



19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 356 103**

51 Int. Cl.:

**H01F 27/14** (2006.01)

**G01N 33/28** (2006.01)

**H01F 27/40** (2006.01)

**H02H 7/04** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **08155250 .7**

96 Fecha de presentación : **28.04.2008**

97 Número de publicación de la solicitud: **2113929**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **04.11.2009**

54

Título: **Método y dispositivo para determinar la humedad relativa de un aparato eléctrico lleno de líquido aislante.**

45

Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**04.04.2011**

45

Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**04.04.2011**

73

Titular/es: **ABB TECHNOLOGY Ltd.**  
**Affolternstrasse 44**  
**8050 Zurich, CH**

72

Inventor/es: **Andersson, Gunnar y**  
**Stenestam, Bengt-Olof**

74

Agente: **Ungría López, Javier**

ES 2 356 103 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).

**DESCRIPCION**CAMPO DE LA INVENCION

La presente invención se refiere a un método y un dispositivo para determinar la humedad relativa de un aparato eléctrico lleno de líquido aislante incluyendo un depósito que contiene líquido aislante y gas, una unidad de comunicación que realiza la comunicación entre el gas del depósito y gas de un entorno externo, y realiza la deshidratación de gas que pasa a través de la unidad de comunicación.

TÉCNICA ANTERIOR

Un aparato eléctrico lleno de líquido aislante, tal como un transformador, un cambiador de toma o conmutador, es un aparato usado en aplicaciones donde se requieren aislamiento y enfriamiento. Una unidad eléctrica está sumergida en líquido aislante con propiedades dieléctricas y de enfriamiento adecuadas. La unidad eléctrica está encerrada en un depósito conteniendo el líquido aislante y gas, tal como aire, gas hidrógeno, etc. El depósito con la unidad eléctrica sumergida también puede estar conectado a un depósito de expansión conteniendo líquido aislante y gas. El líquido aislante tiene una superficie incluyendo una interface entre el líquido aislante y el gas.

El valor de la humedad relativa del líquido aislante es importante para la función del aparato eléctrico lleno de líquido aislante. La humedad relativa del líquido aislante es la relación entre el contenido de humedad y el contenido de humedad potencial máximo del líquido aislante a una cierta temperatura. El mal funcionamiento del aparato eléctrico lleno de líquido aislante puede tener lugar si la humedad relativa del líquido aislante que cubre la unidad eléctrica es demasiado alta. Un cambio en la humedad relativa del líquido aislante tiene una influencia grande en la resistencia dieléctrica del líquido aislante. A alta humedad relativa del líquido aislante, la resistencia dieléctrica del líquido aislante es baja. La resistencia dieléctrica del líquido aislante también queda influenciada por la contaminación de partículas en el líquido aislante, tal como partículas metálicas de los electrodos de la unidad eléctrica. Si la resistencia dieléctrica del líquido aislante es baja, pueden producirse centelleos en la unidad eléctrica, que pueden dañar o limitar la función del aparato eléctrico.

En base a la experiencia, el líquido aislante de aparatos de alto voltaje es analizado y mantenido a intervalos regulares. También se puede tomar muestras de líquido aislante para medir la cantidad de humedad en el líquido aislante, para determinar la humedad relativa del líquido aislante. Las operaciones de cambio del líquido aislante y de toma de muestras de líquido aislante son lentas y por lo tanto originan costos operativos más altos de los aparatos eléctricos. Alternativamente, se puede colocar un sensor de humedad en el líquido aislante. Sin embargo, la medición de humedad en un líquido requiere sensores caros.

Los aparatos eléctricos generan calor cuando funcionan, lo que produce un aumento local de la temperatura. Esto es especialmente verdadero para cambiadores de toma y aparatos conmutadores similares, donde los conmutadores de contacto mecánico se abren y cierran de forma continua con un potencial eléctrico alto entre los puntos de conmutación. Durante la operación de conmutación, el líquido aislante se puede descomponer en gases, que tienen que ser liberados. Por lo tanto, el depósito tiene que estar en comunicación con un entorno externo. El entorno externo es el entorno que rodea el aparato eléctrico lleno de líquido aislante, tal como el aire que rodea el depósito. La comunicación con el entorno externo se realiza generalmente a través de una unidad de comunicación, tal como un respiradero de deshidratación.

La unidad de comunicación realiza la comunicación entre el gas del depósito y el entorno externo. Por ello, puede pasar gas a través de la unidad de comunicación y la presión dentro del depósito se mantendrá a la presión del entorno circundante. Cuando el líquido aislante sea calentado, por ejemplo, por la unidad eléctrica, el líquido aislante se expande y el gas en el depósito es expulsado al entorno externo a través de la unidad de comunicación. A la inversa, cuando el líquido aislante se enfría, el volumen de líquido aislante disminuye y el gas del entorno externo entra en el depósito a través de la unidad de comunicación. Además, la unidad de comunicación tiene la función de realizar la deshidratación de gas que pasa a través de la unidad de comunicación, es decir, la unidad de comunicación tiene la capacidad de quitar humedad de gas que pasa entre el depósito y el entorno externo. Si la función de la unidad de comunicación es pobre, la humedad relativa en el líquido aislante puede aumentar, lo que puede dar lugar a mal funcionamiento de los aparatos eléctricos.

En WO 2006/069360 A2 se describe un deshidratador que incluye purga automática de la humedad acumulada detectando la humedad absorbida en el respiradero, y cerrando un canal de admisión de aire, mientras abre un canal de salida de humedad. En US 2007/0289367 A1 se describe un método que se refiere a determinar el contenido de agua de un aislamiento sólido en una posición específica dentro de un transformador. El método incluye determinar una temperatura del aislamiento sólido en una posición específica, calcular una saturación de humedad relativa del aceite en la posición específica, calcular el último contenido de agua en el aislamiento sólido en la posición específica, y calcular un contenido de agua actual en el aislamiento sólido en la posición específica. En T. V. Oommen, "On-line Moisture Sensing in Transformers", Electrical Electronics Insulation Conference, 1991, Boston '91 EEIC/ICWA Exposition, Proceedings of the 20th Boston, MA, USA 7-10 Oct. 1991, Nueva York, NY, Estados Unidos, IEEE, US, 7 Oct 1991, páginas 236-240, se describe un sensor de humedad capacitivo de película fina que se comprobó en aceite de transformador para detección de humedad. Se llevó a cabo calibración rutinaria en aceite para el rango de temperatura

20 a 80°C. El contenido de humedad de aceite puede ser obtenido como saturación % o como nivel de humedad ppm de la salida de corriente del sensor.

5 US20060162304 muestra un deshumidificador para equipo eléctrico aislado por aceite. Un sensor de humedad está colocado entre el alojamiento del equipo y un calentador en el deshumidificador. La información del sensor de humedad se usa para controlar un calentador en el deshumidificador. El calentador tiene la función de regenerar el deshumidificador. Sin embargo, el deshumidificador no tiene capacidad de determinar la humedad relativa en el aceite. Además, no se describen medios para probar la capacidad del deshumidificador de quitar humedad.

#### OBJETOS Y RESUMEN DE LA INVENCION

10 Un objeto de la presente invención es proporcionar un método para determinar la humedad relativa de un aparato eléctrico lleno de líquido aislante.

Este objeto se obtiene con un método como el definido en la reivindicación 1.

Tal método incluye

medir y almacenar de forma continua la humedad relativa del gas en el depósito,

15 calcular un valor medio de la humedad relativa del gas en base a dichas mediciones de humedad almacenadas durante un cierto período de tiempo, y

determinar la humedad relativa del líquido aislante en base a dicho valor medio de la humedad relativa del gas y una relación entre la humedad relativa del gas y la humedad relativa del líquido aislante en equilibrio.

20 La humedad relativa es una medida del contenido de agua de una sustancia. La humedad relativa del gas es la relación entre el contenido de humedad y el contenido de humedad potencial máximo del gas a una cierta temperatura. En estado de equilibrio en un sistema cerrado con gas y líquido aislante, hay equilibrio entre la difusión de agua del gas al líquido aislante y viceversa. En este estado de equilibrio, hay una relación entre la humedad relativa del gas y la humedad relativa del líquido aislante. La relación es dependiente de la temperatura. Debido a la unidad de comunicación, el aparato lleno de líquido aislante es un sistema semiabierto que no está en un estado de equilibrio, y así dicha relación no es válida. Sin embargo, los cambios en la humedad relativa del líquido aislante tienen lugar lentamente en comparación con la tasa de cambios en la humedad relativa del gas. Un valor medio de la humedad relativa del gas será representativo de un estado de equilibrio hipotético del depósito, y se usa según la invención para determinar la humedad relativa del líquido aislante. Así, la humedad relativa del líquido aislante se determina en base a dicho valor medio de la humedad relativa en el gas y dicha relación entre la humedad relativa del gas y la humedad relativa del líquido aislante en equilibrio.

30 El valor medio de la humedad relativa es un valor que representa un estado de equilibrio hipotético del depósito. El valor medio puede ser calculado en base a una pluralidad de valores de medición que han sido almacenados durante un período de tiempo. Ejemplos de valores medios son valor aritmético medio, valor medio, valor medio ponderado, valor medio truncado, u otros valores que son representativos de la humedad relativa de un estado de equilibrio hipotético. De la misma manera se puede calcular un valor medio de la medición de temperatura.

35 La invención tiene la ventaja de determinar la humedad relativa del líquido aislante. Por lo tanto, ya no serán necesarios procedimientos tales como tomar muestras de líquido aislante o cambiar el líquido aislante según un programa de mantenimiento, lo que reducirá el costo operativo del aparato eléctrico. Además, la invención tiene la ventaja de que la humedad relativa del líquido aislante puede ser medida usando sensores para medición de la humedad relativa en gas, que tienen un precio inferior al de los sensores de humedad para medición directa del contenido de humedad en líquido. Por ello, la invención proporciona una determinación de la humedad relativa del líquido aislante a un costo razonable, lo que reduce el costo de los aparatos eléctricos llenos de líquido aislante.

40 Según una realización de la invención, el método incluye además indicar un mal funcionamiento del líquido aislante si la humedad relativa determinada en el líquido aislante excede de un cierto valor. Por ello, se indica que la humedad relativa del líquido aislante es más alta de lo deseado y hay riesgo de que se reduzca la función del aparato eléctrico. Cuando se indica un mal funcionamiento del líquido aislante, el líquido aislante tiene que ser secado o cambiado por líquido aislante nuevo con humedad relativa suficientemente baja.

Según una realización de la invención, el método incluye además:

medir y almacenar de forma continua la temperatura del líquido aislante del depósito,

45 calcular un valor medio de la temperatura en el depósito en base a dichas mediciones de temperatura almacenadas durante dicho período de tiempo,

50 producir una relación entre la humedad relativa del gas y la humedad relativa del líquido aislante en equilibrio en dependencia del valor medio de la temperatura, y determinar la humedad relativa del líquido aislante en base a la relación producida.

Produciendo una relación entre la humedad relativa del gas y la humedad relativa del líquido aislante, el valor medio de la temperatura en el depósito se usa para seleccionar o calcular la relación. Por ello, se puede determinar un valor más exacto de la humedad relativa en el líquido aislante.

Según una realización de la invención, el método incluye además determinar el valor medio de la humedad relativa en base a mediciones de humedad almacenadas durante un período de tiempo de más de un día, y preferiblemente 2-3 días. Dado que los cambios en la humedad relativa del líquido aislante tienen lugar lentamente en comparación con los cambios en la humedad relativa del gas, un valor calculado medio de la humedad relativa durante un período de tiempo de más de un día captura la variación en la humedad relativa del gas. Así, se puede determinar un valor más exacto de la humedad relativa en el líquido aislante.

Otro objeto de la invención es indicar un mal funcionamiento de un aparato eléctrico lleno de líquido aislante. Este objeto se logra con un método que incluye indicar un mal funcionamiento del líquido aislante e indicar un mal funcionamiento de la unidad de comunicación. Usando una combinación de estos dos malos funcionamientos, se indica un diagnóstico fiable de los estados corriente y futuro del aparato eléctrico. Esto da lugar a una operación segura del aparato eléctrico.

Según una realización de la invención, el método incluye además:

detectar cuándo la temperatura en el líquido aislante cae entre una primera y una segunda temperatura, y la diferencia entre la primera y la segunda temperatura es mayor que un cierto valor,

calcular la diferencia en la humedad relativa del gas en el depósito a la primera temperatura y a la segunda temperatura, e

indicar un mal funcionamiento de la unidad de comunicación en base a dicha diferencia de humedad relativa calculada.

A una caída de temperatura, el líquido aislante se enfría, y así la densidad del líquido aislante aumenta y el volumen del líquido aislante disminuye. Para mantener dentro del depósito la misma presión que la del entorno externo, se introduce gas del entorno externo en el depósito a través de la unidad de comunicación. A una caída de temperatura detectada, la humedad relativa del gas introducido en el depósito a través de la unidad de comunicación se ha de reducir por medio de la función de deshidratación de la unidad de comunicación. Así, una unidad de comunicación de funcionamiento reducirá la humedad relativa del gas que pasa a través de la unidad de comunicación. Si la unidad de comunicación no tiene reducción o tiene una pobre reducción de la humedad relativa del gas que pasa a través de la unidad de comunicación, hay mal funcionamiento de la unidad de comunicación.

Un mal funcionamiento de la unidad de comunicación se indica, en base a la diferencia calculada en la humedad relativa a la primera temperatura y la segunda temperatura. Preferiblemente, el método incluye además indicar un mal funcionamiento de la unidad de comunicación cuando la diferencia calculada de la humedad relativa a la primera temperatura y la segunda temperatura es menor que un cierto valor. A un mal funcionamiento de la unidad de comunicación, la capacidad de la unidad de comunicación para reducir la humedad relativa de gas que pasa a través de la unidad de comunicación es inferior a la deseada. Por ello, es posible que la humedad relativa del líquido aislante de depósito aumente por encima de un nivel que ponga en riesgo la función del aparato eléctrico. La realización hace posible indicar un mal funcionamiento de la unidad de comunicación, y por ello se puede asegurar la operación segura del aparato eléctrico.

Otro objeto de la presente invención es proporcionar un dispositivo para determinar la humedad relativa de un aparato eléctrico lleno de líquido aislante.

Este objeto se logra con un dispositivo como el definido en la reivindicación 8.

Tal dispositivo incluye un primer sensor configurado para medir de forma continua la humedad relativa del gas en el depósito, una unidad de cálculo configurada para recibir y almacenar valores de medición del primer sensor, y para calcular un valor medio de la humedad relativa en el gas en base a dichas mediciones de humedad almacenadas durante un cierto período de tiempo, para determinar la humedad relativa del líquido aislante en base a dicho valor medio de la humedad relativa en el gas y una relación entre la humedad relativa del gas y la humedad relativa del líquido aislante en equilibrio.

La unidad de cálculo es un dispositivo con la función de almacenar y procesar datos de medición. En base a los datos procesados y la relación entre la humedad relativa del gas y la humedad relativa del líquido aislante en equilibrio, se puede indicar el mal funcionamiento del aparato lleno de líquido aislante.

El método y dispositivo según la invención se usa ventajosamente para detectar un mal funcionamiento de un cambiador de toma.

Un cambiador de toma es un aparato eléctrico con punto de conexión a lo largo de un devanado de transformador. Por ello, el número de vueltas en el devanado de transformador puede ser controlado con la finalidad de

permitir la regulación de voltaje del lado secundario. Un cambiador de toma es un aparato eléctrico que se sumerge en líquido aislante al objeto de aislamiento y enfriamiento.

#### BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

5 La invención se explicará ahora con más detalle mediante la descripción de diferentes realizaciones de la invención y con referencia a las figuras anexas.

La figura 1a representa un ejemplo de un aparato lleno de líquido aislante incluyendo un dispositivo según una realización de la invención.

La figura 1b representa un ejemplo de un aparato lleno de líquido aislante conectado a un depósito de expansión.

10 La figura 2 representa un ejemplo de la relación entre la humedad relativa del gas y la humedad relativa del líquido aislante en equilibrio a una cierta temperatura.

La figura 3 muestra un diagrama de flujo de un método según una realización de la invención.

#### DESCRIPCIÓN DETALLADA DE REALIZACIONES PREFERIDAS DE LA INVENCION

15 La figura 1a representa un ejemplo de un aparato lleno de líquido aislante 20 incluyendo un dispositivo para detectar mal funcionamiento del aparato según una realización de la invención. El aparato lleno de líquido aislante 20 incluye un depósito 1 conteniendo líquido aislante 2 y gas 3. El líquido aislante 2 tiene propiedades dieléctricas y de enfriamiento adecuadas. El líquido aislante 2 tiene una superficie que forma una interface entre el líquido aislante 2 y el gas 3. El aparato lleno de líquido aislante 20 incluye además una unidad eléctrica 8, tal como un cambiador de toma, que está encerrada dentro del depósito 1 y está completamente sumergida en el líquido aislante 2. La unidad eléctrica 8 realiza una operación en la que se produce calor y donde el líquido aislante 2 se puede descomponer en gases. El aparato lleno de líquido aislante 20 está provisto de una unidad de comunicación 4, tal como un respiradero de deshidratación, que está colocada en el borde del depósito 1. La unidad de comunicación 4 realiza la comunicación entre el gas 3 del depósito y el gas que rodea el aparato eléctrico lleno de líquido aislante 20. Por ello, los gases producidos dentro del aparato lleno de líquido aislante 20 pueden ser liberados y la presión del gas 3 se mantiene a la misma presión que el gas que rodea el aparato lleno de líquido aislante 20. La unidad de comunicación 4 también tiene la función de realizar la deshidratación de gas que pasa a través de la unidad de comunicación 4. Por ello, se asegura que la humedad relativa del gas 3 dentro del depósito 1 sea suficientemente baja de modo que igualmente la humedad relativa del líquido aislante 2 dentro del depósito 1 se mantendrá a un nivel bajo.

20 La figura 1a también representa un ejemplo de un dispositivo para detectar mal funcionamiento del aparato 20 de una realización de la invención. El dispositivo de la figura 1a tiene la función de realizar la detección de mal funcionamiento de aparato eléctrico lleno de líquido aislante 20. El dispositivo es capaz de detectar dos malos funcionamientos separados, en primer lugar un mal funcionamiento del líquido aislante 2, y en segundo lugar un mal funcionamiento de la unidad de comunicación 4. El mal funcionamiento del líquido aislante 2 se indica cuando la humedad relativa del líquido aislante 2 excede de un cierto valor, donde las propiedades de aislamiento y enfriamiento del líquido aislante 2 se reducen de modo que la función del aparato lleno de líquido aislante 20 esté en riesgo. El mal funcionamiento de la unidad de comunicación 4 se indica cuando se reduce la función de deshidratación de gas que pasa a través de la unidad de comunicación 4, de modo que hay un riesgo de que la humedad relativa del líquido aislante 2 aumente.

30 El dispositivo para detectar mal funcionamiento del aparato representado en la figura 1a incluye un sensor de temperatura 5 y un sensor de humedad relativa 6. El sensor de temperatura 5 está configurado para medir de forma continua la temperatura del líquido aislante en el depósito 1. En la realización mostrada, el sensor de temperatura 5 se coloca en el líquido 2 dentro del depósito 1. El sensor de temperatura 5 puede ser, por ejemplo, un termistor, un termopar o cualquier otro sensor que permita la medición continua de temperatura. El sensor de humedad relativa 6 está configurado para medir de forma continua la humedad relativa del gas 3 en el depósito 1. El sensor de humedad relativa 6 se coloca en el gas 3 dentro del depósito 1 a una distancia de la superficie del líquido aislante 2. En un ejemplo preferible, el sensor de humedad 6 se coloca cerca de la unidad de comunicación 4. El sensor de humedad relativa 6 puede ser, por ejemplo, un sensor de polímero capacitivo o cualquier otro sensor que permita la medición continua de la humedad relativa en diferentes gases.

35 La figura 1b representa un aparato lleno de líquido aislante 20, donde el depósito 1 incluye un depósito principal, incluyendo la unidad eléctrica 8, y un depósito de expansión, incluyendo la intersección entre el líquido aislante 2 y el gas 3. Por ello, se puede asegurar que la unidad eléctrica 8 siempre esté sumergida en el líquido aislante 2. En el ejemplo representado, la temperatura se mide en varias posiciones en el depósito, tales como en el depósito principal y en el depósito de expansión. Por ello, se puede determinar un cambio de temperatura dentro del líquido aislante representativo de todo el depósito.

40 El dispositivo para detectar mal funcionamiento del aparato incluye además una unidad de cálculo 10, colocada fuera del aparato eléctrico lleno de líquido aislante 20. La unidad de cálculo incluye un procesador, tal como una unidad

central de proceso (CPU), y un medio de almacenamiento, tal como una memoria de acceso aleatorio (RAM) u otros tipos de medios de almacenamiento. La unidad de cálculo 10 está configurada para recibir y almacenar valores de medición del sensor de temperatura 5 y el sensor de humedad relativa 6.

5 La unidad de cálculo 10 está configurada además para realizar varias tareas donde los valores de medición almacenados son procesados. Los valores de medición procesados son utilizados por la unidad de cálculo 10 para realizar tareas donde el mal funcionamiento del aparato eléctrico lleno de líquido aislante 20 es detectado e indicado.

10 La tarea principal de la unidad de cálculo 10 es ejecutar los métodos definidos en las reivindicaciones según la invención. La figura 3 es un diagrama de flujo que ilustra un método y programa de ordenador según una realización de la presente invención. Se entenderá que cada bloque del diagrama de flujo puede ser implementado por instrucciones de programa de ordenador. En un primer paso del método, los valores de medición de temperatura y humedad relativa (RH) del sensor de temperatura 5 y el sensor de humedad relativa 6 son recibidos y almacenados, bloque 30. Si las mediciones han sido realizadas dentro de menos de un cierto período de tiempo, se tienen que recibir y almacenar más valores de medición antes de proseguir con el método, bloque 32. Los valores de medición serán almacenados dentro de un cierto intervalo de tiempo, de modo que los valores de medición más antiguos que un cierto valor serán excluidos del método. La duración del período de tiempo es preferiblemente suficientemente larga para capturar la variación de temperatura y humedad relativa durante la operación del aparato eléctrico lleno de líquido aislante 20, tal como 2-3 días.

20 En la parte siguiente del método representado en la figura 3, un valor medio de la humedad relativa del gas 3 y la temperatura en el depósito 1 se calcula en base a valores de medición almacenados, bloque 34. Ejemplos de valores medios son valor aritmético medio, valor medio, u otros tipos de valores medios. El valor medio de la humedad relativa del gas será representativo de un estado de equilibrio hipotético del depósito 1. La temperatura media se usa para seleccionar una relación entre la humedad relativa del gas y la humedad relativa del líquido aislante 2 en equilibrio, también denotada la relación. La relación se selecciona a partir de un número de relaciones almacenadas, bloque 36. Alternativamente, la relación puede ser calculada en base a la temperatura media. Por ello, un valor más exacto de la humedad relativa del líquido aislante puede ser determinado.

25 La figura 2 representa un ejemplo de una relación entre la humedad relativa del gas 3 y la humedad relativa del líquido aislante 2 en equilibrio a una cierta temperatura. En el eje x se indica la humedad relativa del gas 3. En el eje y se indica la humedad relativa del líquido aislante 2. Esta relación es dependiente de la temperatura. La relación presenta un estado de equilibrio entre la difusión de agua del gas 3 al líquido aislante 2 y viceversa. Dado que los cambios en la humedad relativa del líquido aislante 2 tienen lugar lentamente en comparación con la tasa de cambios en la humedad relativa del gas 3, un valor medio de la humedad relativa del gas 3 será representativo de un estado de equilibrio hipotético del depósito 1. Por ello, la relación representada en la figura 2 puede ser usada conjuntamente con un valor calculado medio de la humedad relativa del gas 3 para determinar la humedad relativa en el líquido aislante 2.

30 Por ejemplo, se usa la relación representada en la figura 2 y se supone que un valor medio de la humedad relativa del gas 3 ha sido calculado a 0,5. A partir de la relación se puede determinar la humedad relativa en el líquido aislante 2 al mismo valor de humedad relativa, a saber 0,5.

35 En la parte siguiente del método representado en la figura 3, la humedad relativa del líquido aislante (RH) se determina en base al valor medio de la humedad relativa en el gas 3 y la relación seleccionada, bloque 38. Si la humedad relativa determinada del líquido aislante es mayor que cierto valor, se indica mal funcionamiento del líquido aislante 2, bloque 42. Por ello, por ejemplo se produce una alarma o el aparato eléctrico lleno de líquido aislante 20 se para y el líquido aislante 2 puede ser sustituido por líquido aislante conteniendo baja humedad relativa.

40 En caso de que la humedad relativa del líquido aislante no exceda de un cierto valor, la capacidad de la unidad de comunicación 4 de reducir la humedad relativa de gas que pasa a través de la unidad de comunicación 4 es comprobada por el método representado en la figura 3. Esta prueba puede ser realizada en caso de que haya una caída de temperatura que exceda de un cierto valor, bloque 44. En caso de que no se detecte dicha caída de temperatura, el método se termina, bloque 52. A una caída de temperatura detectada mayor que un cierto valor, se introduce gas del entorno externo en el depósito 1. Se calcula la diferencia en la humedad relativa del gas 3 en el depósito en la caída de temperatura, bloque 46. Si la diferencia calculada en humedad relativa excede de un cierto valor, se indica mal funcionamiento de la unidad de comunicación 4, bloque 50. De otro modo, el método se reinicia, bloque 52. Así, el aparato eléctrico lleno de líquido 20 puede ser supervisado durante su operación.

45 La presente invención no se limita a las realizaciones descritas, sino que se puede variar y modificar dentro del alcance de las reivindicaciones siguientes. Por ejemplo, la invención puede estar provista exclusivamente de la capacidad de indicar mal funcionamiento del líquido aislante 2. La humedad relativa no tiene que exceder un cierto nivel para ser indicada: alternativamente la humedad relativa determinada del líquido aislante 2 puede ser presentada por separado.

## REIVINDICACIONES

- 5 1. Un método para determinar la humedad relativa de un aparato eléctrico lleno de líquido aislante incluyendo (20) un depósito (1) que contiene dicho líquido aislante (2) y un gas (3), una unidad de comunicación (4) que realiza comunicación entre el gas (3) del depósito y un gas de un entorno externo, y realiza la deshidratación de gas que pasa a través de dicha unidad de comunicación (4), donde el método incluye:
- 10 medir y almacenar de forma continua el valor de la humedad relativa del gas en el depósito, calcular un valor medio de la humedad relativa del gas en base a dichas mediciones de humedad almacenadas durante un cierto período de tiempo, y determinar la humedad relativa del líquido aislante en base a dicho valor medio de la humedad relativa del gas y una relación entre la humedad relativa del gas y la humedad relativa del líquido aislante en equilibrio.
2. El método según la reivindicación 1, donde el método incluye además indicar un mal funcionamiento del líquido aislante si dicha humedad relativa determinada del líquido aislante excede de un cierto valor.
3. El método según la reivindicación 1 y 2, donde el método incluye además:
- 15 medir y almacenar de forma continua la temperatura del líquido aislante del depósito,
- calcular un valor medio de la temperatura en el depósito en base a dichas mediciones de temperatura almacenadas durante dicho período de tiempo, producir una relación entre la humedad relativa del gas y la humedad relativa del líquido aislante en equilibrio en dependencia del valor medio de la temperatura, y
- 20 determinar la humedad relativa del líquido aislante en base a la relación producida.
4. El método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde el valor medio de la humedad relativa se basa en mediciones de humedad almacenadas durante un período de tiempo de más de un día.
5. Un método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde el método incluye además:
- 25 detectar cuándo la temperatura en el líquido aislante cae entre una primera y una segunda temperatura, y la diferencia entre la primera y la segunda temperatura es mayor que un cierto valor,
- calcular la diferencia en la humedad relativa del gas en el depósito a la primera temperatura y a la segunda temperatura, y
- indicar un mal funcionamiento de la unidad de comunicación en base a dicha diferencia de humedad relativa calculada.
6. El método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde el mal funcionamiento de la unidad de comunicación se indica cuando dicha diferencia de humedad relativa calculada es menor que un cierto valor.
- 30 7. Uso del método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores 1-6 para detectar un mal funcionamiento de un cambiador de toma.
8. Un dispositivo para determinar la humedad relativa de un aparato eléctrico lleno de líquido aislante (20) incluyendo un depósito (1) que contiene dicho líquido aislante (2) y gas (3), una unidad de comunicación (4) que realiza la comunicación entre el gas (3) del depósito y un gas de un entorno externo, y realiza la deshidratación de gas que pasa a través de dicha unidad de comunicación (4), donde el dispositivo se caracteriza porque el dispositivo incluye:
- 35 un primer sensor (6) configurado para medir de forma continua el valor de la humedad relativa del gas (3),
- una unidad de cálculo (10) configurada para recibir y almacenar valores de medición del primer sensor (6), y para calcular un valor medio de la humedad relativa en el gas (3) en base a dichas mediciones de humedad almacenadas durante un cierto período de tiempo, para determinar la humedad relativa del líquido aislante (2) en base a dicho valor medio de la humedad relativa del gas (3) y una relación entre la humedad relativa del gas (3) y la humedad relativa del líquido aislante (2) en equilibrio.
- 40 9. El dispositivo según la reivindicación 8, caracterizado porque la unidad de cálculo (10) está configurada para indicar un mal funcionamiento del líquido aislante (2) si dicha humedad relativa determinada del líquido aislante (2) excede de un cierto valor.
- 45 10. El dispositivo según la reivindicación 8 y 9, donde el dispositivo se caracteriza porque:
- un segundo sensor (5) está configurado para medir de forma continua la temperatura en el líquido aislante del depósito,
- la unidad de cálculo (10) está configurada para recibir y almacenar valores de medición del segundo

5 sensor (5) y el primer sensor (6), y para calcular un valor medio de la temperatura en el depósito en base a dichas mediciones de temperatura almacenadas durante un cierto período de tiempo, y para producir una relación entre la humedad relativa del gas y la humedad relativa del líquido aislante en equilibrio en dependencia del valor medio de la temperatura, y para determinar la humedad relativa del líquido aislante (2) en base a dicho valor medio de la humedad relativa en el gas (3) y la relación producida entre la humedad relativa del gas (3) y la humedad relativa del líquido aislante (2) en equilibrio.

10 11. El dispositivo según la reivindicación 8-10, caracterizado porque la unidad de cálculo (10) está configurada para recibir y almacenar valores de medición del segundo sensor (5) y el primer sensor (6), para detectar cuándo la temperatura en el líquido aislante (2) cae entre una primera y una segunda temperatura, y la diferencia entre la primera y la segunda temperatura es mayor que un cierto valor, para calcular la diferencia en la humedad relativa del gas (3) en el depósito a la primera temperatura y a la segunda temperatura, y para indicar un mal funcionamiento de la unidad de comunicación (4) en base a dicha diferencia de humedad calculada.

15 12. El dispositivo según la reivindicación 8-11, caracterizado porque el aparato eléctrico lleno de líquido aislante (20) es un cambiador de toma.



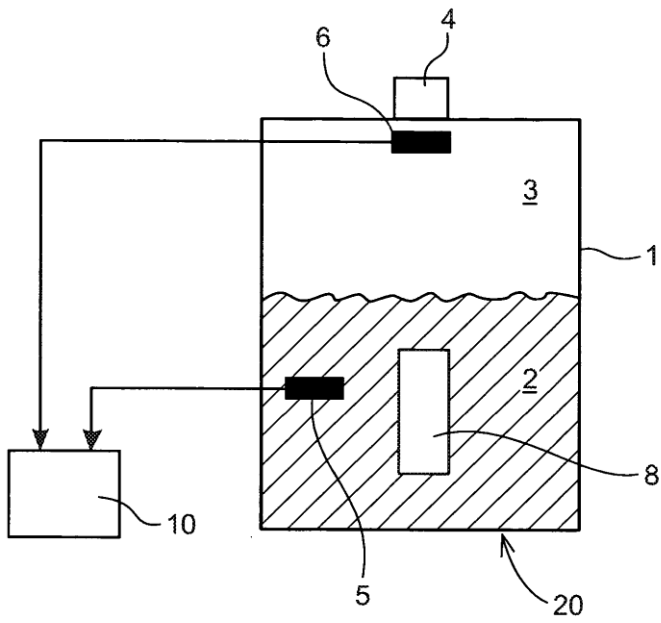


Fig. 1a

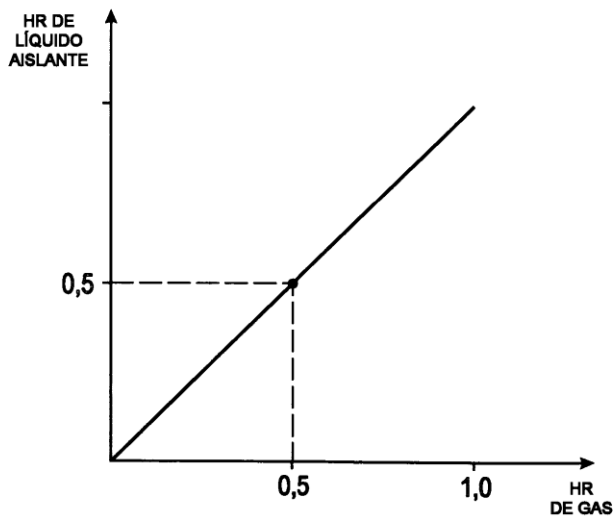


Fig. 2

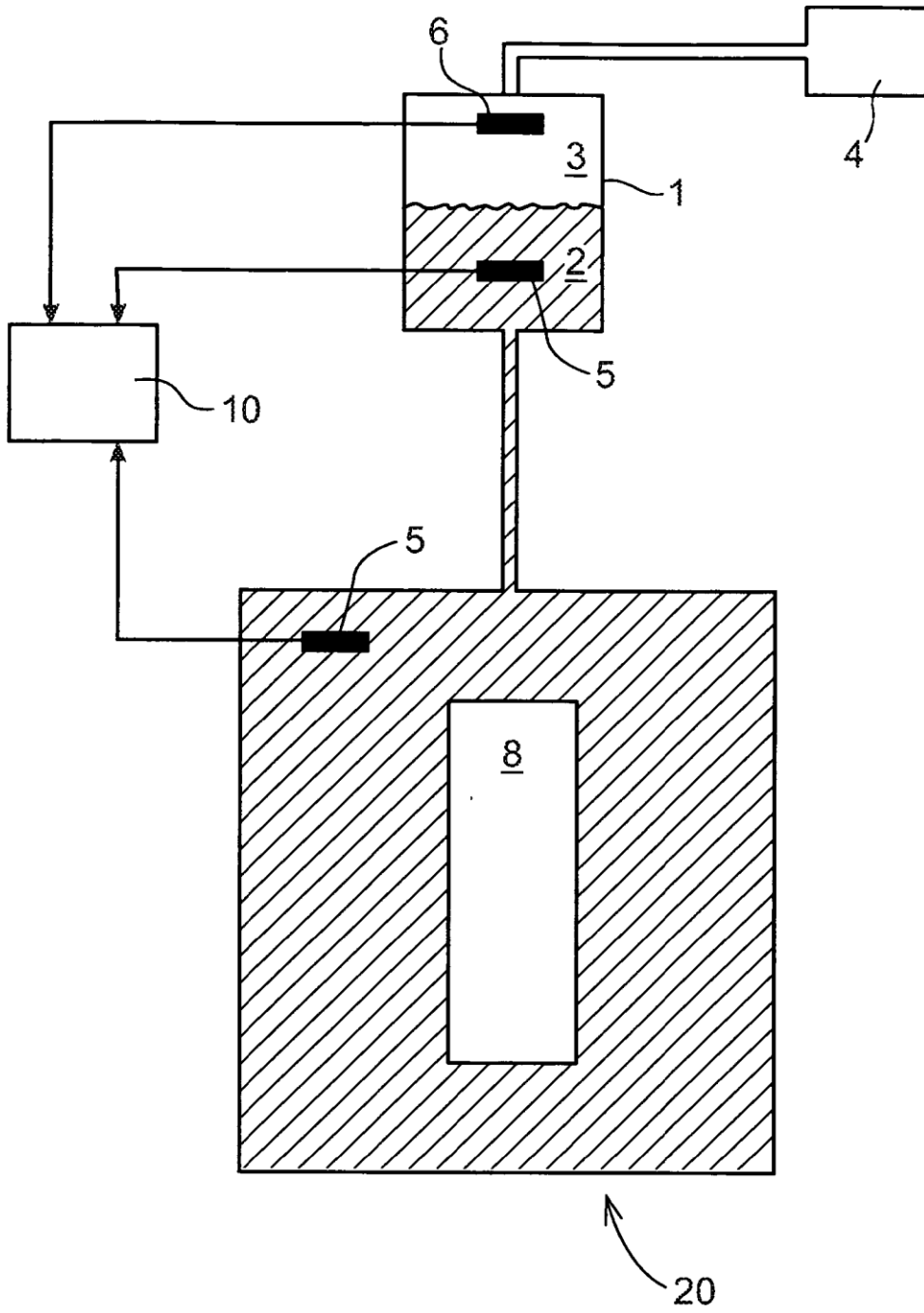


Fig. 1b

