ejemplos de realización no deben interpretarse de ninguna manera como limitantes de la presente invención.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de medición de humedad para un sensor de fibra óptica 200, que comprende
- (a) proporcionar datos de medición de retrodispersión de una fibra polimérica óptica (120, 210);
 - (b) determinar un perfil de intensidad de dispersión a lo largo de la fibra polimérica óptica (120, 210) a partir de los datos de medición de retrodispersión;
 - (c) comparar el perfil de intensidad de dispersión determinado con una intensidad de referencia para obtener un perfil de intensidad de dispersión relativo; y
 - (d) determinar un perfil de humedad a lo largo de la fibra polimérica óptica (120, 210) por medio del perfil de intensidad de dispersión relativo,
 - (e) determinar la intensidad de referencia, determinándose la intensidad de referencia por medio de uno o más reflectores que están incorporados en la fibra polimérica óptica (120, 210), o por medio de una o varias secciones de fibra que presentan una humedad del 100 %.
2. Procedimiento de medición de humedad según la reivindicación 1, que comprende además determinar un perfil de atenuación a lo largo de la fibra polimérica óptica (120, 210) a partir de los datos de medición de retrodispersión, determinándose el perfil de humedad también por medio del perfil de atenuación.
3. Procedimiento de medición de humedad según la reivindicación 1 o 2, llevándose a cabo en primer lugar una primera medición de retrodispersión desde un primer extremo de la fibra polimérica óptica (120, 210) y llevándose a cabo a continuación una segunda medición de retrodispersión desde un segundo extremo de la fibra polimérica óptica.
4. Dispositivo de medición, que comprende una fibra polimérica óptica (120, 210), que comprende:
- o bien uno o varios reflectores, que están incorporados en la fibra polimérica óptica (120, 210), o bien
 - una o varias secciones de fibra, que presentan una humedad del 100 %,
- una fuente de luz (110, 112), que está establecida para introducir luz en la fibra polimérica óptica (120, 210), un detector (130, 132), que está establecido para alojar luz retrodispersada desde la fibra polimérica óptica (120, 210) como datos de medición de retrodispersión y una unidad de evaluación (150) que está establecida para realizar, basándose en los datos de medición de retrodispersión, un procedimiento de medición de humedad según una de las reivindicaciones anteriores.
5. Dispositivo de medición según la reivindicación 4, presentando la fibra polimérica óptica (120, 210) como constituyente polimetacrilato de metilo.
6. Sensor de humedad, que comprende un dispositivo de medición de acuerdo con una de las reivindicaciones 4 a 5, así como un alojamiento (220) esencialmente tubular, estando montada la fibra polimérica óptica (210) sustancialmente libre de elongación en el interior del alojamiento (220), y siendo el alojamiento (220) permeable a la humedad.
7. Sensor de humedad según la reivindicación 6, estando perforado el alojamiento (220).

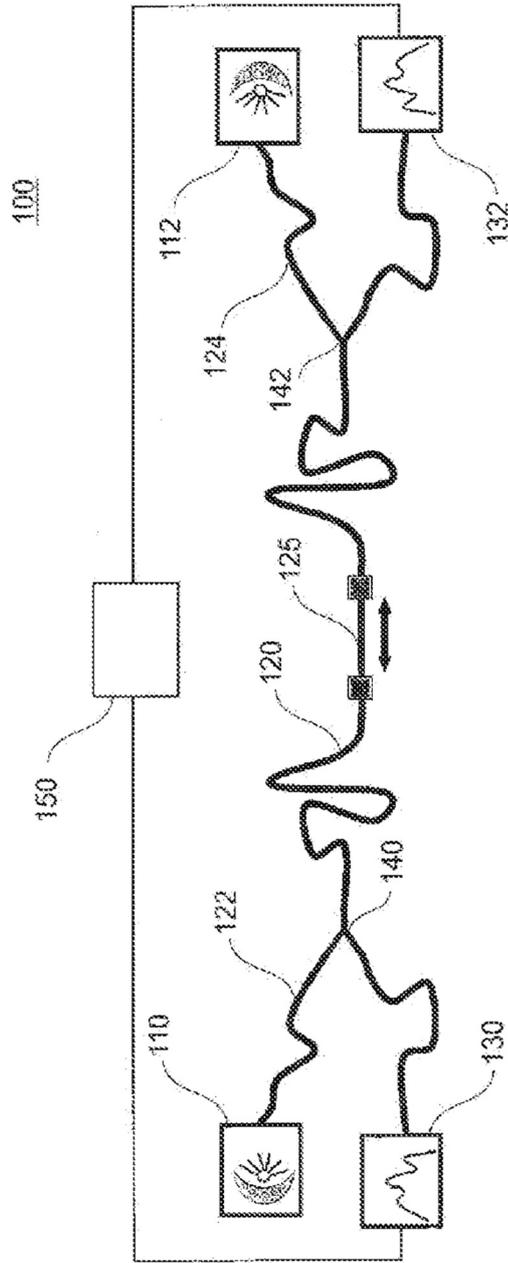


Fig. 1

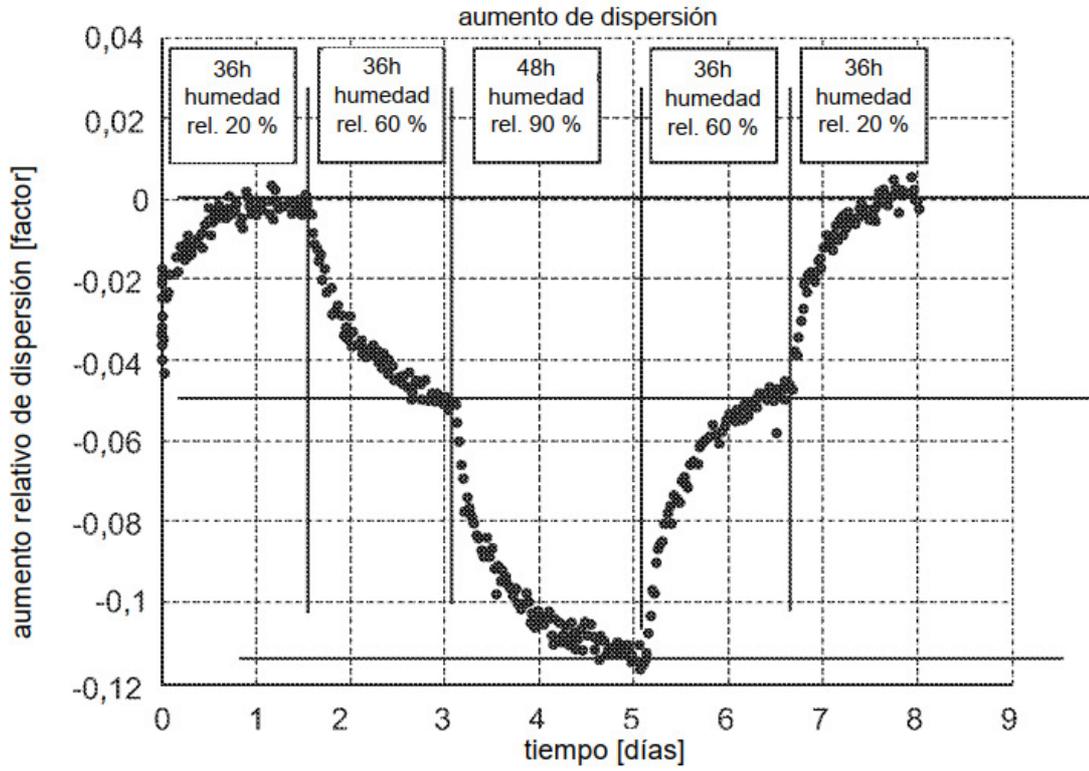


Fig. 2

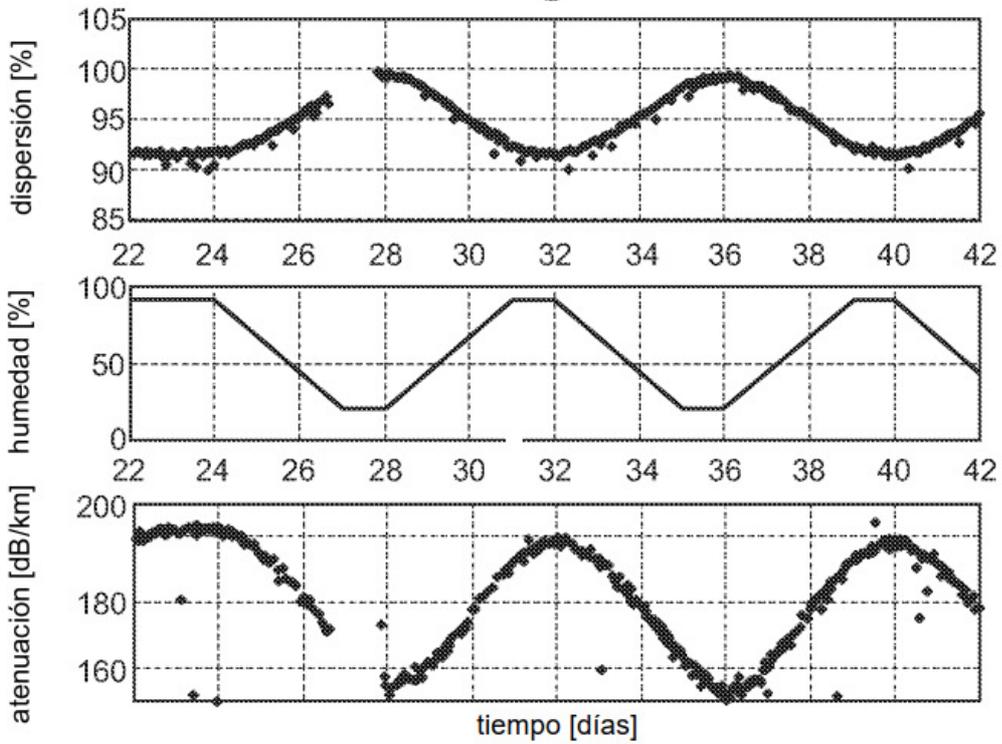


Fig. 3

200

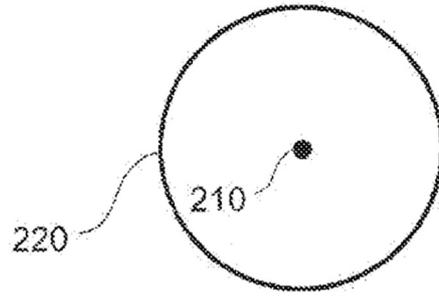


Fig. 4

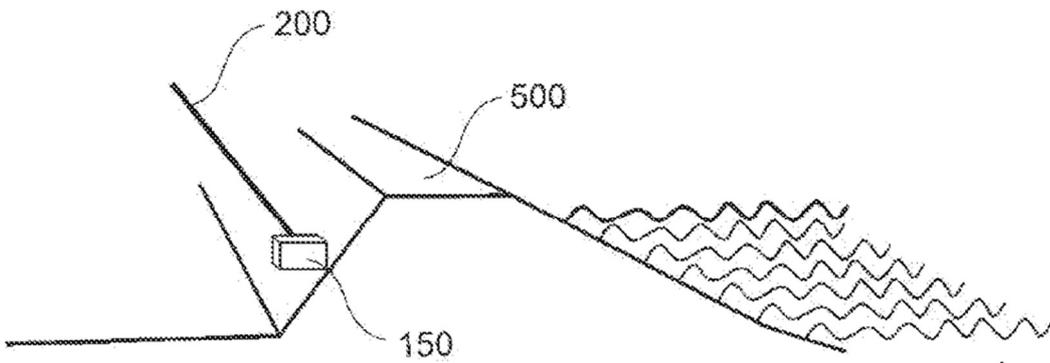


Fig. 5