

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 393 531**

51 Int. Cl.:

**H01F 27/40** (2006.01)

**H01F 27/14** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **10011581 .5**

96 Fecha de presentación: **22.06.2006**

97 Número de publicación de la solicitud: **2287865**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **23.02.2011**

54

Título: **Dispositivo de prevención contra la explosión de un transformador eléctrico**

30

Prioridad:

**29.06.2005 FR 0506661**

45

Fecha de publicación de la mención BOPI:

**26.12.2012**

45

Fecha de la publicación del folleto de la patente:

**26.12.2012**

73

Titular/es:

**MAGNIER, PHILIPPE (100.0%)**  
**1911 Seven Maples**  
**Kingwood TX 77338, US**

72

Inventor/es:

**MAGNIER, PHILIPPE**

74

Agente/Representante:

**DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto**

ES 2 393 531 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**

Dispositivo de prevención contra la explosión de un transformador eléctrico

La presente invención se refiere al campo de la prevención contra la explosión de transformadores eléctricos enfriados por un volumen de fluido combustible.

- 5 Los transformadores eléctricos sufren pérdidas tanto en los devanados como en la parte de hierro que requieren la disipación del calor producido. De esta forma, los transformadores de gran potencia se enfrían, generalmente, por medio de un fluido tal como el aceite. Los aceites utilizados son dieléctricos y son susceptibles de inflamarse por encima de una temperatura del orden de los 140° C. Dado que los transformadores son elementos muy onerosos, su protección requiere una particular atención.
- 10 Un fallo de aislamiento genera, en un primer momento, un arco eléctrico importante que provoca una acción de los sistemas de protección eléctricos que disparan la celda de alimentación del transformador (disyuntor). El arco eléctrico provoca, también, una difusión consecuente de energía que genera un desprendimiento de gases por descomposición del aceite dieléctrico, especialmente, de hidrógeno y acetileno.
- 15 Como resultado del desprendimiento de gases, la presión en el interior de la cuba del transformador aumenta muy rápidamente, por lo que se produce, a menudo, una deflagración muy violenta. De la deflagración resulta una importante rotura de las conexiones mecánicas de la cuba (bulones, soldaduras) del transformador que pone a dichos gases en contacto con el oxígeno del aire ambiente. Dado que el acetileno es autoinflamable en presencia de oxígeno, se inicia inmediatamente un incendio y propaga el fuego a los otros equipos del lugar que son susceptibles de contener también grandes cantidades de productos combustibles.
- 20 Las explosiones se deben a roturas de aislamiento debidas a los cortocircuitos provocados por sobrecargas, sobretensiones, un deterioro progresivo del aislamiento, un nivel de aceite insuficiente, la aparición de agua o de humedad o un desperfecto de un componente aislante.
- 25 Se conocen, en la técnica anterior, sistemas de extinción de incendio para transformadores eléctricos que se accionan por detectores de incendio o de fuego. Pero esos sistemas actúan con una importante inercia, cuando el aceite del transformador ya está en llamas. Por lo tanto, se conformaba con limitar el incendio al equipo en cuestión para que no se propagase el fuego a las instalaciones vecinas.
- 30 Para ralentizar la descomposición del fluido dieléctrico debido a un arco eléctrico, se pueden utilizar aceites de silicona en lugar de los aceites minerales convencionales. Sin embargo, la explosión de la cuba del transformador debida al aumento de la presión interna sólo se retrasa durante un lapso extremadamente bajo, del orden de algunos milisegundos. Esta duración no permite emplear medios propios para evitar la explosión.
- 35 Se conoce a través del documento WO-A-97/12379 un procedimiento de prevención contra la explosión y el incendio en un transformador eléctrico provisto de una cuba llena de fluido de refrigeración combustible, por detección de una rotura del aislamiento eléctrico del transformador por un captador de presión, despresurización del fluido de refrigeración contenido en la cuba, por medio de una válvula, y refrigeración de las partes calientes del fluido de refrigeración por inyección de un gas inerte bajo presión en la parte inferior de la cuba con el objeto de remover dicho fluido e impedir que el oxígeno penetre en la cuba del transformador. Ese procedimiento es satisfactorio y permite evitar la explosión de la cuba del transformador.
- El documento WO-A-00/57438 describe un elemento de rotura de apertura rápida para un dispositivo de prevención contra la explosión de un transformador eléctrico.
- 40 El documento JP 05029255, que describe el preámbulo de la reivindicación 1, se refiere a un transformador de doble envolvente del que una envolvente interior está provista de elemento de relajación de presión
- El objeto de la presente invención es brindar un dispositivo mejorado que permita una descompresión extremadamente rápida de la cuba para aumentar, aún más, la probabilidad de salvaguardar la integridad del transformador, de los conmutadores bajo carga y de los aisladores empleando, al mismo tiempo, piezas de forma simple.
- 45 El dispositivo de prevención contra la explosión de un transformador eléctrico provisto de una cuba llena de fluido de refrigeración combustible, comprende un elemento de relajación de presión dispuesto sobre una salida de la cuba para realizar una descompresión de la cuba, un depósito dispuesto aguas abajo del elemento de relajación de presión y, al menos, una válvula de disparo manual montada a la salida del depósito, de forma que el depósito sea hermético para recoger un fluido que haya pasado por el elemento de relajación de presión. El dispositivo de prevención comprende, además, una cámara de despresurización (16) dispuesta entre el elemento de relajación de presión (15) y el depósito, un conducto (17) montado entre la cámara de despresurización (16) y el depósito (18), un depósito de reserva (8) en comunicación con la cuba (2) mediante un conducto (9), y un conducto (56) unido al conducto (9) y a la parte alta del
- 50

- 5 conducto (17). De esta forma, se evita una dispersión del fluido en un lugar donde esto no es deseable por razones de seguridad, de contaminación u otras. En efecto, el fluido que puede ser una mezcla de líquido y de gas presenta un riesgo de inflamación cuando el aporte de oxígeno es suficiente para cumplir con las condiciones de inflamación y de explosión. Por otra parte, algunos componentes de ese fluido pueden revelarse nefastos para el hombre y/o para el medio ambiente, en especial, en atmósfera restringida.
- 10 Ventajosamente, se ha montado un elemento de relajación de presión automática a la salida del depósito. El elemento de relajación de presión puede comprender una válvula susceptible de abrirse cuando se supera un techo de presión, con el objeto de evitar una explosión del depósito. Entonces, se limita la relajación por medio de la válvula a la cantidad necesaria de fluido, para llegar a una presión inferior al techo de disparo de dicha válvula. Puede disponerse un conducto suplementario aguas abajo del elemento de relajación de presión. El conducto suplementario permite dirigir el fluido hacia el lugar más apropiado. El conducto suplementario puede estar equipado con un medio de refrigeración. La temperatura del fluido puede, de esta forma, disminuir antes de su escape, de donde resulta una reducción del riesgo de inflamación. El depósito puede estar equipado con un medio de refrigeración, por ejemplo, en forma de un dispositivo de expansión de gas.
- 15 Ventajosamente, se ha montado un elemento de detención de llama sobre el conducto suplementario. El elemento de detención de llama puede presentarse en forma de una válvula de fluido que impide una entrada de oxígeno en el conducto. El elemento de detención de llama puede comprender también una pieza susceptible de obturar dicho conducto durante la presencia de una llama. El elemento de relajación de presión puede también comprender una electroválvula comandada por una unidad de mando exterior o un detector de temperatura cerca de dicha válvula, capaz de comandar el cierre de dicha electroválvula en caso de una combustión.
- 20 El depósito puede estar equipado con un medio de refrigeración.
- En un modo de realización, el dispositivo comprende una bomba de vacío unida al depósito. De esta forma se puede someter el depósito a una fuerte depresión con respecto a la atmósfera ambiente y a la presión normal imperante en la cuba del transformador, lo que facilita la descompresión de la cuba y reduce la cantidad de oxígeno presente en la cuba.
- 25 En un modo de realización, el dispositivo comprende una bomba de gas y un depósito auxiliar. La bomba de gas está dispuesta entre el depósito y el depósito auxiliar y permite transferir, por ejemplo, con un barrido de nitrógeno simultáneamente con un bombeo, los gases combustibles y/o tóxicos del depósito hacia el depósito auxiliar que puede, posteriormente, ser aislado del depósito y de la bomba de gas. La bomba de gas puede comprender un compresor y el depósito auxiliar puede comprender un recinto bajo presión. De esta forma, los gases combustibles tóxicos pueden ser almacenados en un volumen reducido.
- 30 Ventajosamente, el dispositivo comprende una cámara de despresurización dispuesta entre el elemento de relajación de presión y el depósito. La cámara de despresurización presenta una pérdida de carga extremadamente baja y puede estar dispuesta inmediatamente aguas abajo del elemento de relajación de presión, de forma que permita una descompresión rápida de la cuba del transformador. El depósito puede situarse a una distancia mucho mayor de la cámara de despresurización que la distancia entre la cuba del transformador y la cámara de despresurización. La cámara de despresurización puede presentarse en forma de una porción de tubo de diámetro netamente más elevado que el diámetro del conducto. La cámara de despresurización puede, ventajosamente, preverse para resistir presiones y esfuerzos mecánicos elevados, superiores a aquellos para los cuales se ha dimensionado el depósito.
- 35 En un modo de realización, el elemento de relajación de presión comprende un disco rígido perforado y una membrana de estanquidad. El elemento de relajación de presión también puede comprender un disco ranurado. Los discos pueden estar abombados en el sentido de flujo del fluido. El disco ranurado puede comprender una pluralidad de pétalos separados entre sí por ranuras sensiblemente radiales. Los pétalos se unen a una parte anular del disco y son susceptibles de apoyarse unos sobre otros, por intermedio de patas de enganche para resistir una presión exterior a la cuba del transformador superior a la presión interior. El disco rígido perforado puede estar provisto de una pluralidad de agujeros pasantes dispuestos cerca del centro de dicho disco, y a partir del cual se extienden ranuras radiales. La membrana de estanquidad puede consistir en una delgada capa a base de politetrafluoroetileno.
- 40 El disco ranurado puede comprender una pluralidad de partes capaces de apoyarse unas sobre otras, durante un empuje en una dirección axial.
- 45 En un modo de realización, el elemento de relajación de presión comprende, además, un disco de protección de la membrana de estanquidad, comprendiendo el disco de protección una lámina delgada precortada. El disco de protección puede realizarse a partir de una lámina de politetrafluoroetileno de espesor superior a la membrana de estanquidad. El corte previo puede tener forma de parte de círculo. El disco rígido perforado puede comprender una pluralidad de ranuras radiales, distintas entre sí.
- 50 Ventajosamente, el dispositivo comprende una pluralidad de elementos de relajación de presión previstos para ser unidos

a una pluralidad de transformadores. Un solo depósito puede, de esta forma, servir de prevención contra la explosión de una pluralidad de transformadores, y cada transformador está asociado a, al menos, un elemento de relajación de presión.

5 El dispositivo puede comprender un medio de detección de rotura integrado al elemento de relajación de presión de donde surge una detección de la presión de la cuba, con respecto a un techo predeterminado de relajación de presión. El medio de detección de rotura puede comprender un hilo o conductor eléctrico apto para romperse al mismo tiempo que el elemento de relajación de presión. El hilo eléctrico puede estar pegado sobre el elemento de relajación de presión, preferentemente, por el lado opuesto al fluido. El hilo eléctrico puede estar recubierto por una película de protección.

El dispositivo puede comprender una pluralidad de elementos de relajación de presión previstos para estar unidos a una pluralidad de capacidades de aceite de, al menos, un transformador.

10 El procedimiento de prevención contra la explosión de un transformador eléctrico provisto de una cuba llena de fluido de refrigeración combustible comprende una descompresión de la cuba realizada por un elemento de relajación de presión, un colector de fluido que pasa por el elemento de relajación de presión realizado por un depósito hermético, y una retirada de los gases efectuada por, al menos, una válvula de disparo manual.

15 El dispositivo de prevención contra la explosión está adaptado para la cuba principal de un transformador, para la cuba del o de los conmutadores bajo carga y para la cuba de los aisladores eléctricos, esta última cuba también se llama "caja de aceite". Los aisladores eléctricos tienen como misión aislar la cuba principal de un transformador de las líneas de alta y baja tensión a las cuales están unidos los devanados del transformador, por medio de conductores de salida. Cada conductor de salida está rodeado por una caja de aceite que contiene una cierta cantidad de fluido de aislamiento. El fluido de aislamiento de los aisladores y/o cajas de aceite es un aceite diferente del aceite del transformador. Se puede prever un medio de inyección de nitrógeno unido a la cuba del transformador y apto para dispararse después de la detección de un fallo, de forma manual o automática. La inyección de nitrógeno puede favorecer la evacuación de los gases combustibles de la cuba del transformador hacia el depósito y, eventualmente, hacia el depósito auxiliar.

20 El dispositivo de prevención contra la explosión puede estar provisto de un medio de detección del disparo de la celda de alimentación del transformador y de una caja de mando que recibe las señales emitidas por los medios captadores del transformador y, que es capaz de emitir las señales de comando.

25 Gracias a la invención, se reduce muy fuertemente la probabilidad de escape de fluido combustible y/o tóxico fuera del dispositivo, lo que permite reducir los riesgos de inflamación de dichos gases o también de intoxicación de un operario que se encuentre en las cercanías.

30 El dispositivo de prevención contra la explosión se adapta particularmente bien a los transformadores eléctricos que se encuentran en lugares confinados, por ejemplo, túneles, minas o también en el subsuelo de una zona urbanizada.

La presente invención se comprenderá mejor con el estudio de la descripción detallada de algunos modos de realización tomados a título de ejemplo, que no son en lo más mínimo limitativos, y que se ilustran por medio de los dibujos que se adjuntan, en los cuales:

La figura 1 es una vista esquemática de un dispositivo de prevención contra incendio;

35 La figura 2 es una vista en detalle de la figura 1;

La figura 3 es una vista esquemática de un dispositivo de prevención contra incendio asociado a varios transformadores;

La figura 4 muestra una variante de la figura 1;

La figura 5 muestra una variante de la figura 1;

La figura 6 es una vista en corte transversal de un elemento de rotura;

40 La figura 7 es una vista parcial agrandada de la figura 6;

La figura 8 es una vista desde arriba correspondiente a la figura 6;

La figura 9 es una vista desde abajo correspondiente a la figura 6;

La figura 10 es una vista esquemática de un dispositivo de prevención contra incendio con cámara de despresurización vertical;

45 La figura 11 es una vista general correspondiente a la figura 10;

Las figuras 12 y 13 muestran variantes de la figura 1.

## ES 2 393 531 T3

Tal como se ha ilustrado en las figuras, el transformador 1 comprende una cuba 2 que se apoya sobre el suelo 3 por medio de patas 4 y está alimentado por energía eléctrica por medio de líneas eléctricas 5 rodeadas por aisladores 6. La cuba 2 comprende un cuerpo 2a y una tapa 2b.

5 La cuba 2 está llena de fluido de refrigeración 7, por ejemplo, de aceite dieléctrico. Con el objeto de garantizar un nivel constante de fluido de refrigeración 7 en la cuba 2, el transformador 1 está provisto de un depósito de reserva 8 en comunicación con la cuba 2 por un conducto 9.

10 El conducto 9 está provisto de una válvula automática 10 que obtura el conducto 9 desde que detecta un movimiento rápido del fluido 7. De esta forma, durante una despresurización de la cuba 2, la presión en el conducto 9 cae bruscamente lo que provoca un inicio de flujo de fluido 7 que es rápidamente detenido por la obturación de la válvula automática 10. Se evita de esa forma que el fluido 7 contenido en el depósito de reserva 8 se vacíe.

15 La cuba 2 también está provista de uno o varios cables 11 de detección de incendio. En el modo de realización representado, un cable 11 de detección de incendio está montado por encima de la cuba 2 y está soportado por contactos 12 que apoyan sobre la tapa 2b. Una distancia de algunos centímetros separa al cable 11 de la tapa 2b. El cable 11 puede comprender dos hilos o conductores separados por una membrana sintética de bajo punto de fusión, y los dos hilos entran en contacto después de la fusión de la membrana. El cable 11 puede estar dispuesto conforme a un recorrido en forma de rectángulo cerca de los bordes de la cuba 2.

20 La cuba 2 puede comprender un captador de presencia de vapor del fluido de refrigeración también llamado "buchholz" montado en un punto alto de la cuba 2, en general, sobre el conducto 9. Una rotura de aislamiento eléctrico provoca el desprendimiento de vapor del fluido 7 en la cuba 2. Un captador de vapor puede servir para detectar una rotura de la aislamiento eléctrico con un cierto retardo.

El transformador 1 es alimentado por intermedio de una celda de alimentación, no representada, que comprende medios de corte de alimentación tales como disyuntores y que está provista de captadores de disparo.

25 El dispositivo de prevención comprende una válvula 13 montada sobre una salida de la cuba 2 dispuesta en un punto alto del cuerpo 2a, un elemento de rotura 15 cuyo estallido permite detectar sin retraso la variación de presión debida a la rotura del aislamiento eléctrico del transformador, y dos manguitos elásticos 14 que absorben vibraciones, uno de ellos, dispuesto entre la válvula 13 y el elemento de rotura 15. El dispositivo de prevención comprende también una cámara de despresurización 16 de diámetro superior al del elemento de rotura 15, montada aguas abajo del elemento de rotura 15, y un conducto 17 de vaciado soportado por un depósito 18 destinado a recoger los fluidos que provienen de la cuba 2, después del estallido del elemento de rotura 15 y a separar la fracción líquida de la fracción gaseosa. El conducto 17 está montado entre la cámara de despresurización 16 y el depósito 18. El otro manguito elástico 14 está montado entre la cámara de despresurización 16 y el conducto 17.

30 El depósito 18 puede estar equipado con aletas de refrigeración 18a. El depósito 18 está equipado por una tubería 19 de evacuación de los gases provenientes del aceite. La tubería 19 puede estar unida de forma temporal con una cisterna móvil para vaciar el depósito 18. De esta forma, se despresuriza la cuba 2 inmediatamente y luego, se la vacía parcialmente en el depósito 18. Podrá preverse el elemento de rotura 15 para que se abra a una determinada presión inferior a 1 bar, por ejemplo, comprendida entre 0,6 y 1,6 bar, preferentemente, entre 0,8 y 1,4 bar.

35 Una válvula 20 está dispuesta en la tubería 19 para impedir la entrada del oxígeno del aire que podría alimentar la combustión de los gases y la del aceite en el depósito 18 y en la cuba 2, y para impedir la salida incontrolada de gas o de líquido. La válvula 20 puede ser manual o motorizada con mando manual. La válvula 20 está constantemente cerrada para mantener el depósito hermético, salvo cuando se vacía el depósito 18 de los gases que allí se encuentran, o cuando se efectúa una purga de los gases.

40 La cuba 2 comprende un medio de refrigeración del fluido 7 por inyección de un gas inerte, tal como nitrógeno, en la parte inferior de la cuba 2. El gas inerte está almacenado en un depósito bajo presión provisto de una válvula, de un dispositivo de expansión o de un reductor de presión y de un tubo 21 que lleva el gas hasta la cuba 2. El depósito bajo presión está alojado en un recinto 22.

45 El cable 11, el elemento de rotura 15, el captador de vapor, los captadores de disparo, la válvula 13 y el obturador 20 están unidos a una caja de comando 23 destinada a controlar el funcionamiento del dispositivo. La caja de comando 23 está provista de medios de tratamiento de información que reciben las señales de los diferentes captadores y que son capaces de emitir señales de mando, en especial, de la válvula 20.

50 En funcionamiento normal, la válvula 13 está abierta, y el elemento de rotura 15 está intacto, es decir, cerrado. La válvula 20 también está cerrada. La válvula 13 puede estar cerrada para operaciones de mantenimiento, estando el transformador 1 inactivo. El manguito elástico 14 es capaz de absorber las vibraciones del transformador 1 que se producen durante su funcionamiento y durante un cortocircuito, para evitar transmitir las vibraciones a otros elementos, en especial, al elemento de rotura 15. La cámara de despresurización 16 permite una fuerte caída de presión durante el estallido del elemento de

rotura 15, gracias a pérdidas de carga extremadamente reducidas.

5 Durante el estallido del elemento de rotura 15 como consecuencia de un fallo eléctrico en el transformador 1, la presión en la cuba 2 disminuye. Un chorro de gas y/o de líquido atraviesa el elemento de rotura 15 y se expande en la cámara de despresurización 16, luego, fluye en el conducto 17 hacia el depósito 18. La misión de la cámara de despresurización 16 puede revelarse particularmente importante en los primeros milisegundos posteriores al estallido del elemento de rotura 15.

10 Posteriormente, puede efectuarse una inyección de gas inerte, por ejemplo, nitrógeno en la parte inferior de la cuba 2 para evacuar los gases combustibles susceptibles de permanecer en la cuba 2 y enfriar las partes calientes del transformador para detener la producción de gas. La inyección de gas inerte puede ser disparada de algunos minutos a algunas horas después del estallido del elemento de rotura 15, preferentemente, se prevé una duración de decantación suficiente para que los gases y los líquidos se separen convenientemente. Por otra parte, es posible esperar el enfriamiento del depósito 18 y de su contenido. Dichos gases combustibles se evacúan hacia el depósito 18. Puede disponerse una cisterna móvil en conexión con la tubería 19 para recibir los fluidos presentes en el depósito 18 después de la apertura de la válvula 20. El depósito 18 puede ser purgado con un gas inerte. Entonces, puede reemplazarse el elemento de rotura 15. Por razones de seguridad, el depósito del gas inerte está previsto para poder inyectar gas inerte durante un período del orden de 45 minutos, lo que puede revelarse útil para enfriar el aceite y las partes calientes por remoción del aceite, y por lo tanto, detener la producción de gases por descomposición del aceite.

20 El transformador 1 puede estar equipado con uno o varios conmutadores bajo carga 25 que sirven de enlaces entre dicho transformador 1 y la red eléctrica a la cual está unido, para asegurar una tensión constante a pesar de las variaciones de la corriente proporcionada a la red. El conmutador bajo carga 25 está unido por un conducto de vaciado 26 al conducto 17 destinado al vaciado. En efecto, el conmutador bajo carga 25 también es enfriado por un fluido de refrigeración inflamable. Debido a su fuerte resistencia mecánica, la explosión de un conmutador bajo carga es extremadamente violenta y puede estar acompañada por la proyección de chorros de fluido de refrigeración inflamado. El conducto 26 está provisto de un elemento de relajación de presión 27 capaz de desgarrarse en caso de cortocircuito y, por lo tanto, de sobrepresión en el interior del conmutador bajo carga 25. De esta forma, se evita la explosión de la cuba de dicho conmutador bajo carga 25.

25 Gracias a la invención, se dispone de esta forma de un dispositivo de prevención contra la explosión del transformador que detecta las roturas de aislamiento de forma extremadamente rápida y actúa simultáneamente de forma que limite las consecuencias que resultan de ello. Esto permite proteger el transformador, así como también el conmutador bajo carga y los aisladores, y minimizar los daños relacionados con el fallo de aislamiento.

30 Tal como puede verse en la figura 2, la cámara de despresurización 16 se apoya sobre cuatro amortiguadores 28 soportados por una consola 29 fijada al cuerpo 2a de la cuba 2. De esta forma, se crea un aislamiento mecánico entre las vibraciones resultantes del transformador 1 durante el funcionamiento normal y la cámara de despresurización 16, por una parte, y entre la deformación del transformador 1 durante una rotura del aislamiento, por otra parte.

35 En el modo de realización ilustrado en la figura 2, varios transformadores 1 cercanos están unidos a un depósito 18. En otros términos, varios dispositivos de prevención de varios transformadores diferentes pueden comprender un depósito 18 común. Esto demuestra ser particularmente ventajoso en los lugares confinados, donde el espacio disponible está restringido.

40 En el modo de realización ilustrado en la figura 4, el dispositivo de prevención comprende, además, una bomba de vacío 30 unida al depósito 18 por un conducto. El depósito 18 puede estar provisto de un sistema de refrigeración 18b, por ejemplo, por expansión de nitrógeno. Durante la puesta en funcionamiento del dispositivo de prevención, la bomba de vacío 30 es accionada y realiza un vacío parcial del depósito 18, luego, es detenida. La masa de gas saliente de la cuba 2 después del estallido del elemento de rotura 15, que es susceptible de ser almacenado en el depósito 18, aumenta a igual presión máxima. Así, puede facilitarse la despresurización. El depósito puede ser de un volumen reducido, de donde resulta una ganancia de espacio.

45 En el modo de realización ilustrado en la figura 5, el dispositivo de prevención comprende, además, una bomba de gas 31 unida al conducto 17 o al depósito 18 y desemboca en una botella 32 resistente a la presión. Después del estallido del elemento de rotura 15, y el flujo de una duración suficiente para el enfriamiento de los gases, la bomba de gas 31 es puesta en funcionamiento y realiza un bombeo de los gases presentes en el depósito 18. El depósito 18 puede, de esa forma, ser vaciado del gas que contiene, pudiendo dicho gas ser una mezcla de gas inerte y de gas combustible. Después de la parada de la bomba de gas 31, la botella 32 puede fácilmente ser retirada y transportada a distancia. Ese modo de realización es particularmente conveniente para los transformadores instalados en minas o túneles.

50 Tal como puede verse en las figuras 6 a 9, el elemento de rotura 15 es de forma circular abombada convexa y está previsto para ser montado sobre un orificio de salida, no representado, de una cuba 2 mantenida ajustada entre dos bridas 33, 34 en forma de discos. El elemento de relajación 15 comprende una parte de retención 35 en forma de un velo metálico de leve espesor, por ejemplo de acero inoxidable, de aluminio o de aleación de aluminio. El espesor de la parte

de retención 35 puede estar comprendido entre 0,05 y 0,25 mm.

5 La parte de retención 35 está provista de estrías radiales 36 que la dividen en varias partes. Las estrías radiales 36 están formadas en hueco en el espesor de la parte de retención 35 de forma que se produzca una rotura por desgarro de la parte de retención 35 en su centro y esto, sin fragmentación, para evitar que los fragmentos del elemento de relajación 15 sean arrancados y desplazados por el fluido que atraviesa el elemento de relajación 15 y que corran el riesgo de deteriorar un conducto situado aguas abajo.

10 La parte de retención 35 está provista de agujeros pasantes 37 de muy pequeño diámetro repartidos uno por estría 36 cerca del centro. Dicho de otra forma, varios agujeros 37 están dispuestos en hexágono. Los agujeros 37 forman inicios de desgarro de baja resistencia y que garantizan que el desgarro comience en el centro de la parte de retención 35. La formación de al menos un agujero 37 por estría 36 asegura que las estrías 36 se separarán simultáneamente, y ofrecen la mayor sección de paso que sea posible. Como variante, se podría prever un número de estrías 36 diferente de seis, y/o varios agujeros 37 por estría 36. El revestimiento de estanquidad 50 es capaz de obturar los agujeros 37.

15 La presión de estallido del elemento de relajación 15 está determinada, principalmente, por el diámetro y la posición de los agujeros 37, la profundidad de las estrías 36, el espesor y la composición del material que forma la parte de retención 35. Preferentemente, las estrías 36 están formadas sobre todo el espesor de la parte de retención 35. El resto de la parte de retención 35 puede presentar un espesor constante.

20 Dos estrías 36 adyacentes forman un triángulo 39 que durante la rotura va a separarse de los triángulos lindantes por desgarro del material entre los agujeros 37 y se deformará hacia aguas abajo por plegado. Los triángulos 39 se pliegan sin desgarro para evitar el arranque de dichos triángulos 39 susceptibles de deteriorar un conducto aguas abajo o que genere el flujo en el conducto aguas abajo y que aumente así la pérdida de carga y que ralente la despresurización del lado de aguas arriba. El número de estrías 36 depende también del diámetro del elemento de retención 15.

25 La brida 34 dispuesta aguas abajo de la brida 33 está perforada por un agujero radial en el cual está dispuesto un tubo de protección 41. El detector de rotura incluye un hilo eléctrico 42 fijo sobre la parte de retención 35 del lado aguas abajo y dispuesto en forma de bucle. El hilo eléctrico 42 se prolonga en el tubo de protección 41 hasta una caja de conexión 43. El hilo eléctrico 42 se extiende sobre la casi totalidad del diámetro del elemento de retención 15, con una parte de hilo 42a dispuesta por un lado de una estría 36 paralelamente a dicha estría 36, y la otra parte de hilo 42b dispuesta radialmente por el otro lado de la misma estría 36 paralelamente a dicha estría 36. La distancia entre las dos partes de hilo 42a, 42b es pequeña. Esta distancia puede ser inferior a la distancia máxima que separa dos agujeros 37, de forma tal que el hilo 42 pase entre los agujeros 37.

30 El hilo eléctrico 42 está recubierto por una película de protección que sirve a la vez para evitar su corrosión y para pegarlo sobre la cara de aguas abajo de la parte de retención 35. La composición de esa película también se elegirá para evitar modificar la presión de rotura del elemento de rotura 15. La película podrá estar realizada de poliamida fragilizada. El estallido del elemento de rotura arrastra necesariamente el corte del hilo eléctrico 42. Este corte puede ser detectado de forma extremadamente simple y fiable por interrupción de la circulación de una corriente que pasa por el hilo 42 o también por diferencia de tensión entre los dos extremos del hilo 42.

35 El elemento de rotura 15 comprende también una parte de refuerzo 44 dispuesta entre las bridas 33 y 34 en forma de un velo metálico, por ejemplo, de acero inoxidable, de aluminio o de aleación de aluminio. El espesor de la parte de refuerzo 44 puede estar comprendido entre 0,2 y 1 mm.

40 La parte de refuerzo 44 comprende una pluralidad de pétalos, por ejemplo, cinco, separados por estrías radiales 45 formadas sobre todo su espesor. Los pétalos se unen a un borde exterior anular, y se forma una estría 46 en forma de arco de círculo sobre todo el espesor de cada pétalo salvo cerca de los pétalos vecinos, confiriendo así a los pétalos una capacidad para deformarse axialmente. Uno de los pétalos está unido a un polígono central 47, por ejemplo, por soldadura. El polígono 47 cierra el centro de los pétalos y apoya sobre ganchos 48 fijados sobre los otros pétalos y desplazados axialmente, con respecto a los pétalos de forma que el polígono 47 esté dispuesto axialmente entre los pétalos y los ganchos 48 correspondientes. El polígono 47 puede estar en contacto con el fondo de los ganchos 48 para apoyarse en ellos axialmente. La parte de refuerzo 44 ofrece una buena resistencia axial en un sentido y una muy pequeña resistencia axial en el otro sentido, el sentido del estallido del elemento de rotura 15. La parte de refuerzo 44 es particularmente útil cuando la presión en la cuba 2 del transformador 1 es inferior a la de la cámara de despresurización 16, lo que puede suceder si se produce un vacío parcial en la cuba 2 para el llenado del transformador 1.

50 Entre la parte de retención 35 y la parte de refuerzo 44, puede disponerse una parte de estanquidad 49 que comprende una película delgada 50 de material sintético estanco, por ejemplo, a base de politetrafluoroetileno rodeada sobre cada cara, por una película gruesa 51 de material sintético precortado para evitar así una perforación de la película delgada 50 por medio de la parte de retención 35 y de la parte de refuerzo 44. Cada película gruesa 51 puede comprender un material sintético, por ejemplo, a base de politetrafluoroetileno de espesor del orden de 0,1 a 0,3 mm. El precorte de las películas gruesas 51 puede efectuarse de acuerdo con un arco de círculo de aproximadamente 330°. La película delgada 50 puede

presentar un espesor del orden de 0,005 a 0,1 mm.

El elemento de rotura 15 ofrece una buena resistencia a la presión en un sentido, una resistencia calibrada a la presión en el otro sentido, una excelente estanquidad y una pequeña inercia al estallido.

5 Para mejorar la estanquidad, el elemento de rotura 15 puede comprender una arandela 52 dispuesta entre la brida 33 y la parte de retención 35 y una arandela 53 dispuesta entre la brida 34 y la parte de refuerzo 44. Las arandelas 52 y 53 pueden estar realizadas a base de politetrafluoroetileno.

Además, puede preverse un medio de refrigeración de los fluidos en el dispositivo de prevención. El medio de refrigeración puede comprender aletas sobre el conducto 17 y/o el depósito 18, un grupo de climatización del depósito 18, y/o una reserva de gas licuado, por ejemplo, nitrógeno, cuya expansión es susceptible de enfriar el depósito 18.

10 En el modo de realización de las figuras 10 y 11, el dispositivo de prevención está dispuesto en forma sensiblemente vertical, por ejemplo, sobre la tapa 2b de la cuba 2. La cámara de despresurización 16 comprende un cilindro de eje vertical cerrado en sus extremos que está, al mismo tiempo, unido al elemento de rotura 15, de diámetro superior al del elemento de rotura 15, montado aguas abajo del elemento de rotura 15. La cámara de despresurización 16 forma también el depósito colector. El conducto 19 se conecta con una zona superior del cilindro de la cámara de despresurización 16.  
15 Un conducto 54 se conecta con una zona inferior del cilindro de la cámara de despresurización 16 para la extracción de líquido. Ese modo de realización es particularmente compacto, el dispositivo de prevención está situado en gran parte por encima de la cuba 2.

20 En una variante ventajosa, el conducto 54 está unido al depósito de reserva 8, véase la línea de puntos en la figura 10. El volumen disponible del depósito de reserva 8, es decir, la parte no ocupada por un líquido, está disponible para recibir líquido proveniente de la cámara de despresurización 16. Se puede disponer un elemento de rotura suplementario 61 sobre el conducto 54 entre la cámara de despresurización 16 y el depósito de reserva 8. El elemento de rotura suplementario 61 puede ser tarado a una presión de rotura más elevada que el elemento de rotura 15 aguas arriba de la cámara de despresurización 16.

25 En funcionamiento, la pérdida de carga en el conducto 54 deja tiempo a la válvula automática 10 para cerrarse durante una rotura del elemento de rotura 15. El depósito de reserva 8 recoge líquido proveniente de la cámara de despresurización 16, estando cerrada la válvula automática 10.

Tal como se ha ilustrado en la figura 11, la cámara de despresurización 16 desemboca en el conducto 17 situado en la prolongación del conducto 26. El conducto 17 desemboca en el depósito de reserva 8.

30 En el modo de realización de la figura 12, el dispositivo de prevención comprende una válvula 13 montada sobre una salida de la cuba 2 dispuesta en un punto del cuerpo 2a situado sensiblemente entre la mitad y dos tercios de la altura del cuerpo 2a. El conducto 17 está acodado hacia arriba después de la cámara de despresurización 16 y comprende una parte alta 17a dispuesta a un nivel superior al de los devanados del transformador 1. A título de ejemplo, la parte inferior de la parte alta 17a puede estar situada aproximadamente a 20 mm por encima del extremo superior de los devanados. De esta forma, la descompresión y el vaciado parcial permite conservar la inmersión de los devanados y el aislamiento que resulta de ello.  
35

40 El conducto 9 está provisto de un detector de gas 55 dispuesto entre la válvula automática 10 y la tapa 2b de la cuba 2. Un conducto 56 une el conducto 9 y la parte alta 17a del conducto 17. El conducto 56 se une al conducto 9 entre el detector de gas 55 y la válvula automática 10. Sobre el conducto 56 están dispuestos una válvula manual 57 mantenida en posición abierta, salvo para las operaciones de mantenimiento y una electroválvula 58 comandada por la caja de mando 23, en posición cerrada en servicio normal y en posición abierta después de una relajación de presión por parte del elemento 15, para recuperar gases inflamables presentes en el conducto 9.

45 Por otra parte, los aisladores 6 de aislamiento de aceite también están provistos de un elemento de relajación de presión 59 que desemboca en un conducto 60 unido al conducto 17. El elemento de relajación de presión 59 puede tener una estructura semejante al elemento de relajación de presión 15 y de calibre adaptado. De esta forma, la cuba, los aisladores y el conmutador bajo carga pueden estar provistos de elementos de relajación de presión que permitan aumentar la probabilidad de salvaguardia de su integridad.

50 En el modo de realización de la figura 13, el dispositivo de prevención comprende una válvula 13 montada sobre una salida de la cuba 2 dispuesta en un punto bajo del cuerpo 2a. El conducto 17 está acodado hacia lo alto, después de la cámara de despresurización 16, y comprende una parte alta 17a como en el modo de realización precedente.

Dicho sistema de protección es económico, autónomo con respecto a las instalaciones vecinas, de poco volumen y sin mantenimiento.

La unidad de mando también puede estar unida a los captadores accesorios tales como detector de incendio, captador de



vapor (buchholz) y al captador de disparo de la celda de alimentación para disparar una extinción del incendio en caso de fallo de la prevención de explosión.

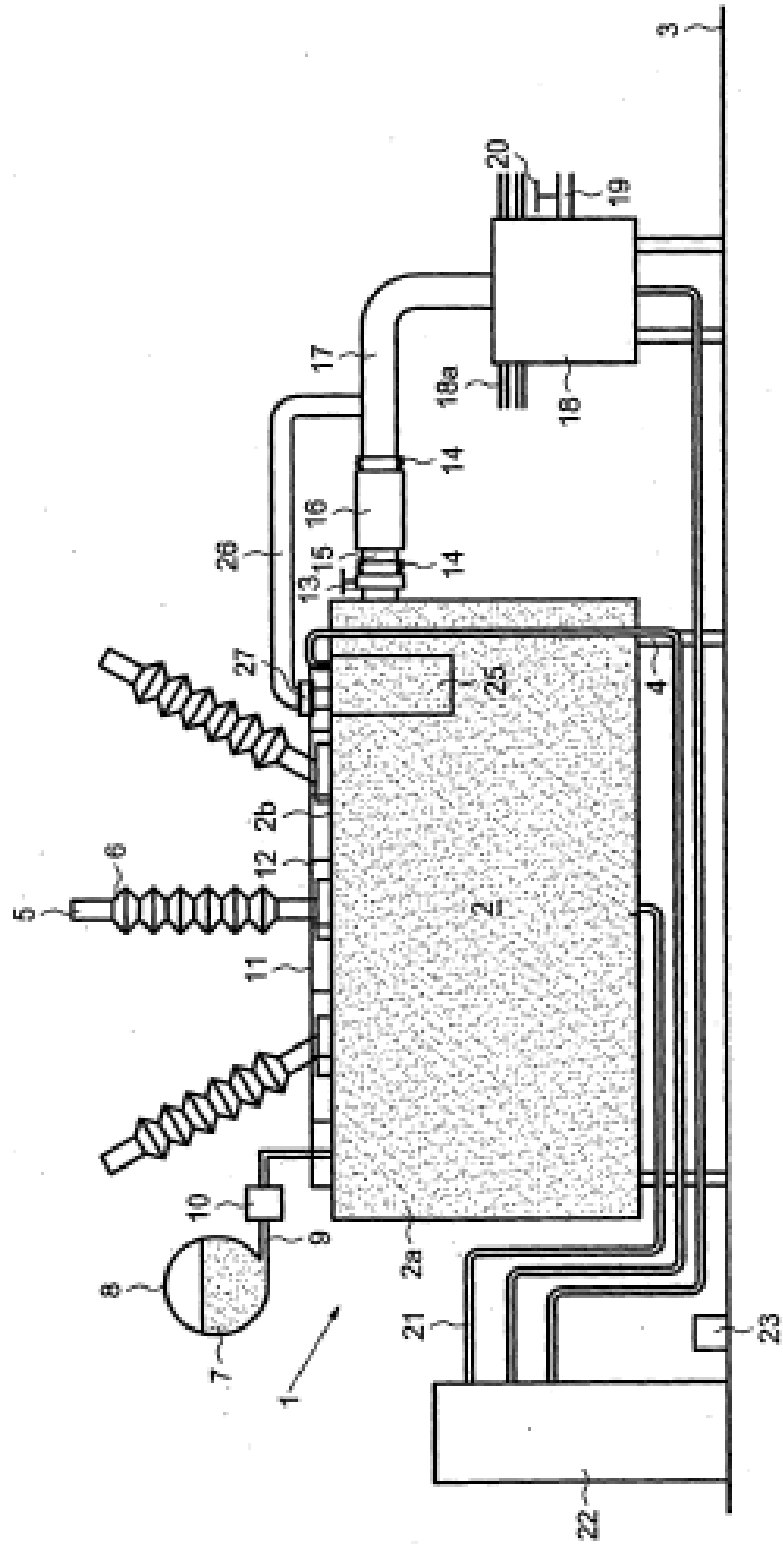
5 Gracias a la invención, se dispone de esta forma de un dispositivo de prevención contra la explosión en un transformador que requiere pocas modificaciones de los elementos del transformador, que detecta las roturas de aislamiento de forma extremadamente rápida y que actúan simultáneamente de forma que limite las consecuencias resultantes de ellas, incluso en lugares confinados. Esto permite evitar las explosiones de las capacidades de aceite y los incendios resultantes, reduciendo así los daños relacionados con los cortocircuitos en el transformador así como los conmutadores bajo carga y los aisladores.

**REIVINDICACIONES**

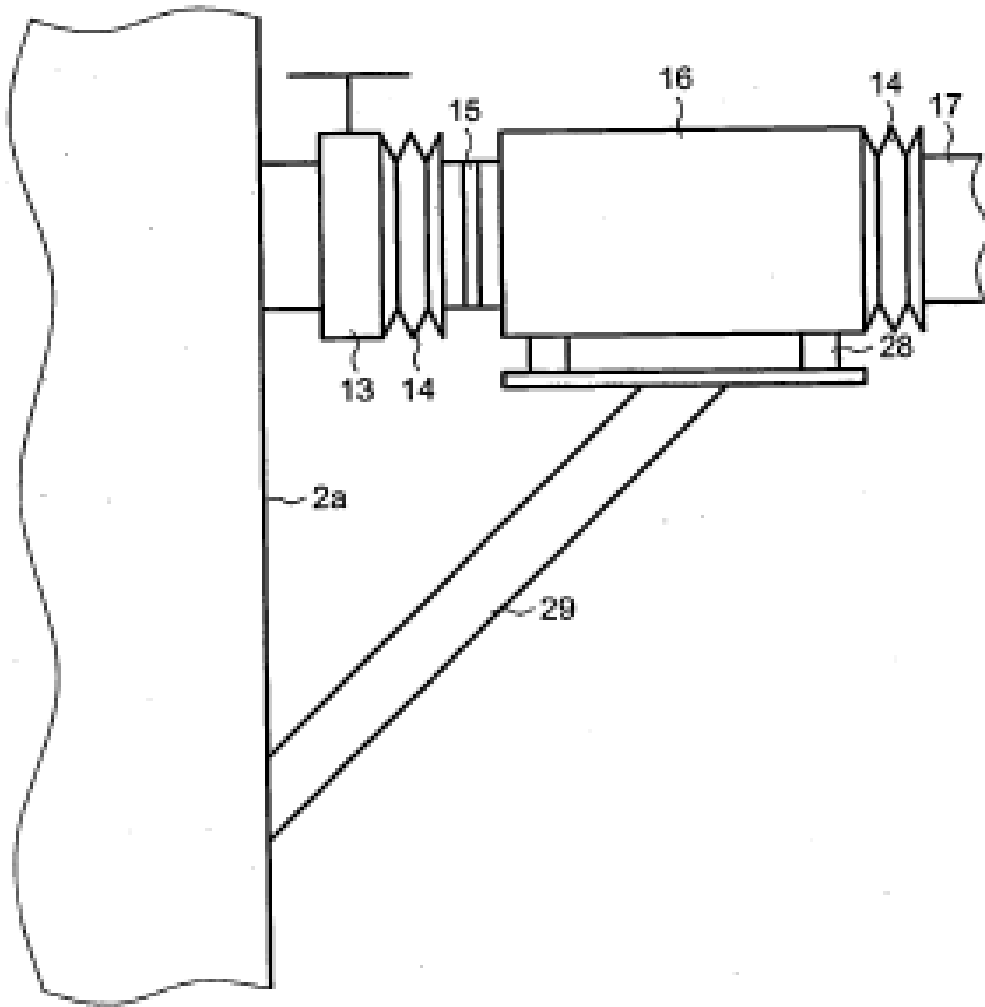
- 5 1.- Un dispositivo de prevención contra la explosión de un transformador eléctrico (1) provisto de una cuba (2) llena de fluido de refrigeración combustible, que comprende un elemento (15) de liberación o alivio de presión dispuesto sobre una salida de la cuba para realizar una descompresión de la cuba, un depósito (18) dispuesto aguas abajo del elemento de liberación de presión y al menos una válvula (20) de disparo manual montada a la salida del depósito de manera que el depósito sea hermético para recoger un fluido que ha pasado por el elemento de liberación de presión caracterizado por el hecho de que comprende una cámara de despresurización (16) dispuesta entre el elemento (15) de liberación de presión y el depósito, un conducto (17) montado entre la cámara de despresurización (16) y el depósito (18), un depósito auxiliar o de apoyo (8) en comunicación con la cuba (2) por un conducto (9), y un conducto (56) que une el conducto (9) y una parte alta del conducto (17).
- 10 2.- Un dispositivo según la reivindicación 1 que comprende una válvula manual (57) y una electroválvula (58) dispuestas sobre el conducto (56).
- 15 3.- Un dispositivo según la reivindicación 2, en el que la electroválvula (58) es mandada por una caja de mando (23) en posición cerrada en servicio normal y en posición abierta después de un alivio de presión por el elemento de liberación de presión (15).
- 20 4.- Un dispositivo según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que el conducto (9) está provisto de una válvula antirretorno automática (10) para obturar el conducto (9) una vez que se ha producido la detección de un movimiento rápido de fluido (7), y de un detector de gas (55) montado entre la válvula automática (10) y una tapa (2b) de la cuba (2).
- 5.- Un dispositivo según la reivindicación 4, en el que el conducto (56) se conecta entre el detector de gas (55) y la válvula automática (10), al conducto (9) dispuesto entre la cuba (2) y el depósito auxiliar (8).
- 6.- Un dispositivo según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que el conducto (17) montado entre la cámara de despresurización (16) y el depósito (18) comprende la parte alta (17a) dispuesta a un nivel superior al nivel de los arrollamientos del transformador.
- 25 7.- Un dispositivo según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que la cámara de despresurización (16) es de eje sensiblemente horizontal.
- 8.- Un dispositivo según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en el que la cámara de despresurización (16) es de eje sensiblemente vertical.
- 30 9.- Un dispositivo según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, que comprende un conducto (54) que se conecta a una zona inferior de la cámara de despresurización (16) para la toma de líquido.
- 10.- Un dispositivo según la reivindicación 9, que comprende un conducto (19) de evacuación de los gases.
- 11.- Un dispositivo según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que un cambiador (25) de recogida o asunción está unido por un conducto de vaciado (26) al conducto (17).

35

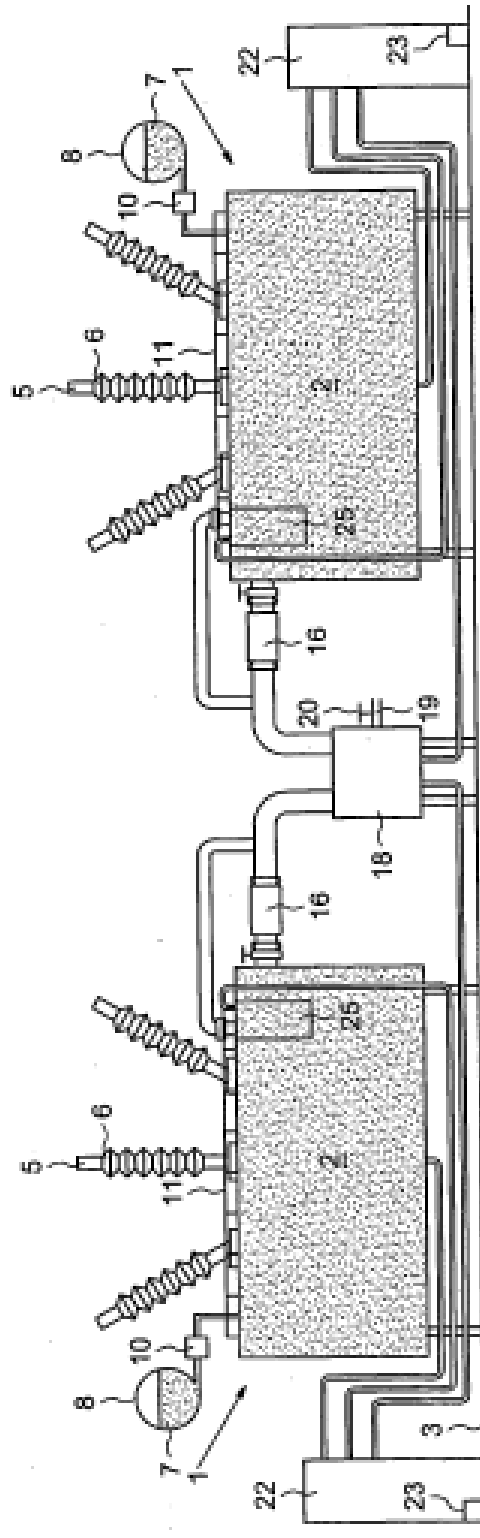
FIG.1



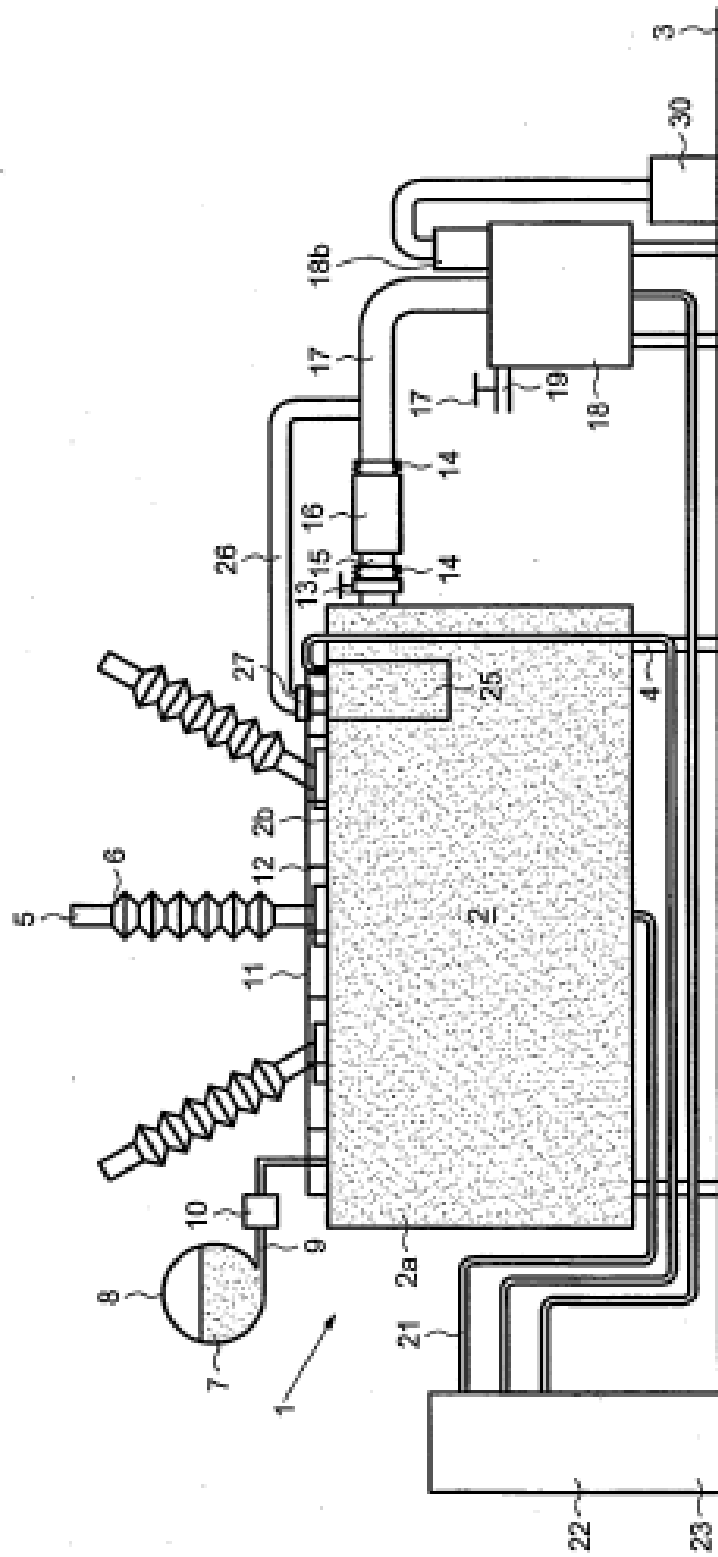
**FIG.2**



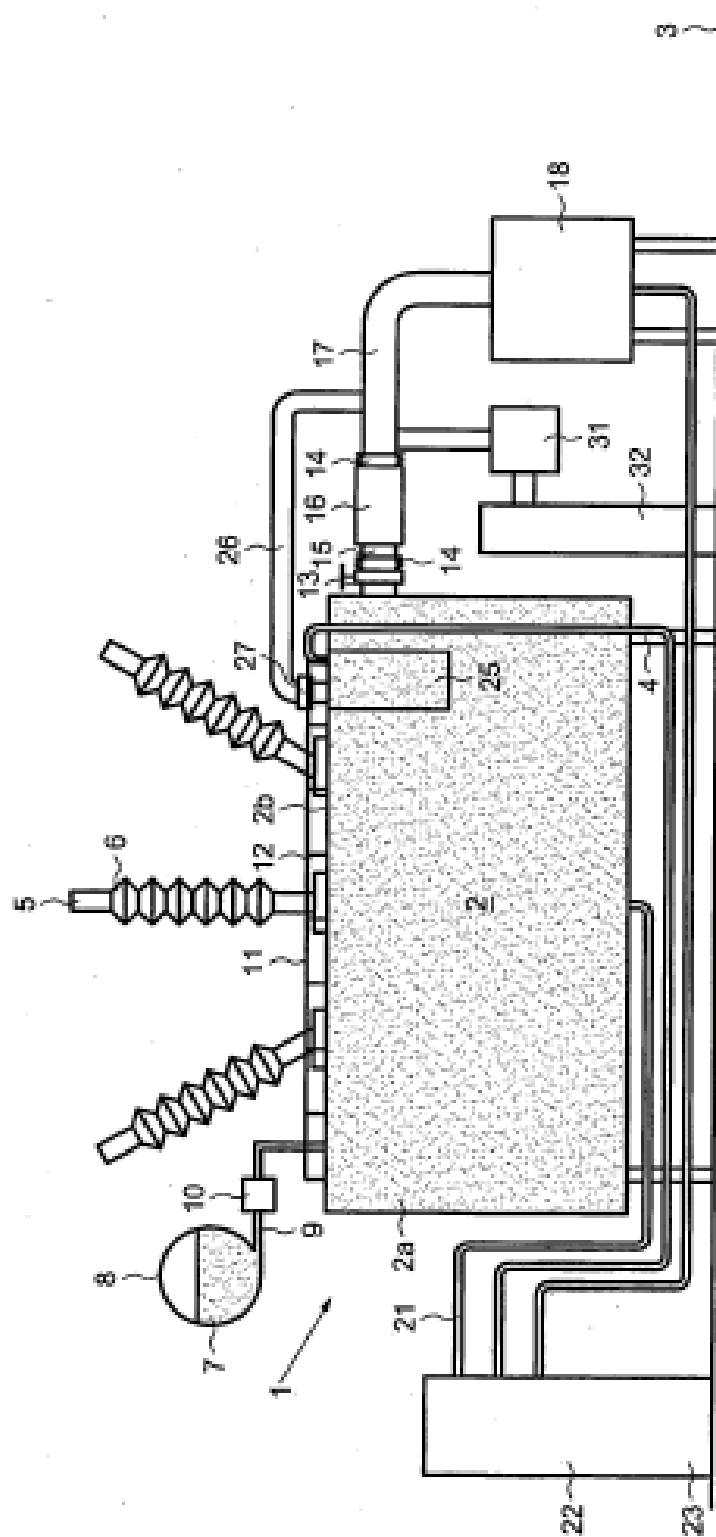
**FIG.3**



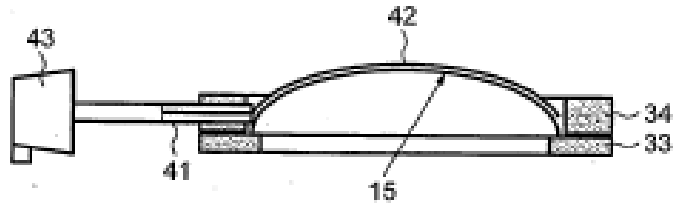
**FIG.4**



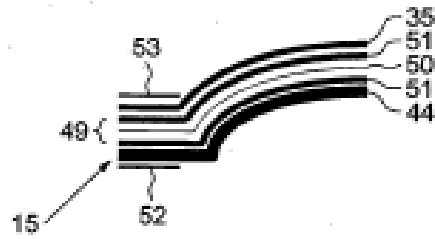
**FIG.5**



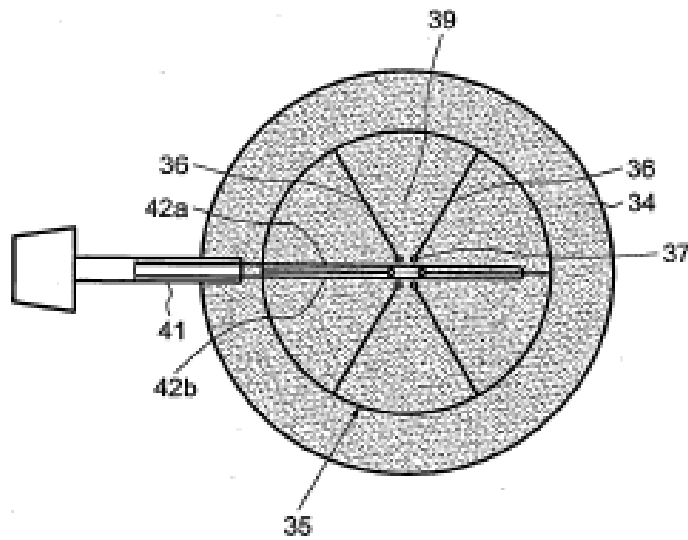
**FIG.6**



**FIG.7**

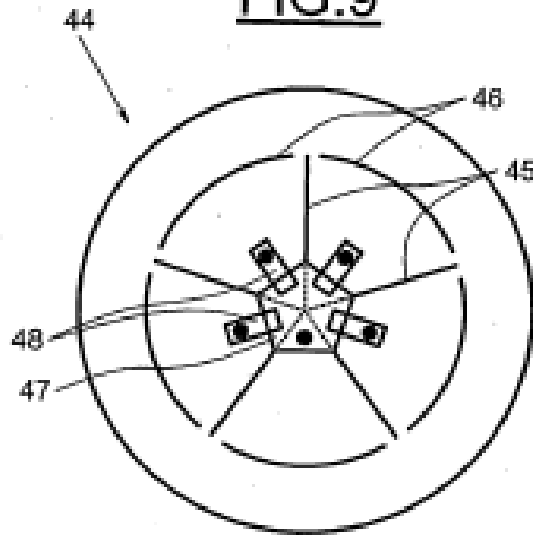


**FIG.8**





**FIG.9**



**FIG.10**

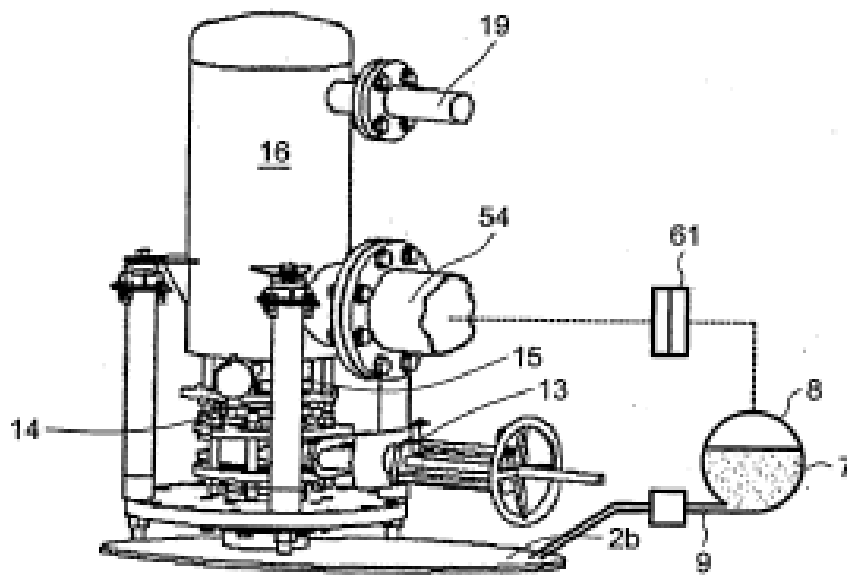
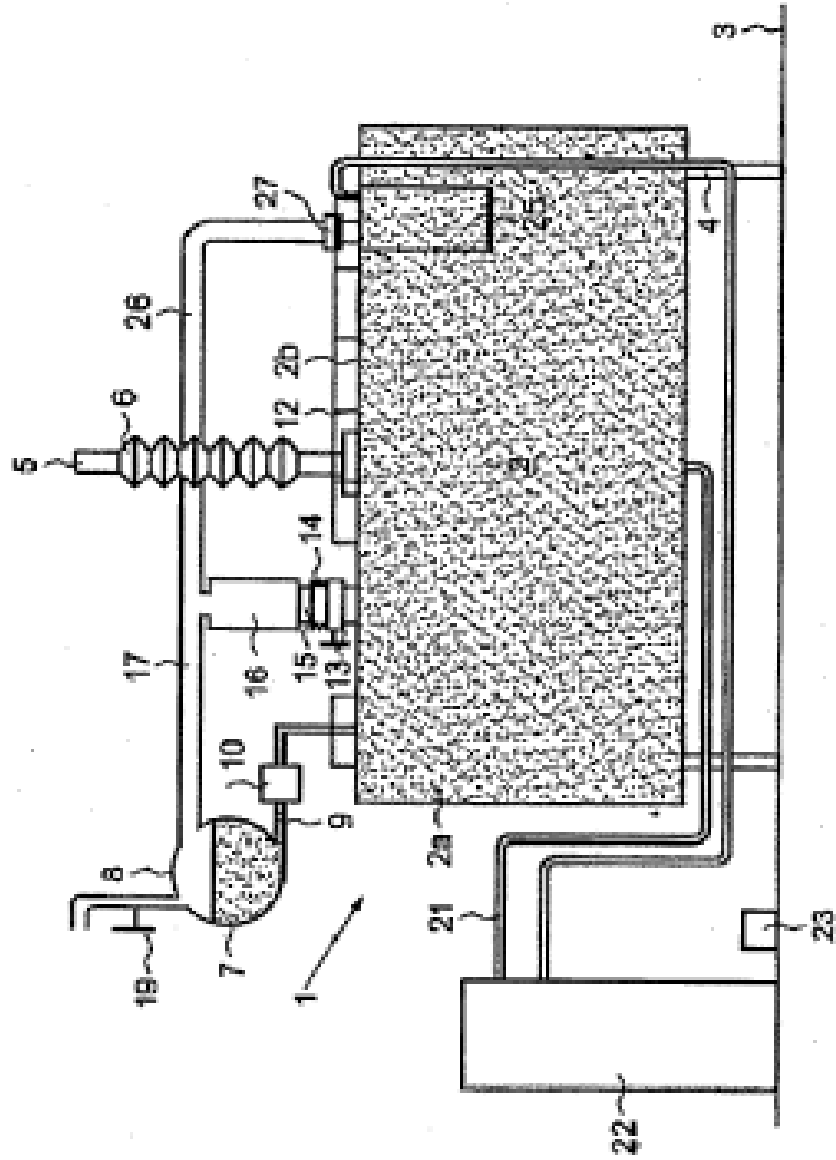
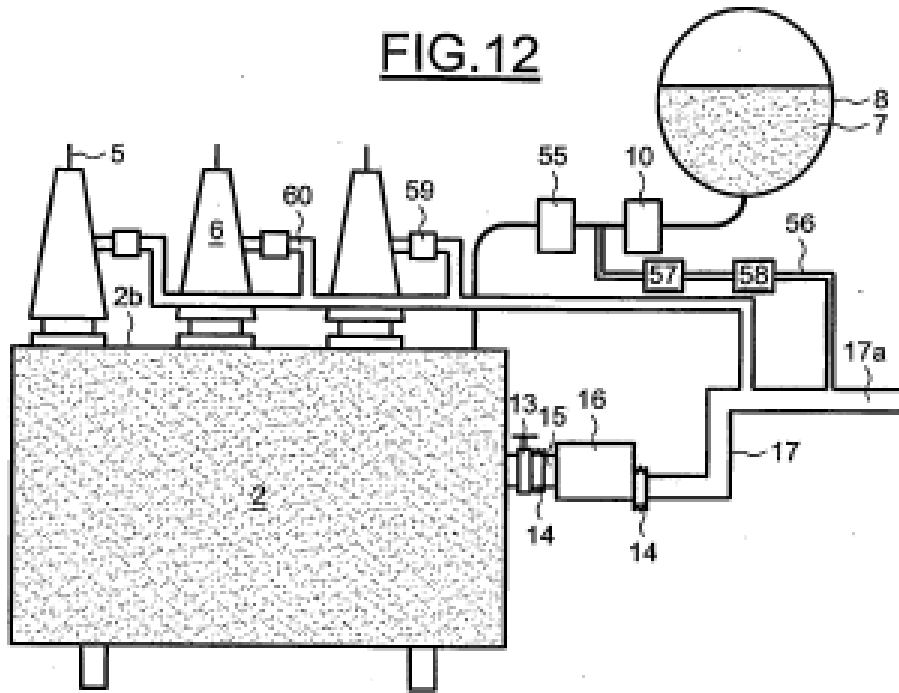


FIG.11



**FIG.12**



**FIG.13**

