

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 769 035**

51 Int. Cl.:

G01N 21/552 (2014.01)

G01N 21/85 (2006.01)

G01N 21/3577 (2014.01)

G01N 33/28 (2006.01)

F04B 39/02 (2006.01)

G01N 21/27 (2006.01)

G01N 21/05 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **14.04.2016 PCT/BE2016/000019**

87 Fecha y número de publicación internacional: **27.10.2016 WO16168901**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.04.2016 E 16731012 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.11.2019 EP 3286548**

54 Título: **Sensor de aceite para un compresor y métodos que utilizan el sensor de aceite**

30 Prioridad:

24.04.2015 BE 201505273

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

24.06.2020

73 Titular/es:

**ATLAS COPCO AIRPOWER, NAAMLOZE
VENNOOTSCHAP (100.0%)
Boomssteenweg 957
2610 Wilrijk , BE**

72 Inventor/es:

**FIRLEFIJN, JEROEN ALOIS M y
PEETERS, GUIDO JOZEF CHRISTIAN**

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 769 035 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 aceite para un compresor y métodos que utilizan el sensor de aceite

La presente invención se refiere a un sensor de aceite y a métodos para determinar el grado de envejecimiento del aceite en un compresor, bomba de vacío o expansor.

5 Se pueden encontrar ejemplos de dispositivos conocidos destinados a medir, por ejemplo, el nivel de contaminación en el suelo, en el documento US 2010/0015714 A1, o se pueden encontrar dispositivos destinados a controlar el dióxido de carbono disuelto en una solución en el documento EP 2 522 984 A2.

Sin embargo, ninguno de estos ejemplos proporciona una solución adecuada para determinar el envejecimiento del aceite en un compresor.

10 En el presente documento, compresor significa todo tipo de compresores de gas y aire, tales como compresores centrífugos, compresores de tornillo y de lóbulos, compresores de pistón, soplantes de tornillo y Roots, bombas de vacío, así como las respectivas máquinas de expansión.

15 Los compresores suelen estar provistos de un circuito de aceite para el suministro de aceite a las piezas de la máquina donde se requiera lubricación y/o enfriamiento. El aceite mineral, el aceite semisintético, el aceite sintético, el aceite PAG u otro aceite pueden ser utilizados como aceite.

Después de cumplir con la función de lubricación y/o enfriamiento, el aceite se recoge en el circuito de aceite y se reacondiciona para los fines de lubricación y/o enfriamiento y luego se transporta hasta las piezas de la máquina donde se requiera lubricación y/o enfriamiento.

20 Para que el aceite vuelva a ser adecuado para fines de lubricación y/o enfriamiento, el circuito de aceite generalmente está provisto de un enfriador para enfriar el aceite y/o un sistema de filtro para eliminar los contaminantes del aceite.

Gracias a la presencia de un sistema de filtro y/o enfriador de este tipo en un circuito de aceite, se puede usar una cantidad de aceite durante mucho tiempo en un compresor sin tener que añadir aceite nuevo a la máquina.

25 Un problema que ocurre es que las propiedades del aceite, es decir, las propiedades del aceite que son importantes para la acción de lubricación y/o enfriamiento, tales como, por ejemplo, la viscosidad u otras propiedades tribológicas, disminuyen debido a los procesos de degradación causados por la exposición repetida del aceite a diferentes condiciones de la máquina, es decir, procesos de degradación tales como oxidación, degradación por temperatura y otros procesos que causan el envejecimiento.

30 En un compresor, el aceite no suele usarse exclusivamente para lubricar y enfriar los componentes mecánicos, tales como cojinetes y engranajes, sino que también se introduce aceite en el espacio de compresión para enfriar el gas comprimido y cumplir una función de sellado entre el rotor o los rotores y la carcasa del elemento compresor. Está claro que cada vez que se mencione el gas comprimido en este texto, también puede significar una mezcla de gases comprimidos, tal como el aire comprimido, por ejemplo.

35 Después de la compresión, el aceite generalmente se extrae del gas comprimido por medio de un separador de aceite y luego se devuelve al circuito de aceite.

En el elemento compresor, el aceite se mezcla intensamente con el gas, y el aceite también puede entrar en contacto con cualquier contaminante presente en el gas, lo que puede acelerar los procesos de degradación.

40 Si después del paso del tiempo las propiedades del aceite ya no son adecuadas para garantizar una buena acción de lubricación y/o enfriamiento, puede aparecer una degradación del rendimiento del compresor, posiblemente desgaste y agrietamiento y posiblemente incluso el fallo de componentes del compresor o del compresor en su conjunto.

45 Por las razones anteriormente mencionadas, el aceite en un compresor debe sustituirse antes de que se alcance la duración de uso especificada para ese aceite y de que las propiedades del aceite pudieran ser inadecuadas. Una desventaja es que durante la sustitución del aceite el compresor debe estar fuera de servicio y que la sustitución del aceite es costosa.

Sin embargo, las condiciones a las que se puede exponer el aceite difieren de una máquina a otra, por ejemplo, por diferencias en los regímenes operativos y/o diferentes factores ambientales. En un compresor, una mayor humedad

del aire, por ejemplo, puede conducir a un envejecimiento más rápido del aceite.

5 La duración de uso especificada para el aceite se determina de tal manera que, incluso con compresores en los que el aceite envejezca rápidamente, el aceite se sustituirá a su debido tiempo. Una desventaja de esto es que en los compresores en los que el aceite envejece menos rápido, el aceite se sustituirá prematuramente o, en otras palabras, antes de llegar al final de la vida útil, lo que genera costos innecesarios.

Para evitar este problema, se puede verificar el aceite en el compresor para determinar si debe sustituirse el aceite o no.

10 Esto se puede hacer, por ejemplo, tomando una muestra de aceite, usando por ejemplo un acoplamiento de prueba, por ejemplo el modelo SMK20 de Stauff. Esto permite tomar una muestra de aceite de una manera simple, sin tener que poner la máquina fuera de servicio. Luego, la muestra de aceite tomada puede examinarse en un entorno de laboratorio con un equipo especial para examinar si el aceite necesita ser sustituido o no. Por ejemplo, utilizando espectroscopia infrarroja se puede determinar si ciertos componentes del aceite han disminuido o incluso desaparecido y si otras sustancias han aparecido en el aceite, debido a una degradación sufrida, tal como oxidación.

15 Una desventaja de tal método es que la toma de una muestra de aceite, el transporte de la muestra de aceite hasta un laboratorio y después la realización de un análisis son muy costosos y requieren mucho tiempo, y que todo esto debe repetirse posteriormente cuando deba determinarse nuevamente si se debe sustituir el aceite.

Se conocen diversos sensores de aceite para medir la calidad del aceite de motor en el circuito de aceite de un motor de combustión, tales como sensores de aceite capacitivos, inductivos, magnéticos, electroquímicos u ópticos.

20 Se pueden encontrar ejemplos de tales sensores, por ejemplo, en los documentos US 2004/0201835 A1, US 2004/0021849 A1 o US 4.553.032 A.

Sin embargo, las pruebas han demostrado que tales sensores de aceite son insuficientes para determinar adecuadamente el envejecimiento del aceite en un compresor.

25 Los sensores de aceite capacitivos, inductivos, magnéticos y electroquímicos para aceite de motor pueden medir los cambios en los aditivos del aceite, pero no, o de manera insuficiente, los pequeños cambios específicos resultantes del envejecimiento de un aceite con poco o ningún aditivo, tal como un aceite para compresores.

30 Si bien se agregan muchos aditivos al aceite de motor, generalmente se agregan pocos aditivos al aceite para compresores, ya que la mayoría de los aditivos no permanecen activos durante el tiempo de uso del aceite para compresores, que suele ser sustancialmente más largo que el del aceite de motor. De hecho, el aceite de los compresores suele tener una vida útil de varios miles de horas, mientras que el aceite de motor solo dura unos pocos cientos de horas.

35 Los sensores ópticos de aceite para aceite de motor pueden medir cambios específicos, esto es, midiendo en una banda de longitud de onda en la que se excitan moléculas que aumentan o disminuyen como resultado de los procesos de degradación, de modo que la medición es una medida del envejecimiento del aceite, pero no son suficientemente sensibles como para medir con la suficiente precisión los pequeños cambios resultantes del envejecimiento de un aceite para compresores durante un largo período de uso.

40 El documento GB 2.105.058 describe un espectrofotómetro infrarrojo con un elemento ATR (reflectancia total atenuada) para múltiples reflexiones internas para medir la concentración de sustancias específicas en un líquido. Sin embargo, este espectrofotómetro infrarrojo consiste en una disposición compleja y extensiva, que entre otras cosas está provista de espejos en alojamientos separados y con un disco con filtros accionados por un motor a través de una transmisión. Por esta razón, dicho espectrofotómetro no se puede colocar fácilmente en el circuito de aceite de un compresor.

45 Además, las pruebas han demostrado que los resultados de medición de dicho espectrofotómetro infrarrojo, durante el uso en el circuito de aceite de un compresor, se ven muy afectados por el calentamiento desigual de los componentes del espectrofotómetro infrarrojo como resultado de la temperatura del aceite en el circuito de aceite y la temperatura del ambiente, ya que ambas temperaturas pueden variar.

La presente invención está destinada a proporcionar una solución a una o más de las desventajas mencionadas anteriormente y/u otras desventajas. Con este fin, la invención se refiere a un sensor de aceite tal como se define en la reivindicación 1 adjunta.

50 Una ventaja de un sensor de aceite de acuerdo con la presente invención es que dicho sensor de aceite permite su fijación en un circuito de aceite de un compresor para medir una propiedad del aceite en momentos discretos o

continuamente, por lo que esta propiedad es una medida del envejecimiento del aceite.

Otra ventaja de un sensor de aceite de acuerdo con la invención es que permite medir cambios específicos en el aceite de los compresores durante una larga duración de uso y con una gran sensibilidad. El sensor de aceite de acuerdo con la invención también se puede usar para medir cambios en el aceite de motor, en particular cuando se desea una gran sensibilidad.

El cristal alargado mencionado anteriormente es un elemento ATR para la reflexión interna múltiple en un plano límite que se pone en contacto con el aceite a examinar. ATR significa atenuación de la reflexión total. El cristal alargado tiene un índice de refracción más alto que el aceite a examinar. Preferiblemente, el cristal alargado tiene un índice de refracción mayor que 1,6, en particular mayor que 1,9 y preferentemente mayor que 2,2.

Puesto que la luz en el elemento ATR incide sobre el plano límite con el aceite con un ángulo mayor que el ángulo crítico, de acuerdo con la ley de Snell se produce una reflexión interna total, por lo que la luz se refleja con el mismo ángulo que el ángulo incidente.

Cuando una parte de la luz es absorbida por el aceite en el plano límite, se produce una atenuación. El espectro de esta atenuación, o, en otras palabras, el cambio de la atenuación en función de la longitud de onda, es representativo de la composición del aceite y está determinado por las vibraciones de las moléculas que son excitadas por la luz.

En un cristal alargado, la luz se refleja así varias veces y una parte de la luz puede ser absorbida cada vez por el aceite en el plano límite: así, debido a las múltiples reflexiones internas, la atenuación total aumenta, lo que aumenta la sensibilidad del sensor de aceite

Por lo tanto, el sensor de aceite es adecuado para medir los pequeños cambios resultantes del envejecimiento de un aceite para compresores durante un largo período de uso, por ejemplo midiendo en las bandas de longitud de onda en las que las moléculas y/o grupos funcionales de moléculas y/o ciertos enlaces de moléculas están excitados, que aumentan o disminuyen como resultado de los procesos de degradación, de modo que la medición es una medida del envejecimiento del aceite. Las moléculas y/o grupos funcionales de moléculas y/o ciertos enlaces de moléculas pueden estar en el aceite mismo o en los aditivos al aceite, o también pueden aparecer como resultado de un proceso durante el uso del aceite.

Preferentemente, el cristal alargado está dimensionado de tal manera que el diámetro de la esfera más pequeña que encierre el cristal sea al menos cuatro veces mayor que la esfera más grande que pueda inscribirse en el cristal alargado.

En una realización práctica del cristal alargado, este consiste al menos parcialmente en seleniuro de zinc, sulfuro de zinc, sulfuro de arsénico, haluro de plata, arseniuro de galio, germanio, silicio, óxido de circonio, KRS-5, KRS-6, zafiro, Gasir® y/o diamante. El cristal alargado también puede consistir total o parcialmente en un material no cristalino.

De acuerdo con una variante de realización particular, el cristal alargado puede estar provisto, al menos parcialmente, de un recubrimiento en la zona donde el cristal entra en contacto con el aceite a examinar. Tal recubrimiento puede, por ejemplo, mejorar la resistencia química y/o al desgaste del cristal alargado frente al aceite a examinar. El recubrimiento también se puede usar para contrarrestar las deposiciones en el cristal alargado. Como recubrimiento se puede aplicar, por ejemplo, un recubrimiento de DLC, en donde DLC significa carbono como diamante.

Preferentemente, se fija un sello alrededor del cristal alargado, en ambos extremos, entre el soporte y el cristal alargado, y el sello se construye y/o monta de manera que permita una dilatación del cristal alargado en al menos un lado.

Tal sello puede estar fabricado con materiales de sellado estándar o de otro tipo, tales como: EPDM, NBR, Viton®, Kalrez®, silicona y similares, o cualquier combinación de estos y/u otros materiales.

Este sensor de aceite se puede colocar en el circuito de aceite de un compresor de una manera simple.

Preferentemente, el cristal alargado mencionado anteriormente es cilíndrico. De acuerdo con la presente invención, el cristal alargado es tubular. Preferentemente, al menos un extremo de este cristal alargado está biselado en forma cónica.

Se ha descubierto que, con un cristal cilíndrico alargado con una longitud de al menos 10 mm, en particular al menos 20 mm, preferentemente al menos 40 mm, y un diámetro máximo de 7 mm, en particular un máximo de 5 mm,

preferentemente un máximo de 3 mm, son posibles buenas mediciones.

También se ha descubierto que, con un cristal alargado cilíndrico curvo con una longitud de al menos 10 mm, en particular al menos 20 mm, preferentemente al menos 40 mm y un diámetro entre 0,3 y 2 mm, son posibles buenas mediciones.

- 5 Con un cristal cilíndrico alargado curvo se produce un "modo de mezcla", lo que aumenta la sensibilidad de la medición. Así, con un cristal alargado cilíndrico curvo, se necesita menos luz para la misma sensibilidad de medición que para un cristal alargado cilíndrico no curvado. Por ejemplo, con un cristal alargado cilíndrico curvo se puede usar un diámetro más pequeño, lo que también es adecuado en la práctica para poder darle al cristal alargado una forma curva.
- 10 Se ha descubierto que para poder fabricar el cristal alargado cilíndrico curvo, y también para obtener una sensibilidad de medición suficiente, preferentemente una parte del eje del cristal alargado cilíndrico curvo tiene un radio de curvatura que es mayor de cinco veces, preferiblemente 10 veces, y menos de cuarenta veces, preferiblemente veinte veces, el radio de la esfera más grande que se puede inscribir en el cristal alargado cilíndrico curvo.
- 15 Para conseguir una construcción práctica compacta, preferiblemente la longitud del eje del cristal alargado cilíndrico curvo es mayor que tres veces, preferiblemente cinco veces, el radio de la esfera más pequeña que encierre el cristal alargado.

- 20 En una realización práctica, el cristal alargado cilíndrico curvo presenta uno o más bucles. Preferentemente, estos bucles no se tocan entre sí, de modo que el aceite a examinar puede fluir fácilmente por todas partes a lo largo de la superficie del cristal alargado cilíndrico curvo y la medición del sensor de aceite refleja correctamente el estado del aceite en el circuito de aceite.

- 25 También se ha descubierto que, con un cristal tubular con una relación entre el diámetro interno y el diámetro externo de entre 0,3 y 0,9, en particular entre 0,5 y 0,9, y preferentemente entre 0,7 y 0,9, el número de reflexiones internas aumenta fuertemente, hasta casi el doble, con respecto a un cristal alargado cilíndrico que sea igual de largo, con poca o ninguna reducción de la intensidad de la luz que se produce en el segundo extremo del cristal alargado con respecto a la intensidad que se transmite al cristal alargado en el primer extremo.

También se puede fijar un reflector concéntrico en el cristal alargado tubular y/o se puede rellenar el cristal alargado tubular con aire u otro gas. El cristal alargado tubular también se puede rellenar con un material sólido.

- 30 Se ha descubierto que, con una construcción corrugada de la superficie del cristal alargado que puede entrar en contacto con el aceite a examinar, y proporcionando a esta superficie picos y valles que sean aproximadamente paralelos a la dirección longitudinal del cristal alargado, el número de reflexiones internas aumenta fuertemente, hasta casi el doble.

- 35 El sensor de aceite de acuerdo con la presente invención también está provisto de al menos un sensor de temperatura para determinar la temperatura de al menos uno de los componentes del sensor de aceite. Sobre la base de mediciones de referencia a diferentes temperaturas del aceite en el circuito de aceite y a diferentes temperaturas del medio ambiente, utilizando la temperatura medida por uno o más de estos sensores de temperatura, la medición del sensor de aceite se puede convertir a un estado de referencia, por lo que pueden medirse con precisión pequeños cambios en el aceite como resultado del envejecimiento durante un uso prolongado del aceite en el compresor.

- 40 En una realización práctica de la presente invención, la fuente de luz mencionada anteriormente es un emisor térmico, donde un filamento o una membrana pueden ser calentados eléctricamente a una temperatura de más de 400 °C, en particular más de 500 °C, y preferentemente más de 600 °C, para que emitan luz. Una posible fuente de luz es, por ejemplo, el tipo MIRL17-900 de Intex. La fuente de luz puede funcionar de forma continua, pulsada o intermitente.

- 45 Un sensor de aceite de acuerdo con la presente invención puede estar provisto además de un reflector de entrada para transmitir más luz emitida por la fuente de luz al cristal alargado, de modo que incida sobre el plano límite entre el cristal alargado y el aceite con un ángulo mayor que el ángulo crítico. Con tal reflector de entrada, para la misma salida de luz deseada, se puede usar una fuente de luz con una potencia más baja que sea más barata y más pequeña. Se puede obtener una realización compacta, ya que el reflector de entrada abarca en gran medida el camino más corto entre la fuente de luz y el primer extremo del cristal alargado.
- 50

Un sensor de aceite de acuerdo con la presente invención también puede estar provisto de un reflector de salida para transmitir más luz a los medios de detección después de pasar a través del cristal alargado. Tal reflector de

salida puede aumentar la sensibilidad del sensor de aceite para los mismos medios de detección. Se puede obtener una realización compacta si el reflector de salida abarca en gran medida el camino más corto entre los medios de detección y el segundo extremo del cristal alargado.

5 En una realización práctica de la presente invención, los medios de detección en el sensor de aceite pueden medir la intensidad de la luz con una longitud de onda de entre 2.000 y 20.000 nanómetros, por ejemplo.

Preferentemente, los medios de detección en el sensor de aceite pueden medir la intensidad de la luz con una longitud de onda de entre 2.000 y 11.000 nanómetros, y en particular entre 5.000 y 8.000 nanómetros. Se ha descubierto que el envejecimiento del aceite en un compresor se puede observar bien en este rango de longitud de onda en particular.

10 En una realización práctica de la presente invención, los medios de detección comprenden un detector piroeléctrico o ferroeléctrico, un detector de termopila, un microbolómetro resistivo o de diodo, un detector fotoconductor o fotovoltaico. Los medios de detección pueden estar provistos de una ventana que solo permita el paso de una parte del espectro de la luz infrarroja hasta los medios de detección. Haciendo una elección adecuada del material del que se compone la ventana, se puede medir la luz en una banda de longitud de onda específica con los medios de
15 detección. La ventana también se puede aplicar como recubrimiento sobre los medios de detección.

Alternativamente, la ventana también se puede construir como un filtro Fabry-Perot mediante el cual se puede controlar la parte de la luz infrarroja permitida a través de los medios de detección. Por ejemplo, con diferentes configuraciones sucesivas del filtro Fabry-Perot, se puede medir la luz en las diferentes bandas de longitud de onda correspondientes.

20 En una realización práctica, se coloca una rejilla en el camino óptico entre el segundo extremo del cristal alargado y los medios de detección, de modo que al menos una parte de la luz sufra una difracción antes de que incida sobre los medios de detección. Alternativamente, se coloca un prisma en el camino óptico entre el segundo extremo del cristal alargado y los medios de detección, de modo que al menos una parte de la luz sufra una refracción antes de que incida sobre los medios de detección.

25 En una realización práctica, se proporciona un filtro de paso de banda en el camino óptico entre el segundo extremo del cristal alargado y los medios de detección, de modo que al menos una parte de la luz sea filtrada en mayor o menor medida de acuerdo con la longitud de onda anterior antes de que incida sobre los medios de detección.

30 Seleccionando así la luz que incide sobre los medios de detección, se puede aumentar la sensibilidad de medición y/o la selectividad del sensor de aceite, en particular para medir el envejecimiento del aceite del compresor, y/o se pueden usar medios de detección más baratos.

En una realización práctica, los medios de detección comprenden una serie de detectores, cada uno posiblemente provisto de una determinada ventana para que la luz pueda medirse en varias bandas de longitud de onda. Un ejemplo de tal detector es el LIM-011 de Infratec.

35 Los medios de detección también pueden consistir en una matriz de píxeles como sensor de imagen, con zonas para las que se fija una determinada ventana, posiblemente también como recubrimiento, de modo que al seleccionar ciertas zonas de píxeles se pueda medir una determinada banda de longitud de onda.

40 De acuerdo con la invención, los medios de detección pueden comprender una serie de detectores, por lo que un detector central puede medir la intensidad de una parte de la luz emitida por la fuente de luz y que es directamente incidente sobre los medios de detección, y por ello de acuerdo a una línea aproximadamente recta desde la fuente de luz hasta este detector central. La temperatura de la fuente de luz también se puede determinar con este detector central.

45 En una realización práctica, los extremos biselados cónicos del cristal cilíndrico alargado pueden estar truncados, de modo que una parte de la luz emitida por la fuente de luz atraviese el cristal alargado cilíndrico aproximadamente a lo largo del eje y sea directamente incidente sobre el detector central. Preferentemente, se coloca una pantalla alrededor del detector central para evitar que la luz que no proviene directamente de la fuente de luz llegue al detector central.

En una realización práctica, el cristal alargado es desmontable. De esta manera, el cristal alargado se puede limpiar, por ejemplo, enjuagando o sumergiéndolo en un líquido adecuado tal como un disolvente. De esta manera, el cristal alargado también se puede sustituir, por ejemplo, en caso de daño o funcionamiento incorrecto.

50 En una realización práctica, más de un cristal alargado están sujetos al soporte.

La presente invención también se refiere a un compresor cuyo circuito de aceite está provisto de dicho sensor de aceite. Preferentemente, el sensor de aceite en el circuito de aceite de un compresor se proporciona aguas abajo de un enfriador y aguas arriba de una inyección de aceite en el espacio de compresión de un elemento compresor o en los cojinetes o entre los engranajes mediante los cuales se acciona el elemento compresor y/o se sincronizan los rotores.

La presente invención también se refiere a un método para determinar el grado de envejecimiento del aceite que circula en un compresor, bomba de vacío o expansor durante un cierto intervalo de tiempo, cuyo método comprende las siguientes etapas:

- poner en contacto un sensor de aceite de acuerdo con la invención con una parte del aceite que circula;
- medir una primera vez, al comienzo del intervalo de tiempo mencionado anteriormente, la intensidad de la luz en una determinada banda de longitud de onda después de que haya pasado a través del cristal alargado, y medirla una segunda vez al final del intervalo de tiempo mencionado anteriormente; y
- determinar el grado de envejecimiento del aceite durante ese intervalo de tiempo de acuerdo con el cambio de la intensidad medida de la luz en esta banda de longitud de onda entre las dos mediciones.

Preferentemente, la banda de longitud de onda se elige de modo que, después del envejecimiento, el aceite a examinar presente una absorción infrarroja diferente en esa banda de longitud de onda.

La presente invención también se refiere al siguiente método. Primero se pone en contacto un sensor de aceite de acuerdo con la invención con una parte del aceite que circula. Con el sensor de aceite de acuerdo con la invención, se mide la intensidad de la luz, después de haber pasado a través del cristal alargado, en una determinada banda de longitud de onda y en una banda de longitud de onda de referencia, en un primer punto en el tiempo, al inicio de un intervalo de tiempo, y se determina una primera relación entre las dos. En un segundo punto en el tiempo, al final del intervalo de tiempo, se mide por segunda vez la luz después de que haya pasado a través del cristal alargado, en la banda de longitud de onda específica y en la banda de longitud de onda de referencia y se determina una segunda relación entre las dos. El grado de envejecimiento durante el intervalo de tiempo transcurrido puede entonces determinarse como el cambio de la segunda relación con respecto a la primera relación. Preferentemente, la banda de longitud de onda de referencia se elige de modo que el sensor de aceite mida poca o ninguna diferencia entre el aceite sin usar y el aceite al final de la duración de uso especificada para el aceite.

Una ventaja de este método es que el grado de envejecimiento así determinado no se ve afectado por el posible cambio de la fuente de luz y/o los medios de detección a lo largo del tiempo, por ejemplo, la menor emisión de luz por la fuente de luz y/o la medición de un valor menor por los medios de detección para la misma intensidad de luz.

Una realización de la presente invención también se refiere al siguiente método. Se mide la temperatura de al menos uno de los componentes del sensor de aceite y se corrige la medición del sensor de aceite para esta temperatura medida. De esta manera, por ejemplo, se pueden realizar mediciones de referencia en un aceite que no haya envejecido a diferentes temperaturas de un componente del sensor de aceite, por ejemplo, como resultado de diferentes temperaturas de aceite y/o temperaturas ambientales. Usando técnicas de interpolación bien conocidas, la medición del sensor de aceite se puede corregir en función de la temperatura medida de ese componente.

Una ventaja de este método es que la medición corregida del sensor de aceite no está influenciada, o lo está menos, por las temperaturas variables de los componentes del sensor de aceite.

Un método de acuerdo con la presente invención también puede comprender una etapa por la cual se controla la potencia de la fuente de luz de tal manera que, en una determinada banda de longitud de onda, el sensor de aceite mida un cierto valor. De esta forma, el grado de envejecimiento del aceite medido por el sensor de aceite no está influenciado, o lo está menos, por el posible cambio de la fuente de luz y/o los medios de detección y/u otros componentes del sensor de aceite por influencia de la temperatura y/o el tiempo, por ejemplo.

De acuerdo con la invención, las mediciones del sensor de aceite también se pueden presentar en un dispositivo de visualización del compresor. De esta forma, el usuario y/o el técnico de mantenimiento pueden verificar el envejecimiento del aceite. También es posible que las mediciones del sensor de aceite se transmitan a través de una red para poder controlar remotamente el envejecimiento del aceite de ese compresor.

De acuerdo con la invención, las mediciones del sensor de aceite también se pueden pasar al controlador del compresor, por ejemplo, cuando se excedan los límites predeterminados para el envejecimiento del aceite, para activar una alarma acústica y/o visual, y/o limitar el funcionamiento del compresor hasta ciertos límites para evitar desgaste y/o daños al compresor debidos a una refrigeración y/o lubricación menos efectiva del aceite envejecido.

Con la intención de mostrar mejor las características de la invención, se describen a continuación algunas realizaciones preferidas de un sensor de aceite de acuerdo con la invención a modo de ejemplo, sin ninguna

naturaleza limitativa, con referencia a los dibujos adjuntos, en los cuales:

- 5 la figura 1 muestra esquemáticamente un sensor de aceite de acuerdo con una realización de la invención;
 la figura 2 muestra esquemáticamente el funcionamiento del sensor de aceite de acuerdo con la figura 1;
 la figura 3 muestra una variante de un sensor de aceite de acuerdo con la figura 1; y
 la figura 4 muestra otra realización de la sección indicada en la figura 3 por la flecha F3; y
 la figura 5 muestra una variante de un sensor de aceite de acuerdo con la figura 1 con un cristal alargado
 cilíndrico curvo; y
 la figura 6 muestra esquemáticamente el funcionamiento de una variante del sensor de aceite de la figura 2.

10 La figura 1 muestra un sensor 1 de aceite, de acuerdo con una realización de la invención, que está provisto de un soporte 2. En este caso, una primera tubería, no mostrada en el dibujo, está acoplada al soporte 2, en un lado transversal con respecto al sensor 1 de aceite, para conducir el aceite 5 a examinar hasta el sensor de aceite, y en el otro lado está acoplada una segunda tubería, no mostrada, para conducir el aceite 5 a examinar fuera del sensor 1 de aceite.

15 Se proporciona un elemento ATR en el soporte 2 mencionado anteriormente para efectuar múltiples reflexiones internas en un plano límite 9 que puede ponerse en contacto con el aceite 5 a examinar, por lo que este elemento ATR de acuerdo con la invención se construye en forma de un cristal alargado 3 tubular, preferiblemente cilíndrico.

En este caso, el cristal alargado 3 en cuestión está, aunque no necesariamente, biselado de forma cónica en el primer extremo 4A y en el segundo extremo 4B.

20 Preferentemente, aunque no necesariamente, se proporciona un sello 6 en ambos extremos 4A y 4B entre el soporte 2 y el cristal alargado cilíndrico 3, todo ello para que el cristal alargado cilíndrico 3 pueda dilatarse y contraerse con respecto al soporte 2. Sin embargo, la invención no está limitada a esto, ya que dicho sello también se puede proporcionar en un solo extremo 4A o 4B, por ejemplo.

El cristal alargado cilíndrico 3 es transparente a la luz infrarroja y tiene un índice de refracción mayor que el índice de refracción del aceite 5 a examinar.

25 En una zona 10 de contacto que se extiende hacia el exterior del cristal alargado 3, entre los sellos 6 de ambos extremos 4A y 4B, el cristal alargado 3 puede ponerse en contacto con el aceite 5 a examinar.

En el primer extremo 4A mencionado anteriormente del cristal alargado cilíndrico 3, el soporte 2 está provisto de una fuente 7 de luz, en este caso un emisor térmico.

30 Adicionalmente, el soporte 2 está preferentemente provisto de un reflector 12 de entrada, de tal modo que este reflector 12 de entrada abarca casi por completo el camino más corto entre la fuente 7 de luz y el primer extremo 4A del cristal alargado cilíndrico 3.

En el segundo extremo 4B mencionado anteriormente del cristal alargado cilíndrico 3, el soporte 2 está provisto de unos medios 8 de detección.

35 Adicionalmente, el sensor 1 de aceite comprende un reflector 13 de salida que se puede fijar al soporte 2 y que abarca casi por completo el camino más corto entre los medios 8 de detección y el segundo extremo cercano 4B del cristal alargado cilíndrico 3.

De acuerdo con la invención, el sensor 1 de aceite está provisto adicionalmente de un sensor 11 de temperatura que está configurado de manera que la temperatura de al menos uno de los componentes del sensor 1 de aceite, en este caso el soporte 2, pueda ser determinada por el sensor 11 de temperatura montado en o sobre este soporte 2.

40 Los medios 8 de detección y el sensor 11 de temperatura están conectados a una unidad 16 de procesamiento, por ejemplo en forma de una computadora, que sea capaz de interpretar y/o procesar las señales generadas por los medios 8 de detección en cuestión y por el sensor 11 de temperatura, y sobre la base de esto controlar directa o indirectamente unos medios 17 de señalización. Estos medios 17 de señalización pueden ser visuales, por ejemplo, una lámpara o una pantalla de visualización, o acústicos, por ejemplo, un zumbador.

45 La unidad 16 de procesamiento también puede recibir y usar señales generadas por la fuente 7 de luz de acuerdo con una conexión no mostrada en el dibujo, por ejemplo, una medición de temperatura para interpretar y/o procesar las señales generadas por los medios 8 de detección.

El sensor 1 de aceite de acuerdo con la figura 1 es compacto y se puede colocar fácilmente en el circuito de aceite

de un compresor. La determinación del envejecimiento del aceite por este sensor 1 de aceite es simple y se puede hacer como sigue.

5 El funcionamiento del sensor de aceite de acuerdo con la invención se analiza sobre la base de la figura 2, que muestra que la fuente 7 de luz en el primer extremo 4A transmite luz al cristal alargado, de modo que esta luz incida con un ángulo mayor que el ángulo crítico sobre un plano límite 9 entre el cristal alargado 3 y el aceite 5 a examinar que es guiado a lo largo del cristal 3.

10 En el plano límite 9, la luz se refleja repetidamente en el interior del cristal alargado 3. Siempre que la luz incida sobre el plano límite 9, una parte de esta luz puede ser absorbida. Una parte de la luz sale del cristal 3 como una onda evanescente y es absorbida en el aceite 5 a examinar. La absorción en el aceite 5 a examinar puede realizarse mediante la excitación por la luz de moléculas y/o grupos funcionales de moléculas y/o ciertos enlaces de moléculas que estén presentes en el aceite 5 a examinar o en los aditivos del aceite 5 a examinar, o que se produzcan como resultado de un proceso durante el uso del aceite 5 a examinar.

En el segundo extremo 4B, los medios 8 de detección miden la intensidad de la luz después de que haya pasado a través del cristal alargado 3.

15 La figura 3 muestra una variante del sensor de aceite de acuerdo con una realización de la invención. Los medios 8 de detección comprenden dos detectores, es decir, un detector central 8A y un segundo detector 8B.

La intensidad de la luz es medida por el segundo detector 8B en una banda de longitud de onda en la que el aceite 5 a examinar presente absorción al envejecer.

20 El detector central 8A mide la intensidad de una parte de la luz transmitida por la fuente 7 de luz y que incide sobre el detector central 8A de acuerdo con una línea aproximadamente recta. El detector central 8A actúa en este caso como un sensor de temperatura que mide la intensidad de la fuente 7 de luz, que es una medida de la temperatura de la fuente 7 de luz.

Entonces, en un primer punto en el tiempo, se determina una primera relación entre las intensidades medidas por el segundo detector 8B y por el detector central 8A.

25 Luego, en un segundo punto en el tiempo, se determina una segunda relación entre las intensidades medidas por el segundo detector 8B y por el detector central 8A.

Entonces se determina el grado de envejecimiento, durante el intervalo de tiempo entre el primer y el segundo puntos en el tiempo, como el cambio de la segunda relación en el segundo punto en el tiempo con respecto a la primera relación en el primer punto en el tiempo.

30 La figura 4 muestra un cristal alargado tubular 3 que está biselado en ambos extremos 4A y 4B. En la cavidad 15 hay un reflector concéntrico 14. En el primer extremo 4A, se introduce luz en el cristal alargado tubular 3 de tal modo que esta luz incida sobre el plano límite 9 con un ángulo mayor que el ángulo crítico. La luz se refleja en el plano límite 9 y luego incide sobre el reflector concéntrico 14. Allí se refleja la luz, tras lo cual incide de nuevo sobre el plano límite 9. Por lo tanto, la luz se refleja repetidamente en el interior del cristal alargado tubular 3 y siempre que la luz incide sobre el plano límite 9, una parte de la luz puede ser absorbida.

35 De acuerdo con la invención, el cristal alargado 3 también puede estar algo doblado o incluso tener una forma completamente curva.

El soporte 2 también puede construirse de modo que el sensor de aceite pueda fijarse como una sonda en una abertura de una tubería.

40 El reflector 12 de entrada y/o el reflector 13 de salida también pueden tener otra forma y, total o parcialmente, formar parte del soporte 2. El reflector 12 de entrada y/o el reflector de salida también pueden constar de varios reflectores, que pueden ser curvos, tanto cóncavos como convexos. El reflector 12 de entrada y/o el reflector de salida también pueden estar provistos de lentes para hacer converger o divergir una parte de la luz.

45 El detector central 8A también puede estar a una distancia de los otros medios 8 de detección. Además de un primer detector 8B, los medios 8 de detección también pueden comprender más detectores.

Los materiales de los componentes del sensor 1 de aceite se pueden elegir de modo que experimenten poca influencia por parte de la dilatación térmica.

Los componentes del sensor de aceite se pueden fijar al soporte mediante tornillos, adhesivo, un sistema de encaje a presión u otro medio de fijación.

- 5 La presente invención no se limita de ninguna manera a las realizaciones descritas como ejemplo y mostradas en los dibujos, sino que un sensor de aceite de acuerdo con la invención se puede realizar de acuerdo con diferentes variantes sin apartarse del alcance de la invención, que está definido por las reivindicaciones adjuntas.

La figura 5 muestra una variante del sensor 1 de aceite con un cristal alargado cilíndrico 3 curvo. En este caso, el cristal alargado cilíndrico 3 curvo presenta un bucle. Adicionalmente, se sujeta una abrazadera 20 al soporte 2 para proteger el cristal alargado cilíndrico 3 curvo, por ejemplo, contra sacudidas al montar el sensor 1 de aceite. En lugar de la abrazadera 20 se puede usar otro tipo de pantalla, por ejemplo, una jaula.

- 10 La figura 6 muestra esquemáticamente el funcionamiento de una variante del sensor 1 de aceite de la figura 2.

Un elemento óptico 18 está colocado entre el segundo extremo 4B y los medios 8 de detección. Este elemento óptico 18 permite que una parte de la luz incidente salga con un ángulo diferente de acuerdo con la longitud de onda, por ejemplo, por difracción o refracción. Para la difracción se puede usar una rejilla como elemento óptico 18, ya sea en transmisión o en reflexión, o un prisma para la refracción.

- 15 Entre el elemento óptico 18 y los medios 8 de detección se despliega un filtro 19 de paso de banda que filtra una parte de la luz en mayor o menor medida de acuerdo con la longitud de onda.

Así, los medios 8 de detección pueden medir selectivamente la luz en ciertas bandas de longitud de onda después de que haya pasado a través del cristal alargado 3.

REIVINDICACIONES

1. Sensor de aceite que comprende un cristal alargado (3) y un soporte (2) al que está fijado el cristal alargado (3), en donde el cristal alargado (3) está fabricado con un material que es transparente a la luz en el espectro infrarrojo y que tiene un índice de refracción mayor que el índice de refracción del aceite (5) a examinar, proporcionándose una fuente (7) de luz en el soporte (2), en un primer extremo (4A) del cristal alargado (3), para transmitir luz en el espectro infrarrojo en el cristal alargado (3), y proporcionándose unos medios (8) de detección en el soporte (2), en un segundo extremo (4B) del cristal alargado (3), para medir la intensidad de la luz que, durante el paso a través del cristal alargado (3), experimenta una reflexión total al menos cuatro veces seguidas en un plano límite (9), en una zona (10) de contacto donde el cristal alargado (3) entra en contacto con el aceite (5) a examinar, **caracterizado por que** el sensor (1) de aceite está adicionalmente provisto de al menos un sensor (11) de temperatura dispuesto para determinar la temperatura de al menos uno de los componentes del sensor (1) de aceite, **por que** la parte de la fuente (7) de luz que puede emitir luz se puede calentar a una temperatura de más de 400 ° C para que emita luz, y **por que** el cristal alargado (3) es tubular, en donde la relación entre el diámetro interior y el diámetro exterior del cristal alargado tubular (3) se encuentra entre 0,3 y 0,9.
2. Sensor de aceite de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado por que** la parte de la fuente (7) de luz que puede emitir luz puede calentarse a una temperatura de más de 500 °C y preferentemente más de 600 °C.
3. Sensor de aceite de acuerdo con la reivindicación 2, **caracterizado por que** la parte de la fuente (7) de luz que puede emitir luz es una membrana que puede calentarse como una resistencia eléctrica.
4. Sensor de aceite de acuerdo con la reivindicación 1, 2 o 3, **caracterizado por que** la fuente (7) de luz está construida en forma de una fuente de luz intermitente y/o pulsante.
5. Sensor de aceite de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** el sensor de aceite comprende además un reflector (12) de entrada que está sujeto al soporte (2), y **por que** el sensor de aceite está configurado de manera que este reflector (12) de entrada pueda recibir una parte de la luz originada en la fuente (7) de luz y enviarla al cristal alargado (3).
6. Sensor de aceite de acuerdo con la reivindicación 5, **caracterizado por que** al menos el 50 %, preferentemente al menos el 75 %, del camino más corto entre la fuente (7) de luz y el primer extremo (4A) del cristal alargado (3) se encuentra en el volumen abarcado por el reflector (12) de entrada.
7. Sensor de aceite de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** el sensor de aceite comprende además un reflector (13) de salida que está sujeto al soporte (2), y **por que** el sensor de aceite está configurado de tal manera que este reflector (13) de salida pueda recibir una parte de la luz, después de pasar a través del cristal alargado (3), y transmitirla a los medios (8) de detección.
8. Sensor de aceite de acuerdo con la reivindicación 7, **caracterizado por que** al menos el 50 %, preferentemente al menos el 75 %, del camino más corto entre los medios (8) de detección y el segundo extremo cercano (4B) del cristal alargado (3) se encuentra en el volumen abarcado por el reflector (13) de salida.
9. Sensor de aceite de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** el cristal alargado (3) está configurado de tal manera que la luz emitida por la fuente (7) de luz, cuando pasa a través del cristal alargado (3), experimenta una reflexión total al menos ocho veces, en particular al menos doce veces, preferentemente al menos veinte veces, en el plano límite (9) de la zona (10) de contacto donde el cristal alargado (3) entra en contacto con el aceite (5) a examinar, antes de llegar a los medios (8) de detección.
10. Sensor de aceite de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** los medios (8) de detección están contruidos para medir la intensidad en dos o más bandas de longitud de onda.
11. Sensor de aceite de acuerdo con la reivindicación 10, **caracterizado por que** los medios (8) de detección están contruidos para medir la intensidad en tres o más bandas de longitud de onda, preferiblemente en cuatro bandas de longitud de onda.
12. Sensor de aceite de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** los medios (8) de detección también comprenden un detector central (8A) que puede medir la intensidad de una parte de la luz emitida por la fuente (7) de luz y que incide sobre el detector central (8A) a lo largo de una línea aproximadamente recta desde la fuente (7) de luz hasta el detector central (8A).
13. Sensor de aceite de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** el sensor de aceite comprende adicionalmente un sello (6), en donde el sello (6) está fijado entre el soporte (2) y el cristal alargado (3), alrededor del cristal alargado (3) en el primer extremo (4A) o el segundo extremo (4B), en donde

el sello (6) permite la dilatación del cristal alargado (3) en al menos un extremo (4A, 4B).

14. Sensor de aceite de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** el cristal alargado (3) es cilíndrico.

5 15. Sensor de aceite de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores 1 a 14, **caracterizado por que** la relación entre el diámetro interior y el diámetro exterior del cristal alargado tubular (3) se encuentra entre 0,5 y 0,9 y preferentemente entre 0,7 y 0,9.

16. Sensor de aceite de acuerdo con la reivindicación 15, **caracterizado por que** el sensor de aceite comprende un reflector concéntrico (14), en donde el reflector concéntrico (14) está pegado en el cristal alargado tubular (3) mencionado anteriormente.

10 17. Sensor de aceite de acuerdo con la reivindicación 15 o 16, **caracterizado por que** el cristal alargado tubular (3) mencionado anteriormente es hueco y está relleno de aire, gas o una mezcla de gases.

18. Sensor de aceite de acuerdo con la reivindicación 15 o 16, **caracterizado por que** el cristal alargado tubular (3) mencionado anteriormente comprende una cavidad (15) que está rellena al menos parcialmente con un material sólido.

15 19. Sensor de aceite de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores 14 a 18, **caracterizado por que** el cristal alargado (3) está biselado de forma cónica en el primer extremo (4A) y/o el segundo extremo (4B).

20 20. Sensor de aceite de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** el cristal alargado (3) está corrugado en la zona (10) de contacto, allí donde entra en contacto con el aceite (5) a examinar.

21. Sensor de aceite de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** el cristal alargado (3) está provisto de un recubrimiento en la zona (10) de contacto, allí donde entra en contacto con el aceite (5) a examinar.

25 22. Sensor de aceite de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** los medios (8) de detección comprenden un detector piroeléctrico o ferroeléctrico.

23. Sensor de aceite de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 21, **caracterizado por que** los medios (8) de detección comprenden un detector de termopila.

30 24. Sensor de aceite de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 21, **caracterizado por que** los medios (8) de detección comprenden un microbolómetro resistivo o de diodo, un detector fotoconductor o fotovoltaico.

25. Sensor de aceite de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** el cristal alargado (3) consiste al menos parcialmente en un material del grupo que comprende: seleniuro de zinc, sulfuro de zinc, sulfuro de arsénico, haluro de plata, arseniuro de galio, germanio, silicio, óxido de circonio, KRS-5, KRS-6, zafiro y diamante.

35 26. Compresor, expansor o bomba de vacío, **caracterizado por que** este compresor, expansor o bomba de vacío está provisto de un sensor (1) de aceite de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores.

27. Compresor, expansor o bomba de vacío de acuerdo con la reivindicación 26, **caracterizado por que** el sensor (1) de aceite está dispuesto para entrar en contacto con el aceite (5) a examinar que circula por un circuito de aceite del compresor, expansor o bomba de vacío.

40 28. Compresor, expansor o bomba de vacío de acuerdo con la reivindicación 27, **caracterizado por que** el sensor (1) de aceite está dispuesto corriente abajo de un enfriador y corriente arriba de una inyección de aceite en el espacio de compresión de un elemento compresor o en los cojinetes o entre los engranajes.

45 29. Método para determinar el grado de envejecimiento, durante un cierto intervalo de tiempo, del aceite que circula en un compresor, bomba de vacío o expansor, **caracterizado por que** este método comprende las siguientes etapas:

- poner en contacto un sensor (1) de aceite, de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 25, con

una parte del aceite que circula;

- medir la intensidad de la luz en una determinada banda de longitud de onda después de pasar a través del cristal alargado (3) una primera vez, al comienzo del intervalo de tiempo antes mencionado, y una segunda vez al final del intervalo de tiempo antes mencionado; y

5 - determinar el grado de envejecimiento del aceite durante ese intervalo de tiempo como el cambio de la intensidad medida de la luz en esta banda de longitud de onda entre las dos mediciones.

30. Método para determinar el grado de envejecimiento, durante un cierto intervalo de tiempo, del aceite que circula en un compresor, expansor o bomba de vacío, **caracterizado por que** este método comprende las siguientes etapas:

10 - se pone en contacto un sensor (1) de aceite, de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 25, con una parte del aceite que circula;

- en un primer punto en el tiempo, al inicio del intervalo de tiempo mencionado anteriormente, se mide la intensidad de la luz después de pasar a través del cristal alargado (3), en una determinada banda de longitud de onda y en una banda de longitud de onda de referencia, y se determina una primera relación entre las dos;

15 - en un segundo punto en el tiempo, al final del intervalo de tiempo mencionado anteriormente, se mide la intensidad de la luz después de pasar a través del cristal alargado (3), en una determinada banda de longitud de onda y en una banda de longitud de onda de referencia, y se determina una segunda relación entre las dos; y

- se determina el grado de envejecimiento del aceite, durante el intervalo de tiempo transcurrido, sobre la base del cambio de la segunda relación con respecto a la primera relación.

20 31. Método de acuerdo con la reivindicación 30, **caracterizado por que** la banda de longitud de onda de referencia se elige de modo que el sensor (1) de aceite, de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores 1 a 25, mida una diferencia máxima del 10%, preferentemente un máximo del 5%, en esta banda de longitud de onda de referencia, entre el aceite sin usar y el aceite al final de la duración de uso especificada para este aceite.

25 32. Método de acuerdo con una o más de las reivindicaciones 29, 30 y 31, **caracterizado por que** la medición del sensor (1) de aceite se corrige en función de la temperatura de al menos un componente del sensor (1) de aceite.

33. Método de acuerdo con una o más de las reivindicaciones 29 a 32, **caracterizado por que** la medición del sensor (1) de aceite se corrige en función de la intensidad de una parte de la luz emitida por la fuente (7) de luz.

30 34. Método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 29 a 33, **caracterizado por que** el sensor (1) de aceite pasa las mediciones a una unidad (16) de procesamiento.

35. Método de acuerdo con la reivindicación 34, **caracterizado por que** la unidad (16) de procesamiento puede encender y/o apagar los medios (17) de señalización.

36. Método de acuerdo con la reivindicación 34 o 35, **caracterizado por que** la unidad (16) de procesamiento puede pasar las mediciones procedentes del sensor (1) de aceite a un medio de almacenamiento a través de una red.

35 37. Sensor de aceite de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores 1 a 25 inclusive, **caracterizado por que** el sensor de aceite comprende además una rejilla, en donde la rejilla está colocada en el camino óptico entre el segundo extremo (4B) del cristal alargado (3) y los medios (8) de detección de modo que al menos una parte de la luz sufra difracción.

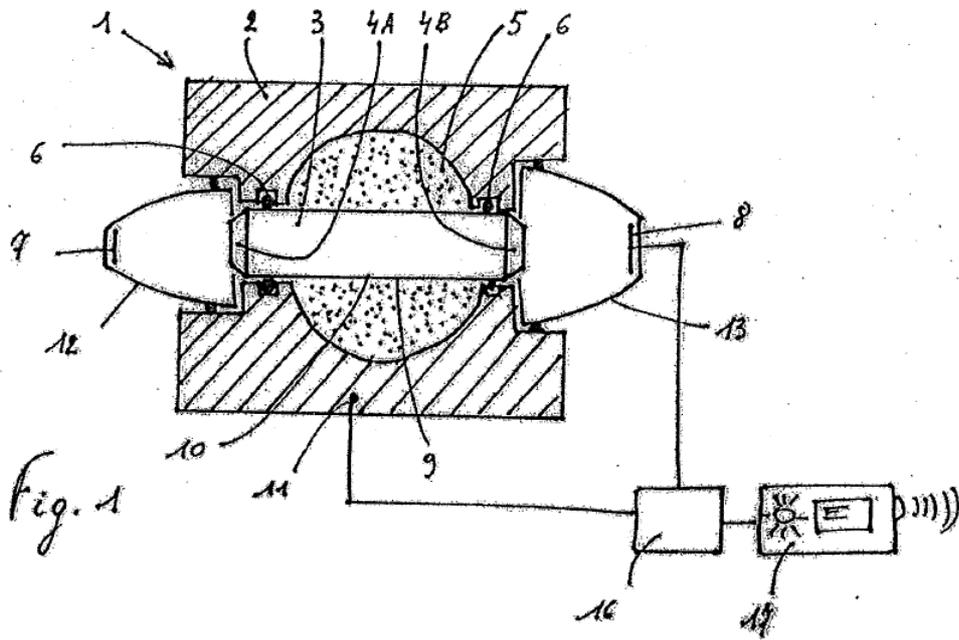
40 38. Sensor de aceite de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores 1 a 25 inclusive, **caracterizado por que** el sensor de aceite comprende además un prisma, en donde el prisma está colocado en el camino óptico entre el segundo extremo (4B) del cristal alargado (3) y los medios (8) de detección de modo que al menos una parte de la luz sufra refracción.

45 39. Sensor de aceite de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores 1 a 25 inclusive, o de acuerdo con la reivindicación 38 o 39, **caracterizado por que** el sensor de aceite comprende un filtro de paso de banda, en donde el filtro de paso de banda está colocado en el camino óptico entre el segundo extremo (4B) del cristal alargado (3) y los medios (8) de detección de manera que al menos una parte de la luz sea filtrada en mayor o menor medida de acuerdo con la longitud de onda.

50 40. Sensor de aceite de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores 1 a 25 inclusive, o de acuerdo con la reivindicación 37, 38 o 39, **caracterizado por que** una parte del eje del cristal alargado (3) tiene un radio de curvatura mayor de cinco veces, preferentemente 10 veces, y menor de cuarenta veces, preferentemente veinte veces, el radio de la esfera más grande que pueda inscribirse en el cristal alargado (3).

41. Sensor de aceite de acuerdo con la reivindicación 40, **caracterizado por que** la longitud del eje del cristal alargado (3) es mayor que tres veces, preferentemente cinco veces, el radio de la esfera más pequeña que comprenda el cristal alargado.

5 42. Sensor de aceite de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores 1 a 25 inclusive, o de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores 37 a 41 inclusive, **caracterizado por que** el sensor de aceite comprende más de un cristal alargado (3) fijados al soporte (2).



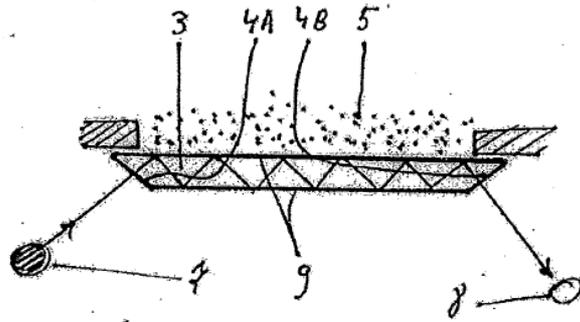
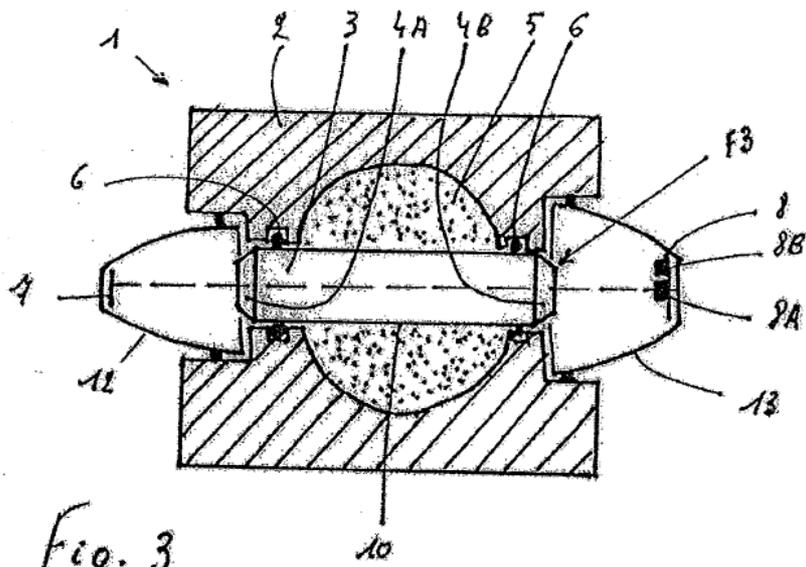


Fig. 2



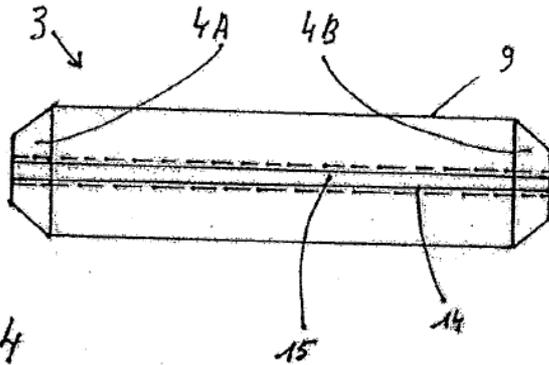


Fig. 4

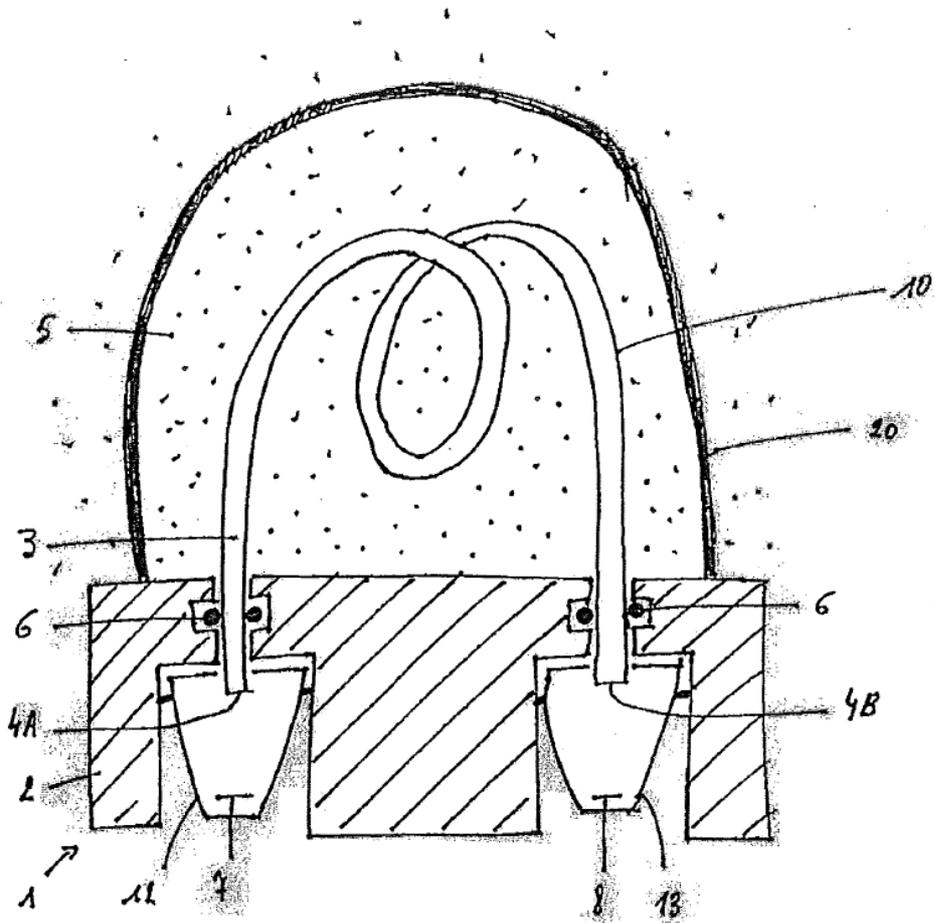


Fig. 5

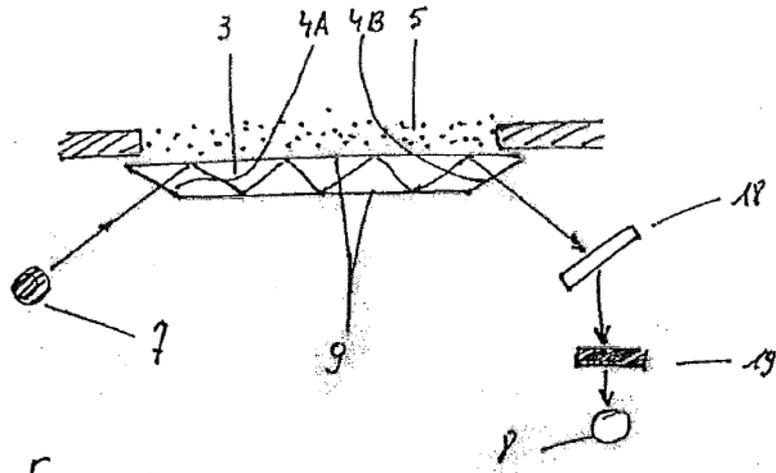


Fig. 6