

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 613 887**

51 Int. Cl.:

G01M 3/20 (2006.01)

G01N 33/28 (2006.01)

H01F 27/40 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **20.12.2010 PCT/BR2010/000423**

87 Fecha y número de publicación internacional: **06.10.2011 WO2011120113**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.12.2010 E 10848637 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.12.2016 EP 2553416**

54 Título: **Sistema y método para monitorizar gases emanados en transformadores de potencia enfriados por aceite y similares**

30 Prioridad:

02.04.2010 US 753252

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

26.05.2017

73 Titular/es:

**SANTOS, EDUARDO PEDROSA (100.0%)
Praça Claudino Alves, 141 - Centro
CEP-12940-800 Atibaia - SP, BR**

72 Inventor/es:

SANTOS, EDUARDO PEDROSA

74 Agente/Representante:

ALBERTO, Paz Espuche

ES 2 613 887 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

Sistema y método para monitorizar gases emanados en transformadores de potencia enfriados por aceite y similares

5 CAMPO TÉCNICO

Este sistema y método tiene como objetivo monitorizar continuamente y en tiempo real la concentración de los gases disueltos en el aceite aislante de equipos de alta tensión, tales como transformadores de potencia, reactores, bornes capacitivos, transformadores de corriente, transformadores de potencial y otros, con el fin de detectar rápidamente la producción de averías cuando están todavía en un etapa incipiente, evitando por tanto fallos catastróficos, seguidos frecuentemente por explosión y fuego, que pueden provocar riesgos para el personal de funcionamiento y mantenimiento y pueden conducir a la pérdida completa de los equipos de alta tensión implicados.

15 INTRODUCCIÓN

Los transformadores de potencia, reactores, bornes capacitivos así como otros equipos de alta tensión se usan ampliamente en sistemas de generación, transmisión y distribución de energía eléctrica, en los que realizan varias funciones esenciales, de tal manera que la continuidad del suministro de potencia depende, en su mayor parte, de la fiabilidad de tales equipos.

Los equipos de alta tensión mencionados anteriormente usan frecuentemente, como medios de aislamiento y disipación de calor, algún tipo de o bien aceite o bien líquido aislante, que puede ser aceite mineral (derivado de petróleo), aceite vegetal (obtenido a partir de la soja, a partir del girasol o a partir de otra fuente) o silicona, entre otros, denominados a partir de este momento simplemente o bien "aceite aislante" o bien "aceite". Todas las partes activas de los equipos (núcleo, devanados, aislamientos, etc...) se sumergen en aceite aislante, con el fin de impregnar el papel y garantizar el aislamiento eléctrico del conjunto, proporcionando además el enfriamiento de las partes activas por medio de tal circulación de aceite en radiadores de calor.

Por tanto, cualquier avería interna surgida ocasionalmente en un equipo, tal como puntos de sobrecalentamiento, falsos contactos, descargas parciales, arcos y otros pueden provocar o bien la ruptura molecular del aceite o bien del papel, generando gases que se disolverán en el aceite. Los tipos y el volumen de los gases generados dependen de la clase de avería, de su gravedad, de la energía que pueden liberar así como de los materiales implicados en tal avería (aceite, papel, cobre, etc...).

Por tanto, la medida de estos gases disueltos en los equipos puede usarse como una herramienta para un diagnóstico del estado de tales equipos, permitiendo estimar la existencia (o no) de defectos ocasionales, su naturaleza y su intensidad. Con tales medidas a mano, pueden usarse varias técnicas para tal análisis de datos así como para obtener un diagnóstico sobre el estado de los equipos (transformador, reactor, etc.). Por motivos de claridad, pueden mencionarse entre otras las metodologías de la norma internacional IEC 60599 - *Mineral oil-impregnated electrical equipment in service - Guide to the interpretation of dissolved and free gases analysis* así como la técnica de Duval.

Tal medida se ha realizado tradicionalmente, al menos desde la década de los 60, por medio de un análisis de laboratorio de una muestra de aceite tomada de los equipos, de la que se extraen los gases disueltos y se analizan con cromatografía de gases. Más recientemente, comenzando en la década de los 80, aparecieron los primeros monitores de gas en línea, que se instalan permanentemente en los equipos de alta tensión en los que miden continuamente los gases disueltos en tiempo real.

Debido a la importancia de los equipos de alta tensión para la fiabilidad de la generación, transmisión y distribución de energía eléctrica, la monitorización en línea de gases disueltos en aceite aislante se ha vuelto una práctica cada vez más común para el diagnóstico así como el pronóstico en tiempo real del estado de los equipos, ya que permite detectar y diagnosticar averías ocasionales con una eficacia y rapidez mayores que el análisis de laboratorio de muestras, evitando por tanto interrupciones en el suministro de potencia, o, en otras palabras, evitando apagones.

55 ESTADO DE LA TÉCNICA

Los dispositivos y sistemas usados en el estado de la técnica para la medida en línea de gases disueltos en aceite aislante de equipos de alta tensión, tales como transformadores de potencia por ejemplo, pueden dividirse en dos categorías principales: a) dispositivos basados en la extracción y devolución de muestras de aceite del y al depósito de transformador mediante tuberías externas y b) dispositivos que entran en contacto con el aceite aislante por medio de sólo una válvula de gran diámetro en el depósito de transformador, tal como se describe a continuación.

Uno de los dispositivos usados en el estado de la técnica para la medida en línea de gases disueltos en el aceite aislante de equipos de alta tensión, tales como un transformador de alta tensión, y que encaja en la primera categoría mencionada, puede verse en la patente estadounidense n.º 6.391.096, usado comercialmente en el

producto "monitor de transformador en línea serie TM", de Serveron Corporation. Tal como se ilustra en la documentación de producto mencionada, la referencia n.º [1] adjunta, su funcionamiento está basado en la circulación en su interior de un muestreo del aceite del transformador, que se realiza por medio de una tubería de entrada que se conecta a una válvula en la pared de depósito del transformador y empuja el aceite al interior de los equipos, en los que el gas se extrae del aceite y se envía a un sistema de medida de concentración de gases, retornando tras ello el aceite al transformador a través de una tubería de salida que se conecta a una segunda válvula en la pared de depósito del transformador.

Una bomba en el interior de los equipos de monitorización fuerza a que el aceite extraído de una de las válvulas de depósito de transformador circule, pasando a través del sistema de medida de gases disueltos hasta su retorno a la segunda válvula de depósito, con el fin de obtener un muestreo de aceite cuyo contenido de gases disueltos sea muy representativo de los fenómenos que se producen en el interior del transformador. Sin embargo, esto se obtiene aumentando los riesgos de fuga de aceite a lo largo del circuito cerrado en el que circula tal aceite, debido al gran número de elementos así como de las conexiones selladas necesarias, que incorporan dos válvulas en la pared de depósito de transformador, las conexiones de tuberías a estas dos válvulas así como las conexiones de las mismas tuberías a los equipos de medida, además de las conexiones en el interior de los equipos de medida. Además del mayor número de conexiones y elementos de sellado necesarios, una disposición de este tipo contribuye a un mayor riesgo de fugas también debido a la longitud de varios metros de las tuberías mencionadas, que están, por tanto, expuestas a un mayor riesgo de daños accidentales durante los trabajos de mantenimiento del transformador, en los que la subida y bajada de personal de mantenimiento sobre sus paredes laterales así como el paso del mismo personal sobre su cubierta superior realizando diversas tareas en tales lugares, habitualmente usando herramientas pesadas, es muy común.

Otra característica del estado de la técnica mencionado es la necesidad de usar dos cilindros de gas cerca de los equipos de medida de gases disueltos en aceite, con la finalidad de gas portador para el procedimiento de medida de cromatografía de gases así como de gas de comprobación para la calibración del mismo procedimiento. La existencia de tales dos cilindros trae consigo la necesidad de su sustitución periódica, ya que sus contenidos se consumen gradualmente durante el funcionamiento del sistema de medida. Por tanto, se incorpora un nuevo elemento que requiere un mantenimiento preventivo (la sustitución de cilindros de gas vacíos por llenos) al sistema de monitorización de gases disueltos, que tiene originalmente como una de sus finalidades la de modificar la filosofía de mantenimiento del transformador de preventiva (basándose en el tiempo de funcionamiento) a predictiva (basándose en el estado de los equipos). Cuando se tiene en consideración que sólo un concesionario de energía eléctrica puede tener o bien cientos o bien incluso miles de transformadores en su base instalada, además de otros equipos de alta tensión sumergidos en aceite, la simple sustitución periódica de cilindros puede suponer una gran medida, con la necesidad de crear equipos profesionales específicos para ocuparse de los equipos de monitorización de gases en tiempo real, lo que provoca por consiguiente un aumento en los costes de mantenimiento así como una desviación del enfoque de la ingeniería de mantenimiento que siempre debe de dirigirse completamente al transformador.

En la segunda categoría de equipos de monitorización para la monitorización en tiempo real de gases disueltos en aceite, pueden encontrarse dispositivos que entran en contacto con el aceite aislante mediante una única válvula de gran diámetro en el depósito de transformador, tal como los productos "Hydran 201R modelo i" y "Hydran M2", mostrados respectivamente en las referencias adjuntas n.ºs [2] y [3]. Debido al hecho de que el flujo de aceite desde el depósito de transformador al interior de los equipos de medida se realiza mediante una única válvula, tales sistemas requieren que la válvula así como los tubos usados para tal conexión tengan un diámetro relativamente grande, incluso mayor que un diámetro específico mínimo determinado, y que la longitud para el aceite que circula desde el depósito de transformador al interior de los equipos sea lo más corta posible, más corta que una longitud máxima determinada especificada por su fabricante. Por tanto, el objetivo es evitar que el aceite en el interior de los equipos de medida se quede estancado, en el que su contenido de gases disueltos puede no ser ya representativo del estado interno del transformador.

Con el fin de forzar la circulación de aceite entre la parte interna de los equipos y el transformador, también se usan unos medios mostrados en la patente estadounidense n.º 5.773.709, en los que el aceite en el interior de los equipos se calienta y enfría cíclicamente con el fin de restringir su circulación mediante el fenómeno de convección. Sin embargo, el uso requerido de válvulas de diámetro relativamente grande hace que, en varias instalaciones de transformadores ya en funcionamiento, la válvula de vaciado o drenaje de depósito sea la única opción disponible, ya que es la única válvula de gran diámetro presente. Sin embargo, la ubicación de la válvula de drenaje en el punto de depósito más inferior, en un nivel por debajo de la parte activa, en el que se genera el calor que provoca la circulación de aceite en el interior del transformador, puede conducir a que el aceite se estanque en el mismo, y que la circulación provocada por el calentamiento de los equipos de medida sea puramente local, y, por tanto, poco representativa de los gases disueltos en la parte restante del transformador. Además, a veces la válvula de drenaje ya se usa en otras tareas, tales como la circulación de aceite o bien en máquinas de regeneración por termovaciado de aceite o bien en otras, lo que obliga a retirar y reinstalar los equipos de medida cada vez que se necesita el uso de la válvula.

En el estado de la técnica actual de los equipos de monitorización de gases disueltos, se usan frecuentemente membranas semipermeables en la extracción del gas disuelto en aceite. Tales membranas tienen una porosidad tal que, a pesar de permitir que uno o más gases se muevan a través de las mismas, impiden que el aceite las atraviese. Por tanto, se usa una construcción en la que el aceite aislante está situado en un lado de la membrana y un entorno gaseoso está situado en el otro lado, en la que se medirán los gases extraídos del aceite. Dado que el lado de membrana en el entorno gaseoso está habitualmente a, o cerca de, la presión atmosférica, la membrana está sometida a, y debe soportar, la diferencia de presión entre el aceite y la atmósfera. En la mayoría de las aplicaciones, y en condiciones de funcionamiento normal, la presión de aceite tiene que ser igual a la presión atmosférica más la presión hidrostática de la columna de aceite, habitualmente de algunos metros. En tal caso, la diferencia de presión que debe soportarse por la membrana es simplemente la presión correspondiente a la altura de columna de aceite, que es relativamente baja. Sin embargo, pueden surgir situaciones en las que tal diferencia de presión aumenta significativamente, lo que puede dañar la membrana y provocar una fuga de aceite a través de la misma, lo que pone fuera de servicio los equipos de monitorización del estado de la técnica y provoca el vertido de aceite al entorno. Ejemplos de situaciones que pueden provocar tales daños a la membrana son la creación de vacío en el interior del depósito de transformador durante pruebas o procedimientos de tratamiento de aceite, y una presión o vacío excesivos que se producen, respectivamente, durante la instalación o la retirada de la válvula del transformador de los equipos de monitorización sin abrir el orificio de purga de aire para permitir un equilibrio de presión entre el interior de la válvula y el entorno.

Desventajas del estado de la técnica:

- En el caso de sistemas con sistemas de circulación de tubos, los riesgos de fuga altos a lo largo del sistema de circulación cerrado de aceite, debido al gran número de elementos y conexiones necesarios así como la gran longitud de tuberías, que están expuestos a daños accidentales;

- En el caso de sistemas con conexión a una única válvula, el requisito de usar una válvula de un diámetro relativamente grande que aumentará los costes de instalación de nuevos transformadores;

- Todavía debido al requisito de usar una válvula de gran diámetro, la obligación de una conexión a la válvula de drenaje del transformador en muchas instalaciones realizadas en el transformador ya en funcionamiento, obligando a la retirada del sistema de monitorización cada vez que la válvula debe usarse en otra aplicación;

- En el caso de instalación en la válvula de drenaje, el riesgo de que la medida de los gases disueltos se realice en aceite estancado, poco representativo de los fenómenos que se producen en el transformador, lo que conducirá a un diagnóstico de baja calidad;

- El uso, en algunos sistemas de monitorización, de cilindros de gas que deben sustituirse periódicamente, incorporando un nuevo elemento que requerirá un mantenimiento preventivo periódico, cuando la finalidad de la monitorización es eliminar el mantenimiento periódico. Dado que una red de distribución de energía eléctrica puede tener cientos o miles de transformadores, habrá cientos o miles de cilindros en los que realizar el mantenimiento, lo que también contribuye a desviar el enfoque de los profesionales de mantenimiento de sus tareas principales;

- El riesgo de daños a la membrana semipermeable de los equipos de monitorización en el caso de una sobrepresión o vacío que puede producirse o bien cuando se instala y se retira el sistema o bien cuando el transformador se somete a mantenimiento y pruebas;

- Los riesgos de contaminación del entorno en el caso de fuga de aceite aislante, debido a los factores mencionados anteriormente;

- Debido a los altos costes asociados a los sistemas de monitorización del estado de la técnica, la inviabilidad económica de su uso en un transformador de tamaño pequeño y otros equipos usados por miles en los sistemas de distribución de energía eléctrica, dejando estos equipos desprovistos de monitorización en línea y sujetos a fallos catastróficos.

DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

La invención tiene como objetivo monitorizar continuamente y en tiempo real la concentración de gases en el aceite aislante en equipos de alta tensión, tales como, por ejemplo, transformadores de potencia, reactores, bornes capacitivos, transformadores de corriente y potencial entre otros, realizada por medio de un orificio de diámetro reducido, sin necesidad de ninguna tubería a lo largo del transformador, lo que garantizará el acceso a una muestra de aceite que será la más representativa de lo que puede estar sucediendo en el interior de los equipos de alta tensión.

Ventajas de la invención:

- Reducción del riesgo de fuga eliminando las tuberías de circulación de aceite;
- Posibilidad de usar válvulas o orificios de diámetro pequeño para la instalación del sistema de monitorización de gases, reduciendo por tanto costes y evitando ocupar la válvula de drenaje, permitiendo al mismo tiempo su instalación en partes con buena circulación de aceite, tales como radiadores de calor;
- Posibilidad de ajustar la profundidad de los orificios de recogida de aceite, situándolos de manera precisa en sitios en los que el aceite será lo más representativo de lo que está sucediendo en el interior de los equipos de alta tensión;
- Calibración de la eliminación de cilindros de gas, usando un sistema de calibración automático que usa el aire del entorno, garantizando por tanto la precisión de las medidas y evitando la necesidad de un mantenimiento de cilindros de gas periódico;
- Eliminación del riesgo de daño de la membrana semipermeable debido a sobrepresión o vacío en el aceite durante la instalación o el mantenimiento del transformador;
- Reducción de riesgos para el entorno por contaminación de aceite en el caso de fugas, tal como se mencionó en los puntos anteriores;
- Sistema de conexión rápida mediante un entrada y tapón retirable, reduciendo los tiempos de instalación y mantenimiento;
- La posibilidad de la construcción de versiones simplificadas, de bajo coste, con sensores para medir sólo algunos gases, tales como uno, dos, tres gases, etc.;
- La posibilidad de crear versiones de muy bajo coste, que actúan sólo como un “interruptor de gas” para alarma, permitiendo monitorizar transformadores de tamaño pequeño y otros equipos usados por miles en la distribución de energía.

La presente invención se refiere, en un primer aspecto, a un sistema para monitorizar gases disueltos en aceite aislante de transformadores de potencia, reactores, cambiadores de tomas en carga, transformadores de corriente, transformadores de potencial, bornes capacitivos así como equipos de alta tensión similares sumergidos en aceite, que tiene una barra rígida cilíndrica, dotada de un dispositivo de anclaje para su fijación a un orificio que proporciona acceso al aceite de los equipos de alta tensión, para que el extremo inferior de la barra se inserte a través del orificio hasta que alcanza un lugar en el que hay una circulación de aceite natural, teniendo tal extremo de la barra dos orificios diametralmente opuestos, uno para la entrada de aceite y el otro para la salida de aceite; conectándose por estos orificios a tuberías de circulación de aceite, que están situadas axialmente en el interior de la barra y paralelas entre sí; fijándose de manera rígida por el extremo superior al cuerpo principal, en cuyo interior hay dos cámaras de aceite, conectándose cada una a las tuberías, estando interconectadas ambas cámaras de aceite en sus partes superiores por medio de una bomba de circulación de aceite, que está controlada por el microprocesador, que la enciende y la apaga según un programa presente en su software; forzando mediante la bomba de aceite, cuando está en funcionamiento, que la circulación de aceite, que entra a través del orificio de entrada, se mueva a través de la tubería de entrada, entre en la primera cámara de aceite, pase a través de la bomba, entre en la segunda cámara de aceite, pase a través de la tubería de salida y retorne a los equipos de alta tensión después de haber abandonado el orificio de descarga; teniendo cada una de las cámaras de aceite una o más de sus paredes constituidas por membranas hechas de material semipermeable, que permite que el gas disuelto en aceite se permee en las cámaras de gas, que están interconectadas por un canal; teniendo la cámara de gas, uno o más sensores para la medida de la concentración de los gases en cuestión que se pretende que se monitoricen, estando selladas herméticamente las cámaras de gas, haciendo que la concentración de gases en su interior sea directamente proporcional a la concentración de gases disueltos en aceite, de tal manera que las medidas de concentración realizadas por los sensores pueden usarse por el microprocesador para el cálculo en su software de los mismos gases en la concentración de aceite; teniendo una bomba de aire que, por medio de la válvula de retención de entrada y escape obtiene oxígeno del aire atmosférico para garantizar la presencia de oxígeno en las cámaras de gas, estando controlada la bomba de aire por el microprocesador, que la enciende y la apaga de manera intermitente y cíclica, según un programa presente en el software procesado por el microprocesador.

Otras realizaciones de la invención se describen según las reivindicaciones adjuntas.

DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

Figura 1: interfaz del sistema de monitorización de los gases en aceite con equipos de alta tensión;

Figura 2: detalles del sistema de monitorización de los gases en aceite;

65

Figura 3: detalles de la membrana semipermeable;

Figura 4: detalles del dispositivo de anclaje;

5 Figura 5: instalación en tuberías de radiadores de calor;

Figura 6: instalación alternativa en tuberías de radiadores de calor, que no forma parte de la invención;

Figura 7: diagrama de bloques de los circuitos.

10

DESCRIPCIÓN DE ALGUNAS REALIZACIONES

15 La nueva invención descrita en el presente documento trata de un “sistema para monitorizar gases disueltos en aceite aislante de transformadores de potencia, reactores, cambiadores de tomas en carga, transformadores de corriente, transformadores de potencial, bornes capacitivos así como equipos de alta tensión similares sumergidos en aceite”, que consiste principalmente en un sistema que está acoplado a un único orificio para el acceso a aceite aislante, siendo tal orificio de diámetro pequeño y evitando el uso de tuberías a lo largo del transformador, lo que permite su instalación, por ejemplo, en los orificios presentes en radiadores de purga de aire, garantizando por tanto al sistema de monitorización el acceso a un muestreo de aceite que representará de manera excelente lo que está sucediendo en el interior de los equipos de alta tensión. Además, permitiendo una instalación sencilla y segura en los equipos de alta tensión, tal sistema tiene también el recurso de calibración automática así como varias interfaces de usuario posibles, tanto analógicas como digitales.

25 Más particularmente, haciendo referencia a la figura 1, el sistema (1) de monitorización de gases descrito en el presente documento está compuesto por una barra (2) cilíndrica rígida, dotada de un dispositivo (3) de anclaje para su fijación a un orificio (4) que permite el acceso al aceite (O) de los equipos (5) de alta tensión, de modo que el extremo (6) inferior de la barra (2) puede insertarse a través del orificio (4) hasta alcanzar un lugar en el que la circulación de aceite (O) ya existe de manera natural, teniendo tal extremo (6) de barra dos aberturas (7, 8) diametralmente opuestas, una para la entrada (7) de aceite y el otro para la descarga (8) de aceite.

30 Tal como muestra la figura 2, en la que el sistema de monitorización de gases puede verse en sección transversal, cada una de las aberturas (7, 8) está conectada a una tubería (7', 8') para la circulación de aceite, estando situada tal tubería (7', 8') axialmente en el interior de la barra (2) y siendo ambas paralelas entre sí. El extremo superior de la barra (2) está fijado a un cuerpo (9) principal, en cuyo interior hay dos cámaras (10, 11) de aceite, cada una conectada a una de las tuberías (7', 8') de circulación de aceite. Ambas cámaras (10, 11) de aceite, a su vez, están interconectadas en su parte superior por medio de una bomba (12) de circulación de aceite. Tal bomba (12) de aceite está controlada por un microprocesador (13), que la enciende o la apaga según un programa en su software (14). Cuando la bomba (12) de aceite está en funcionamiento, fuerza a que el aceite (O) circule, entrando a través del orificio (7) de entrada, desplazándose a través de la tubería (7') de entrada, entrando en la primera cámara (10) de aceite, pasando a través de la bomba (12), entrando en la segunda cámara (11) de aceite, pasando a través de la tubería (8') de salida y retornando finalmente a los equipos de alta tensión (no mostrados) después de haber abandonado el orificio (8) de descarga.

45 Observando un poco más la figura 2, la parte superior del cuerpo (9) principal está dotada de una válvula (15) de purga de aire pequeña, que mantiene el contacto con la parte superior de la cámara (11) de aceite así como con la salida de aceite de la bomba (12), con el fin de permitir la eliminación, o purga, del aire presente en el interior de las cámaras (10, 11) de aceite y tuberías (7', 8') en el mismo momento de la instalación, garantizando de esta manera su completo llenado con aceite. Cuando se abre la válvula (15) de purga, el aceite asciende en el interior de las cámaras (10, 11) y tuberías (7', 8'), expulsando el aire a través de la boquilla (16). Tal disposición puede usarse también para la recogida de muestras de aceite para el análisis de laboratorio, acoplando una jeringa de muestreo (no mostrada) a la boquilla (16), para que el aceite expulsado a través de la boquilla llene la jeringa cuando se abra la válvula (15).

50 Según la figura 2, cada una de las cámaras (10, 11) de aceite tiene una o más paredes constituidas por membranas (17, 18) de un material semipermeable, que permite que el gas disuelto en el aceite (O) se permee en las cámaras (10', 11') de gas, que están interconectadas por un canal (19). En la cámara (10') de gas están instalados uno o más sensores (20) para medir la concentración del gas objeto de interés para monitorizar, tal como, por ejemplo, hidrógeno, monóxido de carbono, dióxido de carbono, metano, etano, etileno y acetileno, entre otros. Dado que las cámaras (10', 11') de gas están selladas herméticamente, la concentración de gases en su interior es directamente proporcional a los gases disueltos en el aceite (O), de modo que la medida realizada por los sensores (20) puede usarse por el microprocesador (13) para calcular esta concentración de gases en el aceite (O).

60 Dado que la circulación forzada del aceite (O), en contacto con las membranas (17, 18), por medio de la bomba (12) de aceite, aumenta muchísimo la eficacia de la permeación de los gases a través de las membranas, no habrá necesidad de un funcionamiento continuo de la bomba (12) de aceite para obtener un volumen suficiente de gases

65

disueltos en el aceite (O) en las cámaras (10', 11') de gas para permitir que los sensores (20) lean sus concentraciones. De esta manera, se hace posible aumentar la vida útil de la bomba (12) de aceite haciéndola funcionar de manera intermitente y cíclica, encendiéndola durante un periodo de tiempo determinado y apagándola durante un segundo periodo de tiempo. Esto se realiza mediante el software (14) procesado por el microprocesador (13), en el que tales periodos de tiempo están programados previamente con el fin de garantizar un volumen de gases disueltos en el aceite (O) suficiente para permitir que su medida se permee a través de las membranas (17, 18).

Considerando todavía la figura 2, un sensor (21) de humedad está instalado en el camino de circulación del aceite (O), para medir la saturación relativa de agua disuelta en el aceite (O), y para informar de tal medida al microprocesador (13). En el mismo lugar, está instalado un sensor (22) de temperatura, que suministrará al microprocesador (13) información de temperatura del aceite (O). El microprocesador (13), después de recibir la saturación relativa de agua así como medidas de temperatura del aceite, procederá en su software (14) a calcular la concentración de agua en el aceite (O) en partes por millón. Tales medidas también permiten que el microprocesador (13) realice cálculos en su software (14) que tienen como objetivo compensar y corregir cualquier influencia ocasional que las variaciones de la saturación de agua así como de saturación de temperatura del aceite (O) puedan provocar en las medidas de los sensores (20) de gases, permitiendo por tanto la medida precisa de gases en cualquier condición de temperatura y humedad.

Haciendo referencia a la figura 2, en casos en los que los sensores (20) de gases requieren oxígeno para su funcionamiento adecuado, la presencia de tal elemento en las cámaras (10', 11') de gas se garantiza mediante la bomba (12') de aire, que obtiene oxígeno del aire (A) atmosférico. La bomba (12') de aire está controlada por el microprocesador (13), que la enciende y la apaga según el programa en su software (14). Cuando se haga funcionar la bomba (12') de aire, el vacío generado en su entrada forzará a que la válvula (23) de retención de entrada se abra, creando por tanto un flujo (A) de aire que pasa a través del orificio (24) de entrada de aire, a través del filtro (25) para las partículas así como la retención de humedad, a través de la válvula (23) de retención de entrada y a través de la bomba (12') de aire, entrando tras ello en la cámara (10') de gas. Tal flujo (A) de aire, cuando entra en la cámara (10') de gas, crea una presión positiva en la misma, lo que conduce a que la válvula (26) de retención de escape se abra, permitiendo que el aire (A) salga a través del filtro (25') de aire así como permitiendo que el orificio (24') de escape de aire se abra, con el fin de evitar una presión excesiva en el interior de la cámara de gas y permitiendo la renovación de aire en su interior, lo que garantiza una concentración de oxígeno constantemente igual a la encontrada en la atmósfera. Con el fin de evitar que los gases que se pretende que se midan se expulsen completamente de la cámara (10') de gas, la bomba (12') de aire funciona de manera intermitente y cíclica, tal como está programada en el software (14) procesado por el microprocesador (13), para que la bomba de aire se encienda durante un periodo de tiempo determinado y se apague durante un segundo periodo de tiempo. Tales periodos de tiempo están programados previamente en el software de control de microprocesador (13) con el fin de que la bomba (12') de aire se mantenga apagada durante la mayor parte del tiempo (situación en la que la válvula (23) de retención de entrada y la válvula (26) de retención de escape están cerradas por sus resortes (27) internos, manteniendo ambas cámaras (10', 11') de gas selladas herméticamente y evitando por tanto que los gases que se permean en las membranas (17, 18) se dispersen a la atmósfera así como permitiendo que sus concentraciones en las cámaras (10', 11') de gas se equilibren con la concentración de los mismos gases disueltos en el aceite (O)) y se encienda durante periodos cortos para garantizar el suministro de oxígeno al interior de la cámara (10', 11') de gas.

Por otro lado, la bomba (12') de aire permite también un procedimiento de calibración automática del sistema (1) de monitorización de gas. Para tal finalidad, la bomba (12') de aire se enciende durante un periodo de tiempo lo suficientemente largo para expulsar todo el volumen de gas en el interior de las cámaras (10', 11') de gas y sustituirlo por aire (A) atmosférico, conociéndose las concentraciones de los gases medidas por los sensores (20), permitiendo que el software (14) de control en el microprocesador (13) compare las medidas de los sensores (20) con los valores de concentraciones conocidos, calculando errores de las medidas y restando estos de aquellas, de tal manera que las medidas se corregirán y coincidirán con los valores de concentración de gases conocidos en la atmósfera. Debido al hecho de que, durante el procedimiento de calibración automática descrito, las medidas de los gases disueltos en el aceite (O) se interrumpen, este procedimiento debe realizarse a intervalos relativamente grandes, como por ejemplo, una vez al día o una vez a la semana, ya que el software (14) procesado en el microprocesador (13) permite que el usuario programe la periodicidad de la calibración automática.

Tal como se detalla en la figura 3, en la que se muestra la sección transversal A-A designada en la figura 2, las membranas (17, 18) semipermeables tienen, en su lado en contacto con el aceite (O), un conjunto de aletas (28) de soporte que tocan la membrana (17, 18), estando separadas entre sí tales aletas (28) con el fin de permitir que el aceite (O) pase a través de los espacios entre las mismas. En el caso de la producción de vacío en el aceite (O), tales aletas (28) actúan como soportes para las membranas (17, 18), soportándolas con el fin de evitar que se estiren y que estén sometidas a fuerzas excesivas, lo cual puede conducir a su ruptura, provocando una fuga de aceite (O). De manera similar, en el lado opuesto de las membranas (17, 18), a un lado de las cámaras (10', 11') de gas, hay placas (29) de soporte fijadas al cuerpo (9) principal, teniendo tales placas (29) de soporte un gran número de agujeros (30), que permiten que el gas permeado a través de las membranas (17, 18) alcance las cámaras (10', 11') de gas. En el caso de una producción de sobrepresión en el aceite (O), tales placas (29) de soporte actuarán

como soportes para las membranas (17, 18), soportándolas con el fin de evitar que se estiren y que se sometan a fuerzas excesivas lo cual puede provocar una fuga de aceite (O) de la misma manera.

5 La figura 4 muestra una sección transversal del dispositivo (3) de anclaje, con la barra (2) en su interior. En tal figura puede observarse que, para garantizar que el orificio (7) de entrada de aceite (O) así como el orificio (8) de salida de aceite (O) en el extremo (6) de la barra (2) estén situados adecuadamente en una zona en la que existe circulación de aceite de equipos de alta tensión, el dispositivo (3) de anclaje tiene un agujero cilíndrico en su centro que permite que la barra (2) se mueva libremente en su propia dirección axial, a lo largo de toda su longitud, variando por tanto la profundidad (31) en la que están situados el orificio (7) de entrada y el orificio (8) de salida con respecto a la abertura (4) del depósito (5) de los equipos, en el que está empernado el dispositivo (3) de anclaje. Tras haber ajustado la profundidad (31), la barra (2) se mantiene firmemente sujetando la tuerca (32), que empuja hacia abajo el anillo (33), con forma de cuña y hecho de un material o bien metálico o bien elástico, de tal manera que presionará radialmente tanto la barra (2) como el dispositivo (3) de anclaje, impidiendo que la barra (2) se mueva en el interior del dispositivo (3) de anclaje y evitando por tanto que la profundidad (31) se modifique accidentalmente. Para mayor seguridad, el extremo (6) inferior de la barra (2) tiene un diámetro mayor que el resto de la barra (2) así como mayor que el agujero central del dispositivo (3) de anclaje, impidiendo por tanto que la barra (2) se separe del dispositivo (3) de anclaje, evitando de este modo que haya una fuga de aceite (O) como, por ejemplo, en el caso de sobrepresión del aceite (O). Para evitar la fuga de aceite (O) a través del pequeño espacio entre la barra (2) y el agujero central del dispositivo (3) de anclaje, este tiene una cavidad (34) en su parte inferior en la que está instalado un sello (35) de borde, que mantiene una presión radial en la barra (2), evitando que pase el aceite (O), a pesar de permitir el movimiento axial de la barra (2).

25 Como puede observarse en las figuras n.^{os} 1, 2 y 4, la manera de muestreo de aceite usada por el sistema (1) de monitorización de gas descrito en el presente documento permite usar un único orificio (4) para su conexión a los equipos (5) de alta tensión (siendo posible que el orificio (4) esté dotado de una válvula del tipo de apertura completa, habitualmente válvula esférica o de compuerta), permitiendo además que tenga un diámetro tan reducido como se desee, siendo 1/2 pulgada el diámetro usado normalmente.

30 Tal como muestra la figura 5 muestra, el diámetro pequeño necesario para el orificio (4) permite que el sistema (1) de monitorización de gases se instale o bien en las tuberías (36) superiores o bien en las tuberías (37) inferiores de los radiadores (38) de calor de un transformador de potencia o de un reactor (39), en los orificios (4) de un diámetro pequeño, presente en las tuberías (36) superiores para la retirada de aire del interior de los radiadores (38) durante la operación de llenado de aceite (O) del transformador y en las tuberías (37) inferiores para el vaciado del mismo radiador (38) con finalidades de mantenimiento. Por tanto, el sistema (1) de monitorización de gases recoge su muestra en un flujo de aceite (O) completamente representativo del estado en el interior del transformador (39), ya que tal flujo de aceite avanza directamente desde la parte (40) activa de los equipos (39), estando provocado este flujo por el calor en esta misma parte (40) activa (núcleo y devanados) por efecto de convección, lo cual hace que el aceite (O) caliente que entra a través de las tuberías (36) superiores, pase a través de los radiadores (38) y retorne enfriado al transformador (39) a través de las tuberías (37) inferiores, siendo posible todavía el uso, en algunas aplicaciones, de bombas (no mostradas) para una circulación de aceite forzada a través de los radiadores (38), creando un flujo incluso mayor. A pesar de que la figura 5 ilustra el monitor (1) de gases en el orificio (4) de las tuberías (36) superiores, también es posible instalar el monitor (1) de gases en el orificio (4) de las tuberías (37) inferiores.

45 Por tanto, haciendo referencia a las figuras n.^{os} 2 y 5, las tuberías (7', 8') de circulación de aceite son de una longitud bastante reducida, debido al hecho de que el cuerpo (9) principal del sistema (1) de monitorización de gases está fijado directamente al extremo de la barra (2), evitando que tales tuberías (7', 8') se extiendan a lo largo de las paredes y/o a lo largo de la cubierta (39) del transformador, en las que pueden dañarse durante las operaciones de mantenimiento, además de estar protegidas en la parte interior de la barra (2).

50 Tal como muestra el diagrama de bloques de la figura 7, el sistema (1) de monitorización de gases disueltos en aceite está equipado con una pantalla (42), conectada al microprocesador (13), para la indicación local de los valores de concentración de gases disueltos en aceite, temperatura del aceite, saturación relativa de agua en aceite y concentración de agua disuelta en de aceite, entre otros, y con un teclado (43) para ajustes locales por parte del usuario. Para la indicación remota de esta misma información, el sistema (1) tiene dos salidas (44) analógicas, del tipo 4-20 mA por ejemplo, que están controladas por el microprocesador (13), que también hace funcionar unos relés (45) de salida para la indicación de varias alarmas, tales como concentraciones de gases o bien altas o bien muy altas, saturación de agua en aceite o bien alta o bien muy alta así como altas tasas de aumento de la concentración de gases así como del contenido de agua en el aceite. También hay puertos (46) de comunicación en serie asociados al microprocesador (13), tipos de USB, RS232, RS485 u otros, por ejemplo, que permiten la lectura remota de todas las medidas, por medio de un ordenador remoto de adquisición de datos (no mostrado), además de circuitos (47) para la transmisión remota de medidas por medio de ondas de radio, en estándares Wi-fi, Zigbee, Bluetooth u otros, por mencionar sólo posibles ejemplos. Para la facilidad de instalación y retirada, todas las conexiones eléctricas requeridas para el funcionamiento del sistema (1) de monitorización de gases se realizan por medio de una salida (48) fijada permanentemente al cuerpo (9) principal, a la que está conectada un tapón (49)

retirable, al que el usuario conectará todo el cableado (50) requerido, encerrando ahí una tensión de alimentación auxiliar para el sistema, señales de salida analógicas así como relés de alarma y puertos de comunicación en serie, entre otros.

- 5 El sistema (1) de monitorización de gases también puede construirse en versiones simplificadas de bajo coste, con una única instalación de sensor (20) de gas, para medir sólo la concentración de hidrógeno, por ejemplo, o con dos sensores (20) de gas, para la medida de dos concentraciones de gases (por ejemplo, hidrógeno y monóxido de carbono, sin excluir otras combinaciones), etc., con sensores para tres gases, cuatro gases, etc...
- 10 Además, el sistema (1) de monitorización de gases también puede construirse en una configuración de coste extremadamente bajo, en la que actuará como un "interruptor de gas", es decir, unos equipos dotados de uno o más sensores (20) que tienen la finalidad de detectar sólo la producción de aumentos en gran medida en la concentración de gases seleccionados (por ejemplo, una concentración de gas que alcanza dos o tres veces su valor inicial, no siendo importante realizar ninguna medida precisa de tales concentraciones). Cuando se producen
- 15 tales aumentos de concentraciones abruptos, el sistema (1) de monitorización de gases activa uno o más contactos (45) de salida, informando al usuario acerca de tal suceso, para que tome las medidas requeridas, tales como la recogida de muestras de aceite para el análisis de laboratorio para un diagnóstico preciso de la avería en los equipos de alta tensión. Al contrario que la configuración de hardware completo mostrada en la figura 7 y descrita anteriormente, las partes consideradas como no esenciales pueden eliminarse en esta versión de muy bajo coste,
- 20 tales como la pantalla (42) local, el teclado (43), la salida (44) analógica, los puertos (46) de comunicación en serie así como los circuitos (47) de comunicación por wi-fi, permaneciendo sólo los contactos (45) de salida de alarma. Tal configuración de muy bajo coste tiene como beneficio el hecho de que permite que la monitorización en línea de transformadores de tamaño pequeño y bajo coste y otros equipos de alta tensión, usados por miles en los sistemas de distribución de energía eléctrica, en los que la instalación de sistemas de monitorización de gases completos de
- 25 alto coste es económicamente inviable.

REIVINDICACIONES

1. Sistema para monitorizar gases disueltos en aceite aislante de transformadores de potencia, reactores, cambiadores de tomas en carga, transformadores de corriente, transformadores de potencial, bornes capacitivos así como equipos de alta tensión similares sumergidos en aceite, que tiene
- una barra (2) rígida cilíndrica, dotada de un dispositivo (3) de anclaje para su fijación a un orificio (4) que proporciona acceso al aceite (O) de los equipos (5) de alta tensión, para que el extremo (6) inferior de la barra (2) se inserte a través del orificio (4) hasta que alcance un lugar en el que hay una circulación (O) de aceite natural, teniendo tal extremo (6) de la barra (2) dos orificios (7, 8) diametralmente opuestos, uno para la entrada (7) de aceite y el otro para la salida (8) de aceite;
 - estando conectados estos orificios (7, 8) a tuberías (7', 8') de circulación de aceite, que están situadas axialmente en el interior de la barra (2) y paralelas entre sí;
 - estando fijado de manera rígida el extremo superior de la barra (2) a un cuerpo (9) principal, en cuyo interior hay dos cámaras (10,11) de aceite, conectándose cada una a las tuberías (7', 8'),
 - estando interconectadas ambas cámaras (10, 11) de aceite en sus partes superiores por medio de una bomba (12) de circulación de aceite, que está controlada por un microprocesador (13), que la enciende y la apaga según un programa presente en un software (14);
 - forzando la bomba (12) de aceite, cuando está en funcionamiento, a que la circulación de aceite (O), que entra a través del orificio (7) de entrada, se mueva a través de la tubería (7') de entrada, entre en la primera cámara (10) de aceite, pase a través de la bomba (12), entre en la segunda cámara (11) de aceite, pase a través de la tubería (8') de salida y retorne a los equipos (5) de alta tensión después de haber abandonado el orificio (8) de descarga;
 - teniendo cada una de las cámaras (10, 11) de aceite una o más de sus paredes constituidas por membranas (17, 18) hechas de material semipermeable, que permiten que el gas disuelto en el aceite (O) se permee en las cámaras (10', 11') de gas, que están interconectadas por un canal (19);
 - teniendo la cámara (10') de gas uno o más sensores (20) para la medida de la concentración de los gases en cuestión que se pretende que se monitoricen, estando selladas herméticamente las cámaras (10', 11') de gas, haciendo la concentración de gases en su interior directamente proporcional a la concentración de gases disueltos en el aceite (O), de tal manera que las medidas de concentración realizadas por los sensores (20) pueden usarse por el microprocesador (13) para el cálculo mediante su software (14) de la misma concentración de gases en el aceite (O);
 - una bomba (12') de aire que, por medio de la válvula (23) de retención de entrada y la válvula (26) de retención de escape obtiene oxígeno del aire (A) atmosférico para garantizar la presencia de oxígeno en las cámaras (10', 11') de gas, estando controlada la bomba (12') de aire por el microprocesador (13), que la enciende y la apaga de manera intermitente y cíclica, según un programa presente en el software (14) procesado por el microprocesador (13).
2. Sistema según la reivindicación 1, en el que la válvula (23) de retención de entrada se fuerza a abrirse mediante el vacío generado en la entrada de la bomba (12') de aire cuando esta está en funcionamiento, provocando un flujo (A) de aire que pasa a través del orificio (24) de admisión de aire, a través del filtro (25) para la retención de partículas y humedad, a través de la válvula (23) de retención de admisión y a través de la bomba (12') de aire, entrando en la cámara (10') de gas, en la que se genera una presión positiva que conduce a que la válvula (26) de retención de escape se abra, permitiendo la salida del aire (A) a través del filtro (25') así como a través del orificio (24') de escape de aire, con el fin de evitar una presión excesiva en el interior de la cámara (10') de gas y permitir la renovación de aire en su interior, garantizando por tanto una concentración de oxígeno constante igual a la encontrada en la atmósfera; realizándose el funcionamiento de la bomba (12') de aire de manera intermitente y cíclica, tal como está programado en el software (14) procesado por el microprocesador (13), con el fin de encender la bomba de aire durante un periodo de tiempo determinado y apagarla durante un segundo periodo de tiempo, estando programados previamente tales periodos de tiempo en el software de control del microprocesador (13) con el fin de que la bomba (12') de aire se mantenga apagada durante la mayor parte del tiempo, encendiéndose sólo durante periodos de tiempo cortos para garantizar el suministro de oxígeno en el interior de las cámaras (10', 11') de gas; mediante los resortes (27) interiores para cerrar la válvula (23) de retención de admisión así como la válvula (26) de retención de escape cuando la bomba (12') de aire está apagada, manteniendo las cámaras (10', 11') de gas selladas herméticamente y evitando por tanto la dispersión a la atmósfera de los gases que se permean a través de las membranas (17, 18) y haciendo posible que sus concentraciones en las cámaras (10', 11') de gas se equilibren con la concentración de los mismos gases disueltos en aceite (O).
3. Sistema según la reivindicación 1 ó 2, en el que se proporciona una calibración automática del sistema (1) de monitorización de gas por medio del encendido de la bomba (12') de aire durante un periodo de tiempo determinado

- lo suficientemente largo para que todo el gas en el interior de las cámaras (10', 11') de gas se expulse y se sustituya por aire (A) atmosférico con unos valores de concentración de gas conocidos, y produciéndose la medida por los sensores (20), permitiendo que el software (14) de control en el microprocesador (13) compare las medidas de los sensores (20) con los valores de concentraciones conocidos, para calcular los errores de las medidas y descontar estos de aquellas, con el fin de que las medidas se corrijan y coincidan con las concentraciones conocidas de tales gases en la atmósfera, estando controlada la periodicidad de realización del procedimiento de calibración automática por el software (14), procesado en el microprocesador (13), según una configuración realizada por el usuario.
- 5
4. Sistema según la reivindicación 1, en el que la parte superior del cuerpo (9) principal tiene una válvula (15) de purga de aire, que mantiene el contacto con la parte superior de la cámara (11) de aceite así como con la salida de la bomba (12) de aceite, con el fin de permitir la eliminación, o purga, del aire presente en el interior de las cámaras (10, 11) de aceite así como de las tuberías (7', 8') cuando se abre la válvula (15) de purga, expulsándose el aire por la boquilla (16); permitiendo la recogida de muestras de aceite para el análisis de laboratorio, acoplado una jeringa de muestreo a la boquilla (16), con el fin de que el aceite expulsado a través de la boquilla (16) llene la jeringa cuando se abre la válvula (15).
- 10
5. Sistema según la reivindicación 1, en el que un sensor (21) de humedad para la medida de la saturación relativa de agua disuelta en el aceite (O) y un sensor (22) de temperatura de aceite están instalados en el camino de circulación del aceite (O), para que suministren al microprocesador (13) la información de sus medidas, con las cuales el microprocesador (13) puede procesar en su software (14) el cálculo de la concentración de agua en el aceite (O), en partes por millón, así como los cálculos para compensar y corregir las influencias ocasionales que la temperatura de saturación de agua y aceite (O) pueda provocar en las medidas de los sensores (20) de gases.
- 20
6. Sistema según la reivindicación 1, que tiene un conjunto de aletas (28) de soporte a un lado de las membranas (17, 18) semipermeables que está en contacto con el aceite (O), tocando tales aletas las membranas (17, 18) para evitar dañar las membranas (17, 18) semipermeables en el caso de un vacío en el aceite (O) y estando separadas entre sí tales aletas (28) con el fin de permitir que el aceite (O) fluya entre las mismas.
- 25
7. Sistema según la reivindicación 1 ó 6, que tiene placas (29) de soporte fijadas al cuerpo (9) principal, en contacto con las membranas (17, 18) a un lado de las cámaras (10', 11') de gas para evitar dañar las membranas (17, 18) en el caso de una sobrepresión en el aceite (O), estando dotadas tales placas (29) de soporte de un gran número de agujeros (30), que permiten que los gases permeados mediante las membranas alcancen las cámaras (10', 11') de gas.
- 30
8. Sistema según la reivindicación 1, en el que el dispositivo (3) de anclaje tiene un agujero cilíndrico en su centro que permite que la barra (2) se mueva libremente en su dirección axial, a lo largo de toda su longitud, variando por tanto la profundidad (31) a la que están situados el orificio (7) de admisión y el orificio (8) de escape en relación con el orificio (4) del depósito (5) de los equipos, en el que está empernado el dispositivo (3) de anclaje, con el fin de garantizar que el orificio de admisión (7) de aceite y el orificio (8) de escape de aceite (O) en el extremo (6) de la barra (2) estén ubicados adecuadamente en una zona en la que estará presente una circulación de aceite de los equipos de alta tensión; manteniéndose la barra (2) sujetando la tuerca (32), que empuja hacia abajo el anillo (33), con forma de cuña y hecho de un material o bien metálico o bien elástico, para que este último presione radialmente tanto la barra (2) como el dispositivo (3) de anclaje, impidiendo que la barra (2) se mueva en el interior del dispositivo (3) de anclaje y evitando por tanto que la profundidad (31) se modifique accidentalmente; teniendo el extremo (6) inferior de la barra (2) un diámetro mayor que el resto de la barra (2) y mayor que el diámetro del agujero central en el dispositivo (3) de anclaje, con el fin de impedir que la barra (2) se separe del dispositivo (3) de anclaje, evitando por tanto una fuga de aceite (O); teniendo el agujero (3) central del dispositivo de anclaje una cavidad (34) en su parte inferior en la que está instalado un sello (35) de borde, que mantiene una presión radial en la barra (2), evitando por tanto una fuga de aceite (O) a través del pequeño espacio entre la barra (2) y el agujero central del dispositivo (3) de anclaje, a pesar de permitir el movimiento axial de la barra (2).
- 35
9. Sistema según la reivindicación 1 u 8, que permite el uso de un único orificio (4) para la conexión del sistema (1) de monitorización de gas a los equipos (5) de alta tensión, permitiendo también que el orificio (4) tenga un diámetro tan reducido como se desee, haciendo posible que el sistema (1) de monitorización de gas se instale o bien en las tuberías (36) superiores o bien en las tuberías (37) inferiores de los radiadores (38) de calor de o bien un transformador de potencia o bien un reactor (39), en los orificios (4) de pequeño diámetro presentes en las tuberías (36) superiores, para la eliminación de aire del interior de los radiadores (38) durante la operación de llenado del transformador con el aceite (O), así como en las tuberías (37) inferiores para el vaciado de los mismos transformadores (38) con finalidades de mantenimiento.
- 40
- 45
- 50
- 55
- 60
10. Sistema según cualquiera de las reivindicaciones 1, 8 y 9, en el que las tuberías (7', 8') de circulación de aceite no tienen partes expuestas fuera ni del cuerpo (9) principal ni de la barra (2).
- 65
11. Sistema según cualquiera de las reivindicaciones 1, 8 y 9, que permite que, en una disposición alternativa, la admisión (O) de aceite se produzca a través del orificio (7) de admisión en el extremo (6) inferior de la barra (2),

5 instalada en el orificio (4) de las tuberías (36) superiores, y que el escape de aceite se produzca a través del orificio (8) de descarga, que se conecta por medio de las tuberías (41) externas así como del dispositivo (3') de anclaje al orificio (4) presente en las tuberías (37) inferiores de los radiadores (38), permitiendo también la instalación (1) del monitor de gases en el orificio (4) de las tuberías (37) inferiores así como la conexión de las tuberías (41), por medio del dispositivo (3') de anclaje, al orificio (4) de las tuberías (36) superiores, de modo que en este caso el extremo de la barra (2) tendrá un orificio (8) de descarga y las tuberías (41) se conectarán al monitor (1) de gases en su orificio (7) de admisión.

10 12. Sistema según la reivindicación 1, en el que el sistema (1) de monitorización de gases disueltos en aceite está equipado con una pantalla (42), conectada al microprocesador (13), para la indicación local de los valores de concentración de los gases disueltos en aceite, de la temperatura del aceite, de la saturación relativa de agua en el aceite así como de la concentración de agua disuelta en aceite, entre otros, y con un teclado (43) para ajustes locales por parte del usuario; estando dotado el sistema (1) de monitorización de gases de salidas (44) analógicas, controladas por el microprocesador (13), que también hace funcionar relés (45) de salida para la indicación de varias alarmas; teniendo puertos (46) de comunicación en serie, asociados al microprocesador (13), que permiten la lectura remota de todas las medidas, por medio de un ordenador remoto de adquisición de datos, además de circuitos (47) para la transmisión remota de medidas por medio de ondas de radio; realizándose todas las conexiones eléctricas requeridas para el funcionamiento del sistema (1) de monitorización de gases por medio de una salida (48) fijada permanentemente al cuerpo (9) principal, a la que está conectada un tapón (49) retirable, al que el usuario puede
20 conectar todo el cableado (50) requerido.

FIG 1

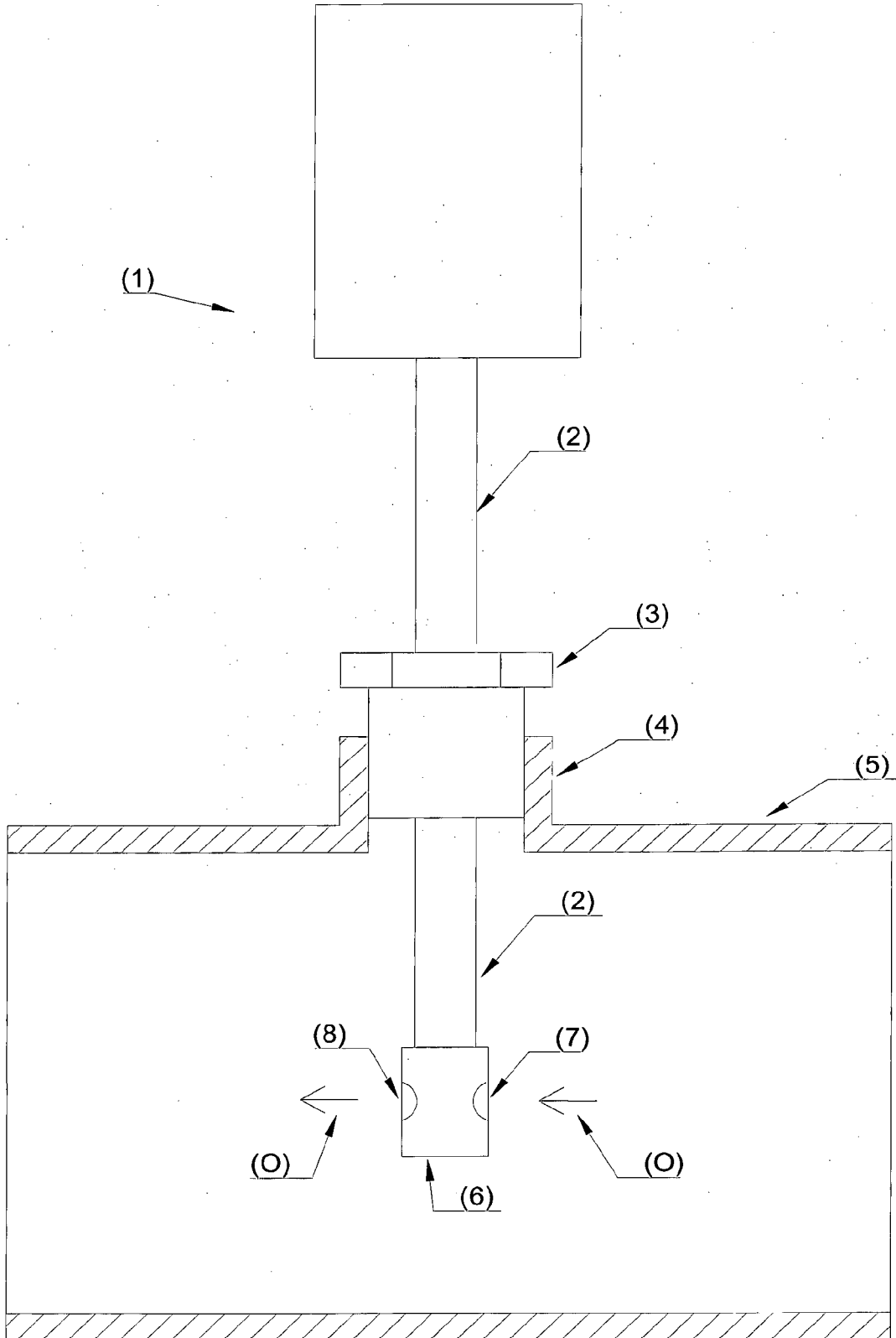


FIG 2

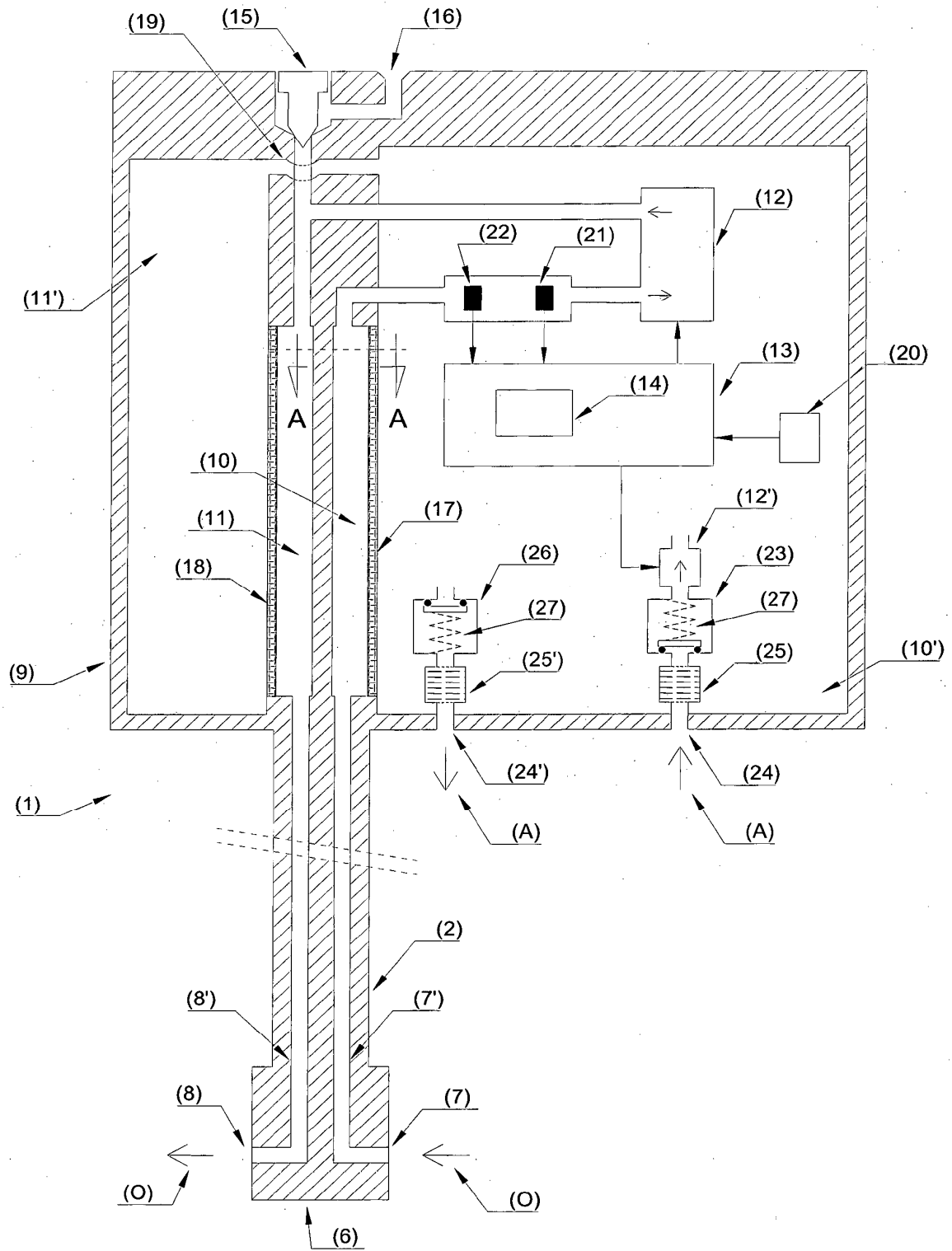


FIG 3

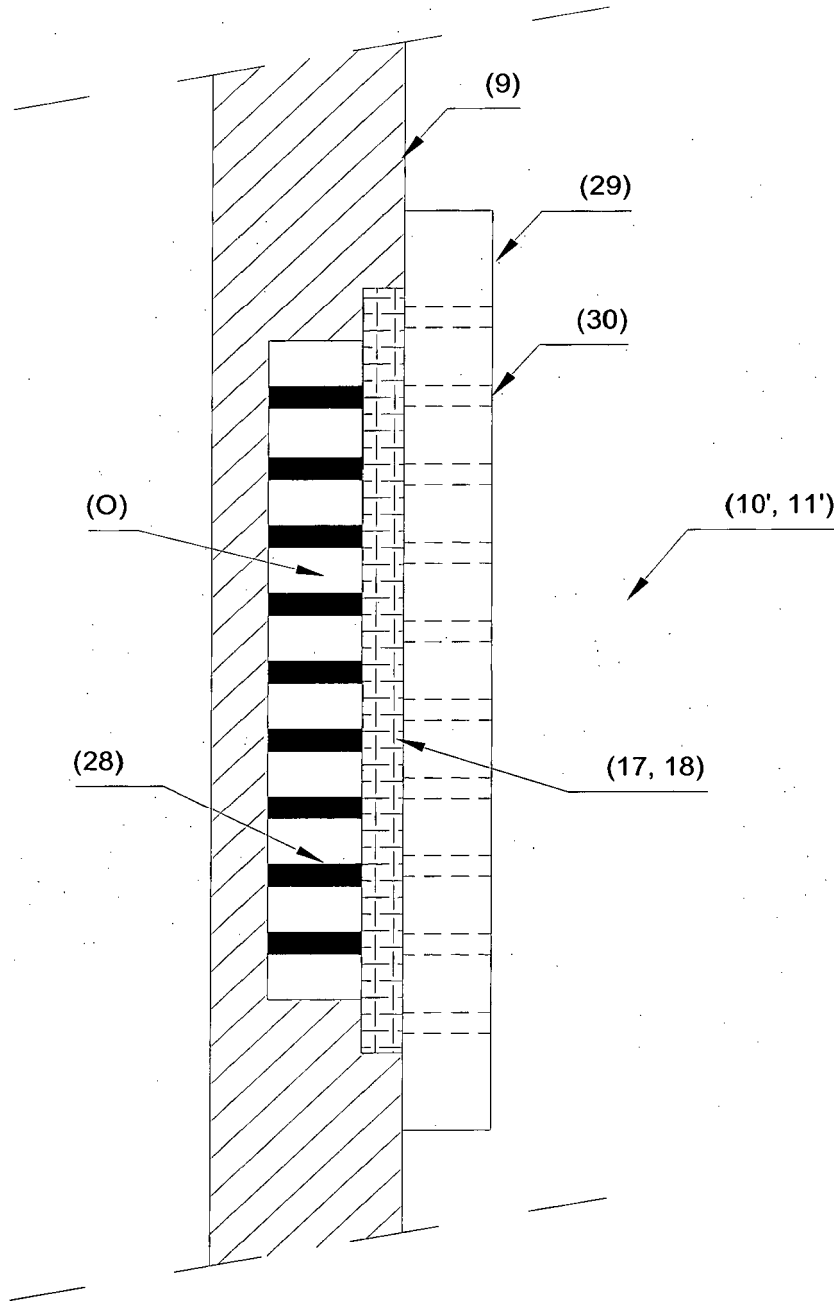


FIG 4

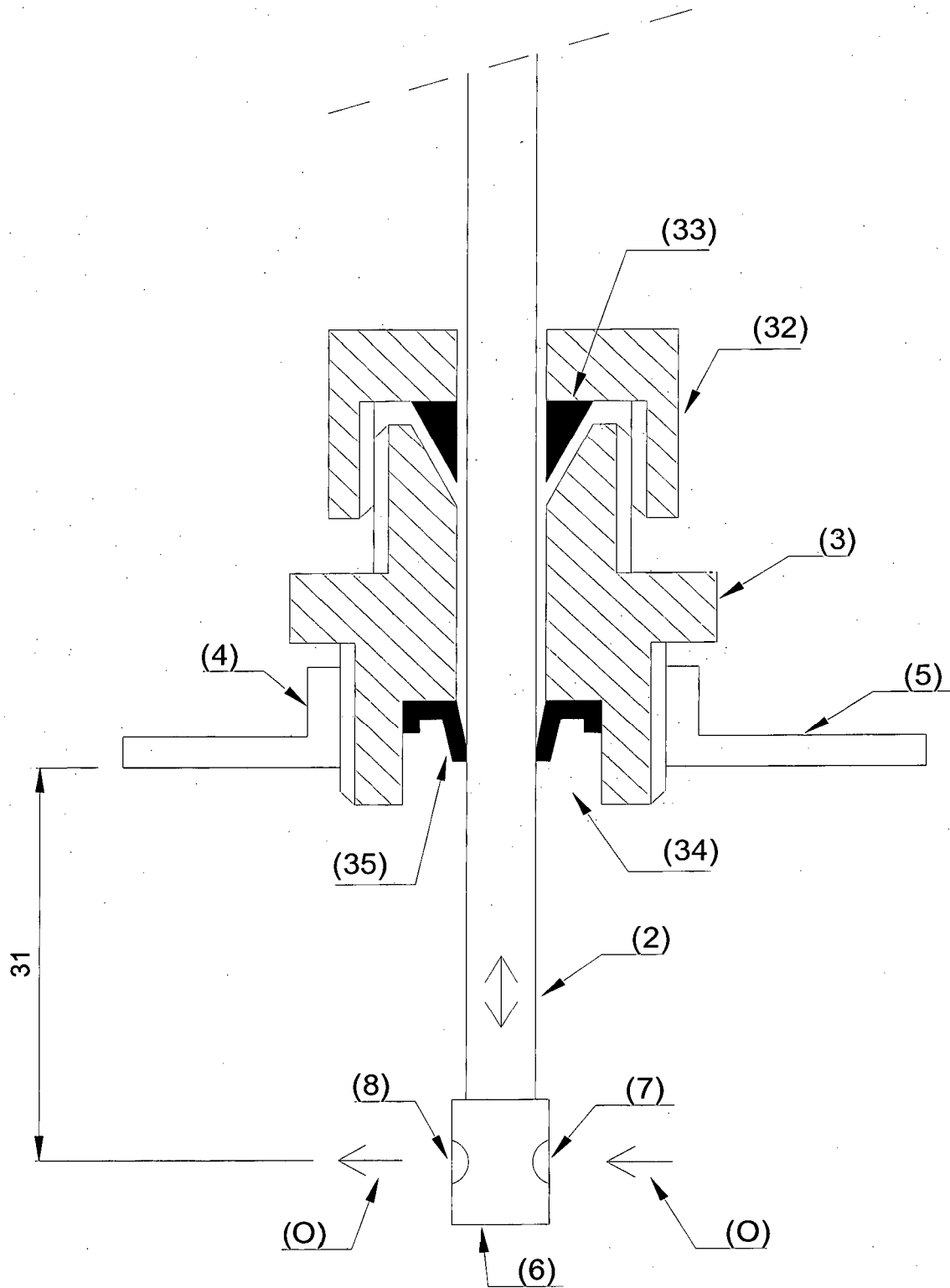


FIG 5

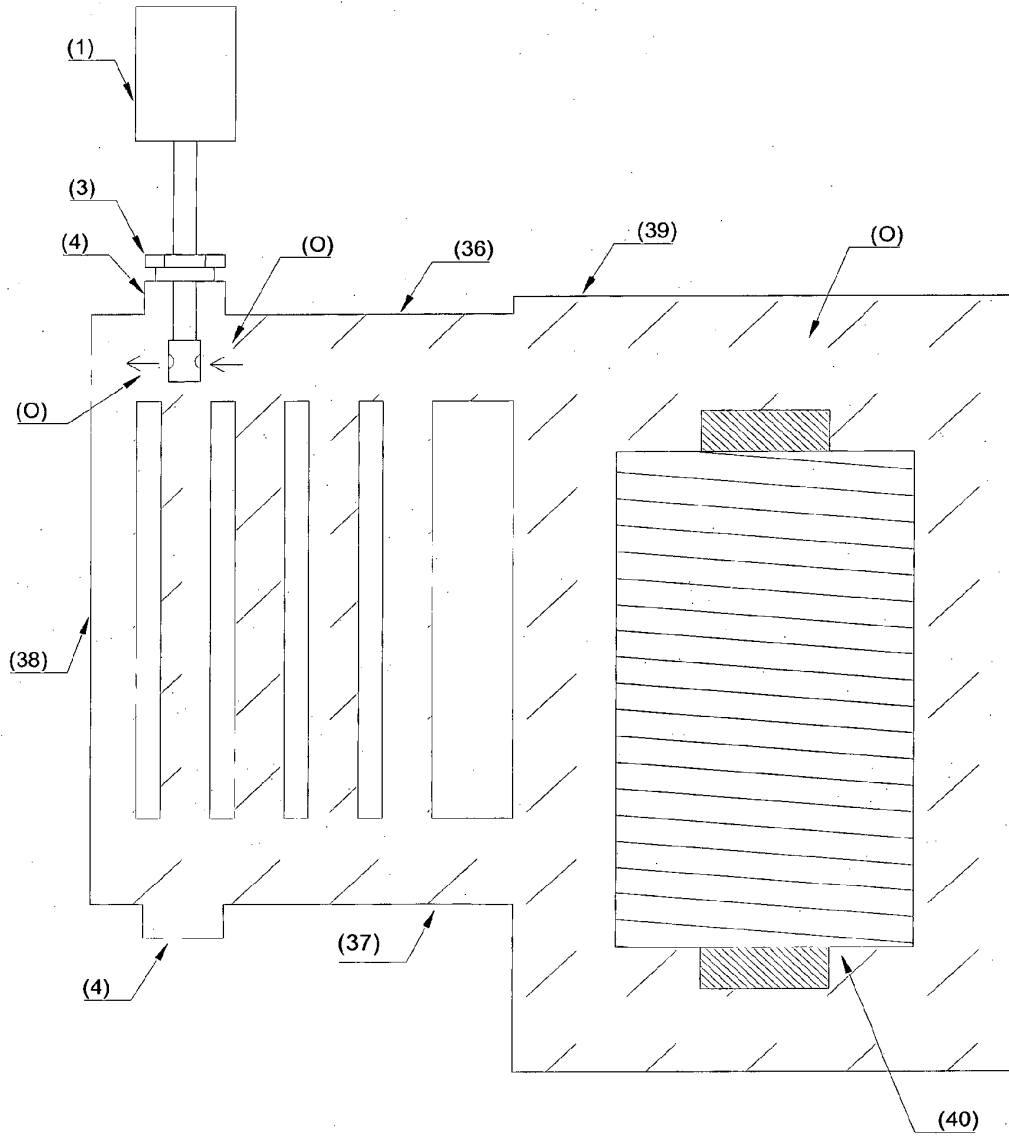


FIG 6

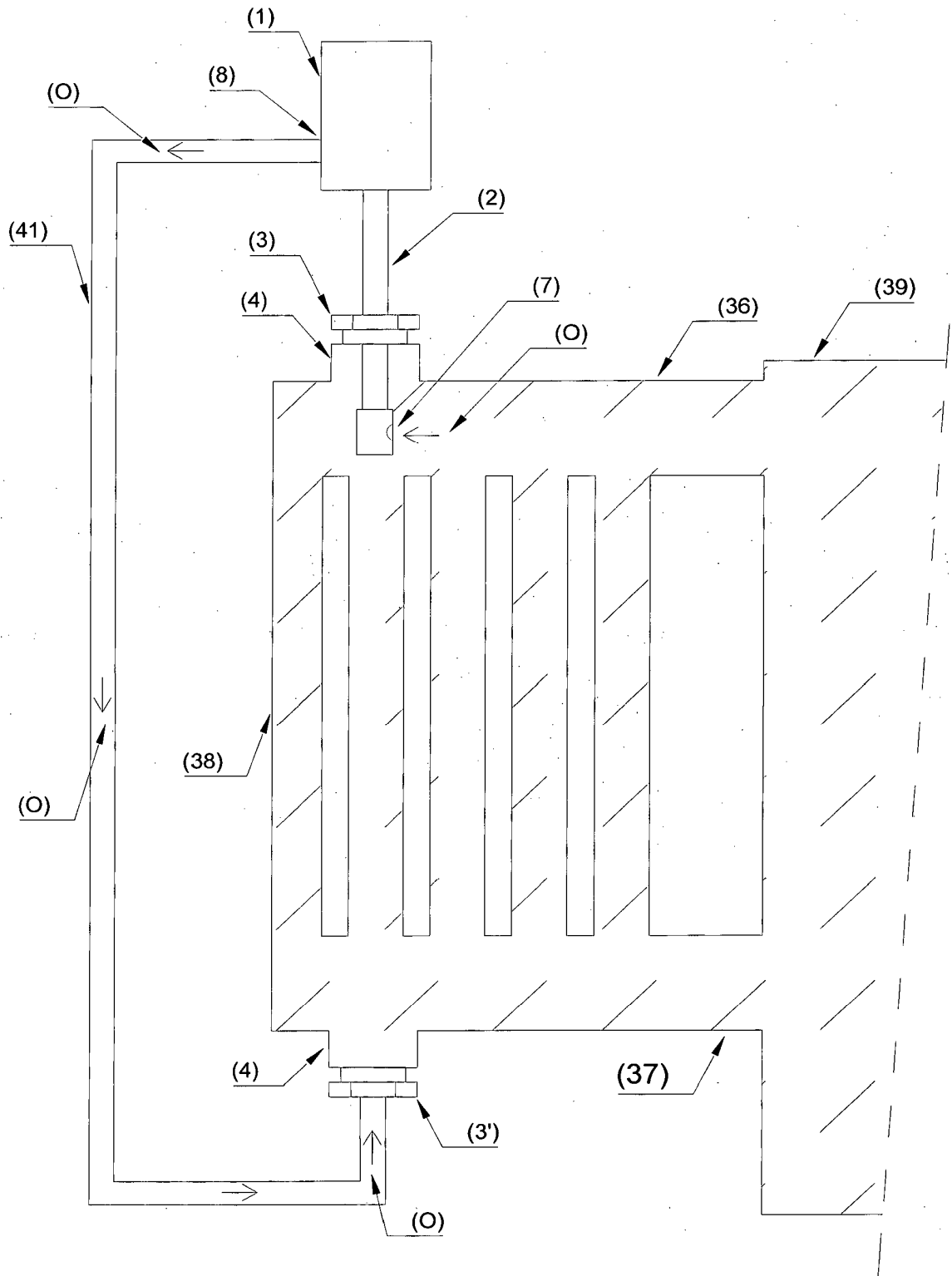


FIG 7

