(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 543 013**

(51) Int. CI.:

H02H 7/04 (2006.01)
H02H 5/08 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **25.08.2008 E 08290798 (1)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.02.2015 EP 2031725**

(54) Título: **Dispositivo de protección contra los efectos de defectos de aislamiento en un aparato eléctrico polifásico alimentado por una red eléctrica**

(30) Prioridad:

03.09.2007 FR 0706155

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
13.08.2015

(73) Titular/es:

TRANSFIX (100.0%)
Zone Industrielle Toulon Est, 636 avenue de Draguignan
83130 La Garde, FR

(72) Inventor/es:

FALTERMEIER, JEAN-FRANCIS

(74) Agente/Representante:

VIGAND, Philippe

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 protección contra los efectos de defectos de aislamiento en un aparato eléctrico polifásico alimentado por una red eléctrica.

La invención se refiere a un dispositivo de protección contra los efectos de defectos de aislamiento en un aparato eléctrico, destinado a sumergirse en un líquido dieléctrico contenido en un depósito puesto a tierra y conectado en serie a una red eléctrica de alimentación.

La invención se aplica más particularmente a transformadores eléctricos de distribución diseñados para redes trifásicas de media tensión.

Se conoce a partir de los documentos Nº EP1122848 y EP0817346, un dispositivo de protección contra los efectos debidos a los defectos de aislamiento en un transformador, incluyendo al menos dos fusibles con percutor montados cada uno en una fase, un sistema de desconexión trifásico, así como un medio para detectar posibles corrientes que fluyen entre la fase en defecto y tierra.

De acuerdo con la representación esquemática de la figura 1, los aparatos eléctricos, y más particularmente los transformadores 1, equipados con dichos dispositivos protectores generalmente se montan en derivación en la red eléctrica de alimentación 4. Sin embargo, la realización de esta conexión por derivación 3 es compleja ya que requiere una conexión al cable de la red 4. Esta conexión, realizada generalmente con una caja de derivación, se monta inevitablemente *in situ* y no puede desmontarse *a posteriori.*

Por lo tanto, puede resultar ventajoso insertar el aparato eléctrico directamente en el bucle formado por la red eléctrica por medio de una conexión en serie. Por lo tanto, esta conexión puede realizarse de forma más sencilla, por medio, para cada fase del aparato, de dos pasatapas eléctricos cuyo extremo está dotado de clavijas.

Existe una doble ventaja. En primer lugar, esto permite obtener una solución de conexión más sencilla a implementar. Por otro lado, permite extraer fácilmente el aparato eléctrico de la red. Esta solución es especialmente interesante ya que este tipo de conexión en serie es típico de redes de distribución públicas.

Sin embargo, la implementación de tal conexión en serie puede causar nuevos defectos de aislamiento, en particular a través de una conexión eléctrica que conecta los dos pasatapas de conexión del aparato. Por ejemplo, puede aparecer un arco eléctrico, debido a un aislamiento deficiente, o bien debido a una sobretensión transitoria propagada en la red.

Sin embargo, los dispositivos protectores que se han mencionado anteriormente únicamente actúan para los defectos de aislamiento localizados en la parte activa del aparato. En condiciones normales, los circuitos eléctricos a proteger únicamente ven la corriente operativa del transformador en concreto, como mucho unas decenas de amperios. Por lo tanto, es suficiente el uso de fusibles, cuya sensibilidad permite intervenir en cuanto se producen corrientes en defecto de un valor que varía de cinco a diez veces la corriente operativa.

No obstante, el aparato eléctrico conectado de este modo a la red de distribución ya no se encuentra únicamente sometido a la corriente operativa del aparato eléctrico, sino también a la corriente que fluye por la red, que es de varios cientos de amperios. Por lo tanto, ya no se considerará una protección de tipo fusible.

Se desvela otro dispositivo protector para transformadores eléctricos sumergidos por el documento EP 1 806 817.

La realización de un dispositivo protector para un aparato conectado en serie a la red eléctrica de alimentación puede incluir ventajosamente, por lo tanto, además de las soluciones ya mencionadas, una solución que permite proteger el aparato de los efectos resultantes de un defecto de aislamiento. En particular, el dispositivo protector puede proteger el aparato eléctrico frente a la aparición de un arco eléctrico entre dos o varias fases, es decir, localizado entre las diferentes conexiones eléctricas que contactan los dos pasatapas de conexión para cada fase, o incluso la aparición de un arco eléctrico entre una de las conexiones eléctricas y la toma de tierra del aparato.

Para ello, la presente invención propone establecer para cada fase del aparato un contacto galvánico entre la conexión eléctrica que conecta los dos pasatapas de conexión y la conexión a tierra del aparato eléctrico durante la aparición del arco eléctrico. Una vez en contacto, la conexión eléctrica y la conexión a tierra del aparato llevan el mismo potencial.

Para este fin, el objeto de la invención es un procedimiento del protección de un aparato eléctrico, en particular un transformador eléctrico polifásico, conectado en serie a una red de alimentación por medio, para cada fase del aparato eléctrico, de dos pasatapas conectados por una conexión eléctrica, estando dicho aparato eléctrico diseñado para sumergirse en un líquido dieléctrico contenido en un depósito conectado a tierra, consistiendo el procedimiento en poner en contacto cada conexión eléctrica con la toma de tierra del aparato eléctrico en cuanto aparezca un arco eléctrico en el depósito.

De acuerdo con la invención, la detección del arco eléctrico se produce cuando la presión en el interior del depósito excede un primer valor umbral y cuando la velocidad del cambio de presión es superior a un segundo valor umbral.

Preferiblemente, el procedimiento incluye adicionalmente una función de protección y desconexión de las fases del aparato, localizadas corriente abajo de las conexiones eléctricas.

La invención también se refiere a un dispositivo para proteger contra los efectos de defectos de aislamiento en un aparato eléctrico, en particular un transformador eléctrico polifásico, conectado en serie a una red de alimentación por medio, para cada fase del aparato eléctrico, de dos pasatapas conectados mediante una conexión eléctrica, estando dicho aparato eléctrico diseñado para sumergirse en un líquido dieléctrico contenido en un depósito conectado a tierra, comprendiendo el dispositivo protector un medio para detectar un arco eléctrico, estando el medio de detección acoplado a medios para controlar un sistema de conexión de la conexión eléctrica con la toma a tierra del aparato eléctrico.

La introducción de dos pasatapas permite pasar de una conexión por derivación a una conexión en serie. Esta conexión en serie facilita la conexión del aparato eléctrico con la red de alimentación y hace posible la extracción del aparato si fuera necesario.

Además, el uso de tal sistema de protección permite proteger el aparato eléctrico frente a defectos de aislamiento cuando se somete a corrientes de alta intensidad.

Preferiblemente, el sistema de conexión es un interruptor seccionador trifásico.

Los aparatos eléctricos, y más particularmente los transformadores, generalmente tienen tres fases. Por lo tanto, el uso de un interruptor seccionador trifásico permite conectar cada fase del aparato directamente a tierra.

De acuerdo con una realización preferida:

- el medio de detección activa el sistema de conexión cuando la presión relativa en el interior del depósito excede un primer valor umbral, preferiblemente sustancialmente igual a 0,4 bar.
- el medio de detección comprende una célula estanca cuya compresión causa la activación del sistema de conexión, y
- el sistema de conexión comprende un miembro para bloquear en posición un equipo móvil sometido a un resorte de retorno.

Se apreciará que la aparición de un arco eléctrico se traduce en un aumento den la presión en el interior del depósito debido a la descomposición por el arco del líquido dieléctrico y una importante formación de gas.

Además, el uso de una célula estanca cuya compresión, más allá del valor umbral, activa el sistema de conexión, permite librar al dispositivo de protección de una solución que realice un intercambio con el exterior. De hecho, la célula estanca se comprime por sí misma como resultado de la sobrepresión, esta célula no requiere energía procedente del exterior.

Esta realización también permite obtener una buena rapidez de reacción del dispositivo, debido a la simplicidad de la cadena cinemática y el corto periodo de cierre del interruptor seccionador.

Finalmente, la simplicidad del dispositivo en su totalidad limita el impacto económico sobre el precio del aparato.

De acuerdo con otra realización:

- el medio de detección activa el sistema de conexión cuando la presión en el interior del depósito excede un

primer valor umbral y la velocidad del cambio de presión es superior a un segundo valor umbral,
el medio de detección comprende un miembro de bloqueo conectado a una cabeza de pistón insertada en una cámara cilíndrica en la que se aloja una célula estanca; teniendo la cabeza de pistón un orificio calibrado que asegura la comunicación entre el baño de líquido dieléctrico y el interior de la cámara cilíndrica, y
el diámetro del orificio calibrado se encuentra entre 0,5 a 1 mm de diámetro para una cámara cilíndrica de 100 cm^3.

Este segundo medio de detección no solo tiene en cuenta la presión interna de la cámara cilíndrica, sino también la velocidad de cambio de esta presión interna. Por lo tanto, cuando el aparato eléctrico se somete a un aumento de temperatura debido a pérdidas energéticas por el efecto Joule, la temperatura aumenta lentamente y no activa el sistema de conexión.

Además, y de la misma manera que anteriormente, el uso de una célula estanca deformable como resultado de una sobrepresión permite evitar cualquier contacto con el exterior.

De acuerdo con una realización particular:

el dispositivo de protección incluye adicionalmente un medio para proteger y desproteger las fases del aparato eléctrico, situado corriente abajo de las conexiones eléctricas,
el dispositivo de protección integra al menos un aparato de maniobra situado en la conexión eléctrica para cortar la energía eléctrica del aparato y/o crear un corte de la red de alimentación, y un segundo sistema de conexión que puede activarse por un segundo medio de detección, estando los dos sistemas de conexión situados en cualquier lado del aparato de maniobra, y
los dos sistemas de conexión también pueden activarse manualmente.

Añadir a este dispositivo protector una función de protección y desconexión de las fases del aparato eléctrico, tal como se muestra en los documentos a los que se ha hecho referencia anteriormente, permite asegurar un nivel óptimo de seguridad y rendimiento.

Por otro lado, de acuerdo con el tipo de aplicación del aparato eléctrico y la estructura de la red de alimentación, puede ser necesario incluir aparatos de maniobra en el depósito del transformador con el fin de permitir maniobras de explotación en la red.

Esta es la razón por la que puede ser interesante añadir un aparato de maniobra en la conexión eléctrica que contacto los dos pasatapas de conexión del aparato.

Por lo tanto, puede llegar a ser igualmente útil permitir la activación manual o automática, a través de medios de detección, de dos sistemas de conexión situados en cualquier lado del aparato de maniobra para facilitar las maniobras de explotación en la red protegiendo al mismo tiempo el aparato eléctrico de los defectos de aislamiento.

Finalmente, la invención también se refiere a un transformador para distribuir energía eléctrica diseñado para sumergirse en un líquido dieléctrico contenido en un depósito, incluyendo el transformador un dispositivo para proteger frente a los efectos de defectos eléctricos, tal como se ha mencionado anteriormente.

Otras características y ventajas de la invención se harán evidentes tras la siguiente lectura de los ejemplos de realización detallados, en referencia a las figuras que representan respectivamente:

- La figura 1, una representación unifiliar esquemática de un transformador de acuerdo con la técnica anterior (ya comentada);
- la figura 2, una representación unifiliar esquemática de un transformador que incluye un primer ejemplo de realización de un dispositivo protector de acuerdo con la invención;
- la figura 3a, una vista frontal simplificada de una primera realización de un medio de detección y un sistema de conexión de acuerdo con la invención;
- la figura 3b, una vista superior simplificada de la primera realización de un medio de detección y un sistema de conexión de acuerdo con la invención;
- la figura 4, una vista simplificada de una segunda realización de un medio de detección y un sistema de conexión, parcialmente representado, de acuerdo con la invención;
- la figura 5, una representación unifiliar esquemática de un transformador que incluye un segundo ejemplo

de realización de un dispositivo de protección de acuerdo con la invención,

Como se representa esquemáticamente en la figura 2, el aparato eléctrico 10 a proteger es un transformador eléctrico 10 sumergido en el depósito 12 que contiene un líquido dieléctrico. Además, el depósito 12 se cierra herméticamente, permitiendo así controlar la presión en el interior del depósito 12.

De acuerdo con varias variantes, el dispositivo de protección se aplica a otros tipos de aparatos eléctricos, tales como transformadores, en particular reactancias de compensación, reactancias shunt, auto transformadores, o incluso aparatos de maniobra.

El dispositivo de protección de acuerdo con la invención también está equipado, para cada fase de la red, con dos bornes de conexión 13a y 13b conectados respectivamente con los lados corriente arriba y corriente abajo de la red eléctrica de alimentación 14.

Ventajosamente, estos bornes de conexión 13a, 13b son tomas de media tensión que pueden enchufarse, permitiendo así una fácil división de la red de alimentación 14.

Por lo tanto, el transformador 10 está conectado en serie a la red de alimentación, lo que es típico de las redes de distribución públicas.

El dispositivo de protección de acuerdo con la invención incluye, tal como presentan los documentos de la técnica anterior que se han mencionado anteriormente, un medio de protección y de desconexión 15 de la parte activa 16 del transformador 10.

El medio de protección y desconexión 15 permite detectar una corriente en defecto entre las fases o una corriente que circula entre la toma a tierra 17 y la parte activa 16 del transformador. En el caso de la detección, esta función de protección y detección causa la desconexión de las fases que alimentan al transformador.

El transformador 10 incluye adicionalmente para cada una de sus fases dos pasatapas eléctricos 20a, 20b conectados respectivamente a los bornes de conexión 13a, 13b. Estos pasatapas, que penetran en el interior del depósito 12 del transformador 10, están conectados mediante una conexión eléctrica polifásica 22, también situada en el depósito del transformador. Esta conexión eléctrica polifásica 22 puede ser ventajosamente un conjunto de barras conductoras.

El dispositivo de protección de acuerdo con la invención incluye finalmente un medio de detección 24 de un arco eléctrico. El medio de detección controla un sistema de conexión 26 que conecta, cuando está activado, la conexión eléctrica polifásica 22 con la toma a tierra 17 del transformador 10.

Las figuras 3a y 3b representan vistas parciales frontal y superior, de un sistema de conexión 26 y un primer modo de detección 24 de un arco eléctrico, de acuerdo con la invención.

En esta realización, la conexión eléctrica polifásica 22 se asegura por estas tres barras conductoras 22a, 22b, 22c que conectan los pasatapas eléctricos 20a, 20b.

En un primer extremo de esta conexión eléctrica polifásica 22 se conectan los miembros de protección y desconexión 15 de la parte activa 16 del transformador eléctrico 10, aquí parcialmente representado. En un segundo extremo de esta conexión eléctrica polifásica 22 se conectan los contactos móviles 32a, 32b, 32c dispuestos sobre una armadura móvil 36 formando así un interruptor seccionador trifásico de toma a tierra 34.

Los contactos móviles 32a, 32b, 32c están opuestos al segundo extremo de las barras conductoras 22a, 22b, 22c. La armadura móvil 36 se fija en el depósito 12 del dispositivo de protección de acuerdo con la invención. Sin embargo, la armadura móvil 36 tiene un grado de rotación con respecto al depósito 12, para permitir la desconexión de los contactos móviles 32a, 32b, 32c del interruptor seccionador 34 y el extremo de las barras conductoras 22a, 22b, 22c que están enfrentadas.

Cuando está en posición abierta, la armadura móvil 36 tensa un resorte de torsión 38. Por lo tanto, la armadura móvil 36 se mantiene en posición abierta por medio de un miembro de bloqueo 40, por ejemplo un gancho. El sistema de bloqueo 40 se activa mediante una biela 42, fijada a la cara frontal de un medio de detección 24 que comprende una célula estanca 44 deformable como resultado de una sobrepresión en el depósito 12.

Durante la aparición de un arco eléctrico, el último provoca una descomposición del líquido dieléctrico y causa un volumen de gas de tal forma que la presión interna en el depósito 12 que contiene la célula estanca deformable 44 progrese muy rápidamente. Cuando la sobrepresión excede un primer valor umbral, determinado por las características mecánicas de la célula estanca 44, esta se deforma, activando de este modo el sistema de conexión 26.

Ventajosamente, el primer valor umbral para activar el sistema de conexión 26 es sustancialmente igual a 0,4 bar.

Cuando la célula estanca 44 se comprime, hace que la biela 42 se mueva y, por lo tanto, el miembro de bloqueo 40, dando así como resultado la liberación de la armadura móvil 36 y, por lo tanto, poniendo en contacto los contactos móviles 32a, 32b, 32c con el extremo de las barras conductoras 22a, 22b, 22c.

Obviamente, el desplazamiento de la armadura móvil 36 que permite la conexión/desconexión de los contactos móviles 32a, 32b, 32c del interruptor seccionador 34 con el extremo de las barras conductoras 22a, 22b, 22c puede deberse a un movimiento de traslación.

La figura 4 representa una vista parcial de un segundo ejemplo de medio para detectar un arco eléctrico.

De hecho, en este ejemplo, la célula estanca 44 se dispone en una cámara cilíndrica 50, fijándose al bastidor del depósito 12. La biela 42 se fija aquí a una cabeza de pistón 54, cuyo diámetro se ajusta al diámetro interno de la cámara cilíndrica 50, de tal manera que se asegure una buena estanqueidad entre el interior de la cámara cilíndrica 50 y el interior del depósito 12.

La cabeza del pistón 54 está dotada de un orificio calibrado 56 que garantiza la comunicación entre el líquido dieléctrico contenido en el depósito 12 y la cámara cilíndrica 50. Por lo tanto, el orificio calibrado 56 permite mantener un equilibrio de presión entre la cámara cilíndrica y el interior del depósito, siempre que no haya ningún cambio repentino en la presión en el interior del depósito 12.

El aparato eléctrico 10 genera a veces pérdidas, en particular por el efecto Joule, conduciendo así a un calentamiento del líquido dieléctrico y, por lo tanto, un aumento de la presión en el depósito 12. No obstante, este aumento de presión es lento. Por lo tanto, el orificio calibrado 56 permite mantener una presión de equilibrio entre el interior de la cámara cilíndrica 50 y el interior del deposito 12. Si esta presión excede el primer valor umbral, la célula estanca 24 posiblemente puede comprimirse, pero la cabeza del pistón 54 permanece inmóvil y el dispositivo de protección de acuerdo con la invención no reacciona.

Por otro lado, durante la aparición del defecto eléctrico en el transformador y, en particular de un arco eléctrico entre las diferentes fases de la conexión eléctrica 22, o entre la conexión 22 y la toma a tierra, el líquido dieléctrico se somete a un rápido aumento de la presión en el interior del depósito 12. Al ser repentino este aumento de la presión, el orificio calibrado 56 no permite mantener el equilibrio de presión entre el interior del depósito 12 y el interior de la cámara cilíndrica 50.

Ventajosamente, este medio de detección se activa cuando la velocidad del cambio de presión es de al menos 0,2 bar por segundo.

Por lo tanto, la cabeza del pistón 54 se mueve como resultado de la diferencia de presión que aparece entre el interior del depósito 12 y el interior de la cámara cilíndrica 50. Por lo tanto, el desplazamiento de la cabeza del pistón 54 es posible si la presión es superior al primer valor umbral, por la compresibilidad de la célula estanca 44.

El movimiento de la cabeza del pistón 54 se transmite a la biela 42, después al miembro de bloqueo 40, liberando así la armadura móvil 36, de tal manera que se pongan en contacto los contactos móviles 32a, 32b, 32c con los extremos de las barras conductoras 22a, 22b, 22c.

La sensibilidad y reactividad de este medio de detección 24 dependen sustancialmente de la calibración del orificio 56. Este orificio 56 debe calibrarse para impedir una activación prematura del dispositivo de protección. Ventajosamente, el diámetro del orificio 56 puede ser de 0,5 a 1 mm de diámetro del orificio para una cámara cilíndrica de 100 cm^3.

De acuerdo con otra realización representada en la figura 5, puede ser necesario incluir en el depósito 112 del

transformador 110, uno o varios aparatos de maniobra 170 que permitan realizar cierto trabajo en la red de alimentación 114.

El aparato de maniobra 170 es generalmente un interruptor o un interruptor seccionador, controlado manualmente o a distancia por un mando a distancia. Por lo tanto, este aparato de maniobra 170 permite cortar la red de alimentación 114.

Para los requisitos de bloqueo de la corriente arriba o la corriente abajo de la red de alimentación 114, el aparato de maniobra 170 se enmarca generalmente por dos sistemas de conexión 26, 126 de la conexión eléctrica 122 con la toma a tierra.

Estos sistemas de conexión 26, 126 pueden controlarse por dos medios de detección 24, 124, como se ha mencionado anteriormente, o manualmente. Por lo tanto, alternativamente pueden cumplir su función dentro de la configuración del dispositivo de protección o servir como un simple interruptor seccionador de toma a tierra y para cortocircuitos.

Ventajosamente, la activación manual de estos sistemas de conexión puede realizarse a distancia por medio de un mando a distancia.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de protección de un aparato eléctrico (10, 110), en particular un transformador eléctrico polifásico (10, 110), conectado en serie a una red de alimentación (14,114) por medio, para cada fase del aparato eléctrico (10, 110), de dos pasatapas (20a, 20b) conectados por una conexión eléctrica (22, 122), estando dicho aparato eléctrico (10, 110) diseñado para sumergirse en un líquido dieléctrico contenido en un depósito (12,112) conectado a tierra, consistiendo el procedimiento en poner en contacto la conexión eléctrica (22, 122) y la toma de tierra del aparato eléctrico (17) cuando aparece un arco eléctrico en depósito (12, 112), **caracterizado por que** la detección del arco eléctrico se produce cuando la presión relativa en el interior del (12, 112) excede un primer valor umbral y la velocidad de variación de la presión es superior a un segundo valor umbral.

2. Procedimiento de protección de un aparato eléctrico (10, 110) de acuerdo con una de las realizaciones anteriores, **caracterizado por que** incluye adicionalmente una función de protección y desconexión (15) de las fases de la parte activa del aparato eléctrico (10, 110) localizadas corriente abajo de la conexión eléctrica (22, 122).

3. Dispositivo de protección contra los efectos de fallos eléctricos en un aparato eléctrico (10, 110), en particular un transformador eléctrico polifásico (10, 110), conectado en serie a una red de alimentación (14, 114) por medio, para cada fase del aparato eléctrico (10, 110), de dos pasatapas (20a, 20b) conectados mediante una conexión eléctrica (22, 122), estando dicho aparato eléctrico (10, 110) diseñado para sumergirse en un líquido dieléctrico contenido en un depósito (12, 112) conectado a tierra, comprendiendo dicho dispositivo de protección al menos un medio de detección (24) de un arco eléctrico, estando el medio de detección (24) acoplado a medios para controlar un sistema de conexión (26) de la conexión eléctrica (22, 122) con la toma de tierra del aparato eléctrico (17), **caracterizado por que** el medio de detección (24) activa el sistema de conexión (26) cuando la presión en el interior del depósito (12, 112) excede un primer valor umbral et que la velocidad de variación de la presión es superior a un segundo valor umbral.

4. Dispositivo de protección de acuerdo con la reivindicación 3, **caracterizado por que** el sistema de conexión (26) es un seccionador polifásico.

5. Dispositivo de protección de acuerdo con la reivindicación 3 o 4, **caracterizado por que** el primer valor umbral es sustancialmente igual a 0,4 bar.

6. Dispositivo de protección de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 3 a 5, **caracterizado por que** el medio de detección (24) comprende un miembro de bloqueo (40) conectado a una cabeza de pistón (54) insertada en una cámara cilíndrica (50) en la que se aloja una célula estanca (44), teniendo la cabeza de pistón (54) un orificio calibrado (56) que asegura una combinación entre el baño de líquido dieléctrico y el interior de la cámara cilíndrica (50).

7. Dispositivo de protección de acuerdo con la reivindicación 6, **caracterizado por que** el diámetro del orificio calibrado (56) está comprendido entre 0,5 y 1 mm para una cámara cilíndrica (50) de 100 cm^3.

8. Dispositivo de protección de acuerdo con una de las reivindicaciones 3 a 7, **caracterizado por que** incluye adicionalmente un medio de protección y desconexión (15) de las fases de la parte activa del aparato eléctrico (10, 110) corriente abajo de la conexión eléctrica (22,122).

9. Dispositivo de protección de acuerdo con una de las reivindicaciones 3 a 8, **caracterizado por que** integra al menos un aparato de maniobra (170) situado en la conexión eléctrica (122) para cortar la alimentación (114) del aparato eléctrico (110) y/o crear un corte de la red de alimentación (114), así como un segundo sistema de conexión (126) que puede activarse por un segundo medio de detección (124), estando los dos sistemas de conexión (26,126) situados en cualquier lado del aparato de maniobra (170).

10. Dispositivo de protección de acuerdo con la reivindicación 9 **caracterizado por que** los dos sistemas de conexión también pueden activarse manualmente.

11. Transformador de distribución (10, 110) de la energía eléctrica diseñado para sumergirse en un líquido dieléctrico contenido en un depósito (12,112), incluyendo el transformador (10, 110) un dispositivo de protección contra los efectos de fallos eléctricos de acuerdo con una de las reivindicaciones 3 a 10.

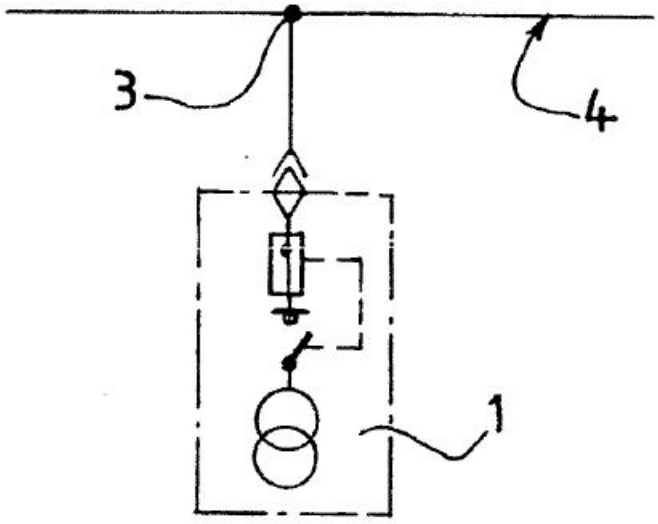

FIG.1

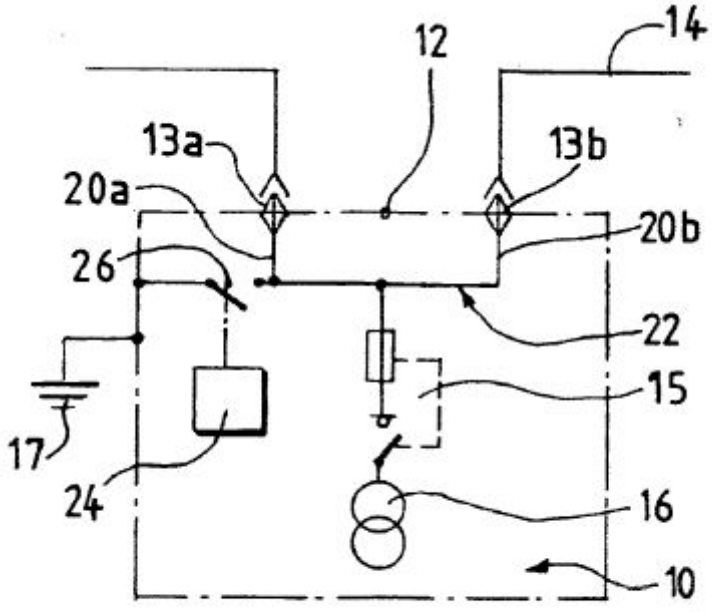

FIG.2

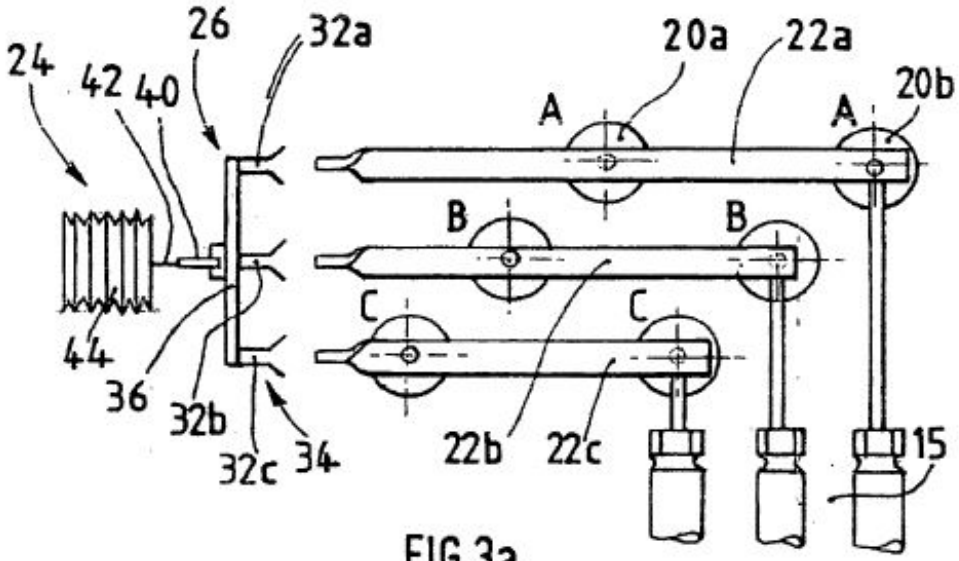
24
42
40
26
32a
20a
22a
20b
A
A
B
B
C
C
44
36
32b
32c
34
22b
22c
15

FIG.3a

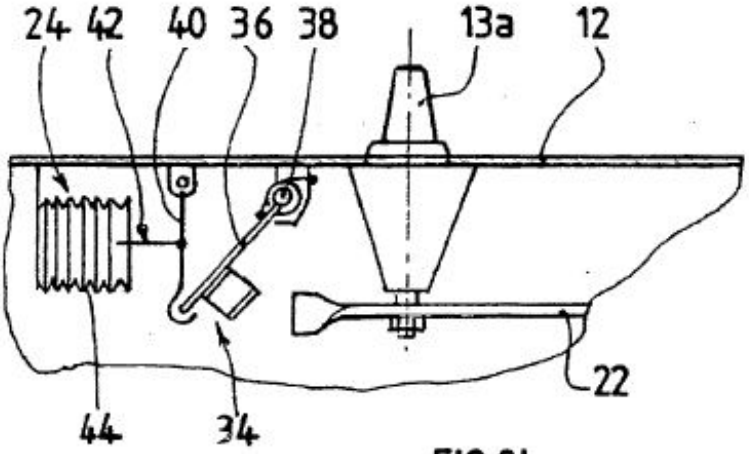
24
42
40
36
38
13a
12
22
44
34

FIG.3b

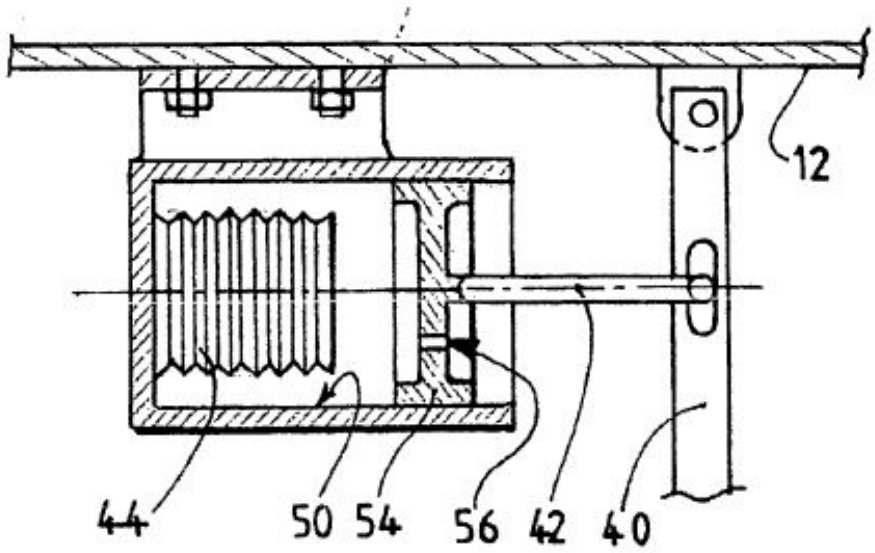

FIG.4

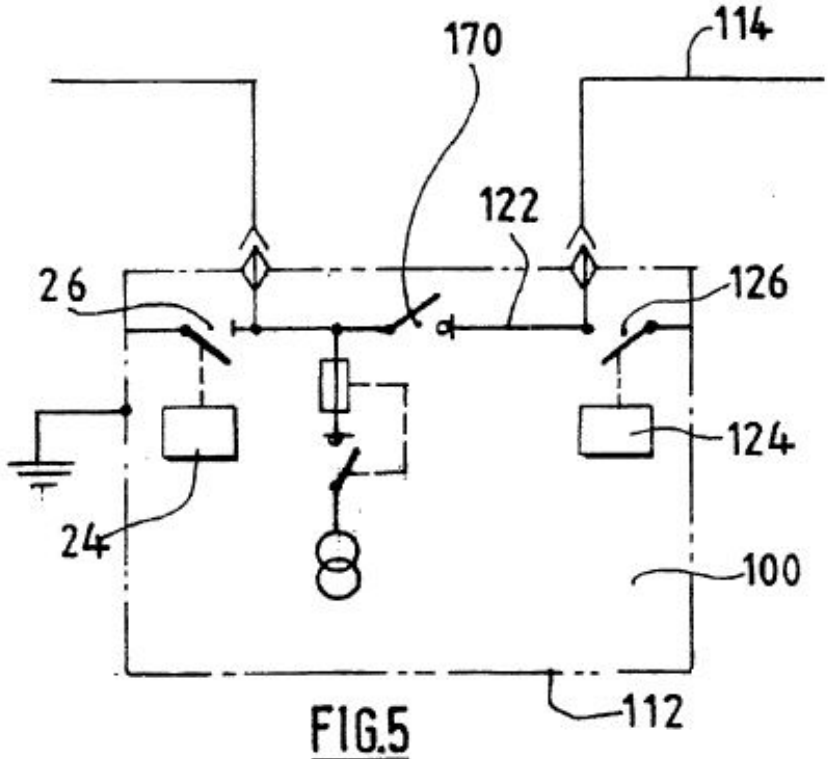

FIG.5