

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 529 048**

51 Int. Cl.:

G01N 27/22 (2006.01)

G01R 27/26 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **17.08.2007 E 07016221 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **17.12.2014 EP 2026062**

54 Título: **Procedimiento y dispositivo para la determinación del contenido de humedad de un aislamiento de un transformador**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
16.02.2015

73 Titular/es:

**OMICRON ELECTRONICS GMBH (100.0%)
OBERES RIED 1
6833 KLAUS, AT**

72 Inventor/es:

KOCH, MAIK

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 529 048 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

Procedimiento y dispositivo para la determinación del contenido de humedad de un aislamiento de un transformador

5 La presente invención se refiere a un procedimiento para la determinación de un contenido de humedad de un aislamiento de un transformador y a un dispositivo configurado correspondientemente.

10 En *“Das dielektrische Verhalten von Öl-Papier-Isolationen unter der Wirkung von Grenzflächen-, Material-, und Prüfparametern“* (“El comportamiento dieléctrico de aislamientos de aceite-papel bajo el efecto de parámetros de superficies límite, de material y de prueba”) A. Küchler u.a., *Fachtagung der Energietechnischen Gesellschaft (ETG)* (Simposio de la Sociedad alemana para Técnicas de la Energía (ETG)) de 2005 en Hanau, se analizan mediciones de corriente de polarización y de despolarización. En un proceso iterativo se hacen coincidir curvas simuladas y medidas, teniéndose en cuenta que las corrientes elevadas pueden estar producidas tanto por humedad como también por productos de envejecimiento.

15 En *“Berücksichtigung geometrischer un parasitärer Einflüsse bei der Bestimmung des Wassergehalts in Öl-Papier-Isolationen durch die elektrische Diagnose“* (“Consideración de los efectos geométricos y parasitarios en la determinación del contenido de agua en aislamientos de aceite-papel mediante el diagnóstico eléctrico”), A. Küchler u.a., *Fachtagung der Energietechnischen Gesellschaft (ETG)* (Simposio de la Sociedad alemana para Técnicas de la Energía (ETG)) de 1 de enero de 2004, se determina la humedad mediante ecuaciones en dependencia de la conductividad del cartón prensado y de la conductividad del aceite. En este caso de determina la conductividad del aceite en una medición separada. Para el modelado del aislamiento se introducen en los modelos imágenes de sustitución, que describen los materiales de manera correcta físicamente. Éstas pueden derivarse también de mediciones de respuesta gradual.

20 En *“Einfluss äusserer Grenzflächen auf die dielektrische Diagnose betriebsgealteter hochspannungsdurchführungen“* (“Influencia de superficies límite exteriores en el diagnóstico dieléctrico de los pasantes de alta tensión envejecidos en el funcionamiento”), A. Küchler u.a., *Fachtagung der Energietechnischen Gesellschaft (ETG)* (Simposio de la Sociedad alemana para Técnicas de la Energía (ETG)) de 2005 en Hanau, se determinan respuestas de sistemas dieléctricos en los materiales de aislamiento relevantes, para derivar imágenes de sustitución para la simulación numérica de pasantes.

25 La humedad, particularmente en el caso de aislamientos de aceite-papel de transformadores de potencia, reduce su resistencia eléctrica, acelera su envejecimiento y puede conducir a la formación de burbujas de gas en el aislamiento. Con contenido de humedad del aislamiento se entiende en este caso un contenido de agua porcentual en el aislamiento.

30 Un conocimiento del contenido de humedad en componentes sólidos del aislamiento, por ejemplo, papel o cartón prensado, es de una gran importancia para un funcionamiento seguro de los transformadores de potencia. Para la medición del contenido de humedad en los componentes sólidos del aislamiento, se han desarrollado procesos de medición dieléctricos, los cuales deducen el contenido de humedad a partir de una o de varias propiedades dieléctricas del aislamiento. Esta medición puede producirse en este caso en el rango temporal o de frecuencia, siendo los resultados que se producen a partir de ello, magnitudes de medición o propiedades dieléctricas, como por ejemplo corrientes de polarización o de despolarización, el factor de pérdida Tangens Delta, la constante de dielectricidad. A partir de estas magnitudes de medición, puede calcularse entonces mediante una comparación con un modelo, el contenido de humedad en el componente sólido del aislamiento o el aislamiento sólido.

35 Es problemático, que las propiedades dieléctricas del aislamiento no solo pueden ser influidas por agua, sino también por otros productos de envejecimiento conductores, de manera que mediante estos productos de envejecimiento puede simularse una humedad adicional. Debido a ello, el contenido de humedad o el contenido de agua medido o analizado, es típicamente demasiado alto, precisamente en el caso de transformadores muy envejecidos con un sistema de aislamiento relativamente con gran conductividad, en comparación con el contenido de humedad real. Este diagnóstico erróneo debido al contenido de humedad medido erróneamente demasiado alto, puede conducir a medidas de mantenimiento innecesarias, como por ejemplo un secado.

40 Es por tanto tarea de la presente invención, proporcionar un procedimiento y un dispositivo, con los cuales pueda determinarse con mayor precisión un contenido de humedad de un aislamiento de un transformador, de lo que permite el estado de la técnica.

45 Esta tarea se soluciona según la invención mediante un procedimiento para la determinación de un contenido de humedad de un aislamiento de un transformador según la reivindicación 1 y un dispositivo configurado correspondientemente según la reivindicación 10. Las reivindicaciones dependientes definen formas de realización preferidas y ventajosas de la invención.

En el marco de la presente invención se proporciona un procedimiento para la determinación de un contenido de humedad de un aislamiento de un transformador, comprendiendo el aislamiento un líquido, particularmente aceite. El procedimiento según la invención comprende los siguientes pasos:

- 5 • determinación y medición de una o más propiedades dieléctricas del aislamiento.
- Deducción de un contenido de humedad provisional y de una conductividad del líquido, a partir de un modelo del aislamiento en dependencia de la propiedad dieléctrica medida.
- Corrección del contenido de humedad provisional con la ayuda de la conductividad, para determinar a partir de ello el contenido de humedad del aislamiento.

10 Los productos de envejecimiento conductores son sobre todo ácidos disociados, los cuales están tanto disueltos en el líquido (particularmente aceite) como también adicionados en el componente sólido del aislamiento (particularmente papel). Mediante procesos de intercambio termodinámicos se produce un equilibrio de la distribución de los productos de envejecimiento entre el líquido y los componentes no líquidos o el componente sólido del aislamiento. La presente invención consiste ahora entonces en concluir a partir de las propiedades del líquido influidas por el envejecimiento, las propiedades influidas por el envejecimiento de los componentes sólidos del aislamiento. Para ello se calculan los efectos dieléctricos de los productos de envejecimiento en el aislamiento mediante un modelado, cuyo resultado es el contenido de humedad no corregido y la conductividad del líquido. Mediante la conductividad puede deducirse la proporción de los productos de envejecimiento en el componente sólido del aislamiento. Expresado de otra manera, mediante el conocimiento de los productos de envejecimiento conductores en el líquido, se determinan los productos de envejecimiento en el componente sólido del aislamiento y con ello los efectos de estos productos de envejecimiento en el componente sólido del aislamiento. De esta manera pueden compensarse los efectos de los productos de envejecimiento en el componente sólido del aislamiento, de manera que se tiene en cuenta durante la determinación del contenido de humedad del aislamiento, el agua simulada por la conductividad de los productos de envejecimiento en el componente sólido del aislamiento, con lo que la determinación del contenido de humedad es más precisa que en los procedimientos conocidos según el estado de la técnica.

Mediante una determinación precisa del contenido de humedad del aislamiento, pueden evitarse medidas de mantenimiento innecesarias, como por ejemplo un secado, y con ello periodos de parada innecesarios de transformadores y finalmente costes.

La compensación de las propiedades dieléctricas de los productos de envejecimiento en el componente sólido del aislamiento, se produce en este caso preferiblemente mediante una fórmula de corrección. Esta forma de corrección se calcula en este caso por ejemplo, en cuanto que se miden en el laboratorio varios aislamientos, que están impregnados con líquido de diferente conductividad, particularmente aceite. Ha de tenerse en cuenta en este caso, que mediante una impregnación con por ejemplo, aceite de diferente conductividad, también se modifica de esta manera el contenido de humedad aparente del aislamiento. Mediante estas mediciones de laboratorio se obtiene por lo tanto una relación entre un contenido de humedad real del aislamiento con respecto a un contenido de humedad modelado del aislamiento en dependencia de la conductividad.

Mediante esta relación o esta fórmula de corrección, puede determinarse entonces ventajosamente para el contenido de humedad dado y determinado a partir del modelo, el contenido de humedad real con ayuda de la conductividad, o corregirse correspondientemente el contenido de humedad determinado a partir del modelo.

En una forma de realización preferida, el aislamiento es un aislamiento de aceite-papel, de modo que en el caso del líquido se trata de aceite.

En esta forma de realización los efectos dieléctricos de los productos de envejecimiento en el aceite, se determinan mediante el modelado, obteniéndose como resultado una conductividad del aceite. Esta conductividad del aceite permite ahora una deducción de la proporción de los productos de envejecimiento en el papel, los cuales simulan agua debido a su conductividad. Mediante el conocimiento de los productos de envejecimiento conductores en el aceite se compensa entonces el efecto de los productos de envejecimiento conductores en el papel o en el cartón prensado.

Un modelo del aislamiento se determina de tal manera, que al menos una propiedad dieléctrica del aislamiento medida, se corresponde mejor con este modelo, que con otros modelos. Para ello se optimizan parámetros del modelo, concretamente el contenido de humedad del aislamiento y la conductividad del líquido de tal manera, que la al menos una propiedad dieléctrica deducida a partir del modelo se corresponde de manera óptima con la al menos una propiedad dieléctrica medida. En otras palabras, el modelo de aislamiento se determina con la mejor correspondencia en lo que se refiere a la al menos una propiedad dieléctrica del aislamiento medida. A partir de este modelo determinado de esta manera se deducen entonces el contenido de humedad provisional y la conductividad (para la corrección del contenido de humedad).

Escogiéndose el modelo, a partir del cual pueden reconocerse de la mejor manera la al menos una propiedad dieléctrica del aislamiento medida, por ejemplo, las corrientes de polarización y de despolarización, el factor de pérdida Tangens Delta o la constante de dielectricidad del aislamiento, pueden deducirse a partir de este modelo ventajosamente también de la mejor manera, el contenido de humedad provisional o no corregido y la conductividad, con lo que entonces en un siguiente paso puede elegirse de la mejor manera mediante la conductividad el contenido de humedad correcto del aislamiento.

El modelo tiene en cuenta en este caso ventajosamente una temperatura del aislamiento, la cual se corresponde esencialmente con una temperatura del transformador.

En una forma de realización según la invención, el modelo comprende un modelo X-Y para aislamientos de varias capas, en el presente caso particularmente aislamientos de aceite-papel, pudiéndose tratar por ejemplo, del modelo X-Y conocido de U. Gafvert, G. Frimpong, y J. Fuhr: *"Modelling of dielectric measurements on power transformers"* ("Modelado de mediciones dieléctricas en transformadores de potencia"), Proc. 37th Session "Large High Voltage Electric Systems" (CIGRE), ("Grandes Redes Eléctricas de Alta Tensión" (CIGRE)), paper 103 París, Francia, 1998.

El procedimiento según la invención se realiza preferiblemente para la determinación de un contenido de humedad de un transformador de potencia o de un transformador de alta tensión. En este caso se entiende con transformador de potencia, un transformador que se utiliza para la transmisión de potencia eléctrica por ejemplo a través de conducciones de alta tensión. Una alta tensión es en este caso una tensión de 1000 V o más. En el caso de un transformador de alta tensión, el lado primario o secundario presenta de esta manera al menos una alta tensión.

La compensación de los efectos de los productos de envejecimiento conductores en el componente sólido del aislamiento, se produce en este caso por norma en base a software, de modo que no se necesita por ejemplo una producción de varios juegos de comparación para aislamientos envejecidos de diferente manera.

En el marco de la presente invención, también se proporciona un dispositivo para la determinación de un contenido de humedad de un aislamiento de un transformador, presentando el aislamiento un líquido. El dispositivo comprende en este caso un dispositivo de medición, para medir una propiedad dieléctrica del aislamiento, y una unidad de procesamiento. La unidad de procesamiento es capaz de deducir un contenido de humedad provisional del aislamiento y una conductividad del aceite del líquido a partir de un modelo del aislamiento configurado anteriormente y de corregir el contenido de humedad provisional del aislamiento con la ayuda de la conductividad, para determinar debido a ello el contenido de humedad del aislamiento.

Las ventajas del dispositivo según la invención para la determinación del contenido de humedad del aislamiento, se corresponden esencialmente con las ventajas mencionadas anteriormente del procedimiento según la invención para la determinación del contenido de humedad del aislamiento, por lo cual no se repiten aquí nuevamente.

Con la presente invención puede determinarse de manera precisa particularmente el contenido de humedad del aislamiento de un transformador. Naturalmente la presente invención no está limitada sin embargo, a este campo de aplicación preferido, sino que la presente invención también puede utilizarse para la determinación del contenido de humedad de otros objetos, que comprenden un líquido y un componente sólido, ocupándose procesos de intercambio termodinámico de una distribución en igualdad de peso de productos de envejecimiento entre el líquido y el componente sólido. Un ejemplo de un objeto de este tipo, es un aislamiento, el cual se utiliza en otros dispositivos de alta tensión electrotécnicos, como por ejemplo, interruptores de alta tensión.

A continuación, se explica la presente invención con mayor detalle mediante un ejemplo de realización haciendo referencia al dibujo que acompaña.

La Fig. 1 representa un diagrama de flujo para una forma de realización según la invención, de un procedimiento para la determinación de un contenido de humedad de un aislamiento de un transformador.

La Fig. 2 representa esquemáticamente un transformador de alta tensión, en cuyo aislamiento puede utilizarse el procedimiento según la invención.

La Fig. 3 representa esquemáticamente un dispositivo según la invención para la determinación de un contenido de humedad de un aislamiento de un transformador.

En el paso 1 se miden propiedades dieléctricas de un aislamiento de un transformador y la temperatura del aislamiento, en dependencia de una frecuencia f de una tensión aplicada en el transformador. Las propiedades dieléctricas del aislamiento se corresponden en este caso con las propiedades dieléctricas del transformador, y son propiedades dieléctricas, que también presentan una capacidad del transformador $C_{Tr}(f)$. Estas propiedades dieléctricas comprenden corrientes de polarización, corrientes de despolarización, el factor de pérdida Tangens Delta y la constante de dielectricidad.

En el paso 2 se proporcionan diferentes respuestas dieléctricas de cartón prensado y papel (es decir, del componente sólido del aislamiento) $\epsilon_{PB}(f)$ en dependencia de la temperatura y de un contenido de humedad del cartón prensado y del papel, así como igualmente de la frecuencia f de la tensión aplicada en el transformador, como una base de datos de base de un modelo del aislamiento.

5 En el paso 3 se incorpora una fórmula en el procedimiento, con la cual pueden determinarse respuestas dieléctricas o propiedades dieléctricas de un aceite aislante $\epsilon_{aceite}(f)$ en dependencia de la conductividad σ_{aceite} del aceite, de la frecuencia f de la tensión aplicada en el transformador y de la permitividad del vacío ϵ_0 .

10 En el paso 5 se combinan entre sí las respuestas dieléctricas del cartón prensado y del papel y del aceite mediante un modelo X-Y matemático. En este caso X representa una parte de barreras aislantes en el aislamiento e Y una parte de espaciadores en el aislamiento. Con el modelo X-Y se refleja por lo tanto una relación de aislamiento líquido (aceite) con respecto al aislamiento sólido (cartón prensado, papel en barreras y espaciadores). En este caso se tiene en cuenta la temperatura T del transformador mediante un paso 4. El resultado es una respuesta dieléctrica del modelo $\epsilon_m(f)$.

15 Con la ayuda de la capacidad geométrica C_0 se calcula entonces en el paso 6 una capacidad de modelo $C_m(f)$.

20 Mediante un algoritmo de ajuste o un algoritmo de optimización, se optimizan de tal manera los parámetros de contenido de humedad del cartón prensado y del papel y la conductividad σ_{aceite} del aceite, que las propiedades dieléctricas de la capacidad del transformador real $C_{Tr}(f)$ (es decir, las propiedades dieléctricas medidas en el paso 1) presentan la mejor correspondencia con las propiedades dieléctricas de la capacidad modelada $C_m(f)$ o con las propiedades dieléctricas del modelo. Con otras palabras, las propiedades del modelo de la capacidad modelada $C_m(f)$ se ajustan a las propiedades del transformador real, variándose los parámetros del modelo (contenido de humedad, y conductividad σ_{aceite}). Esto se representa en la Fig. 1 esquemáticamente mediante un paso de comparación 7, en el cual se comparan las propiedades dieléctricas del transformador $C_{Tr}(f)$ con aquellas del modelo $C_m(f)$. Las propiedades del modelo o de los modelos que se ajustan de manera óptima, que presentan la mejor correspondencia con el transformador real, se tienen en cuenta como propiedades del aislamiento real del transformador.

25 Como resultado se calculan entonces a partir del modelo, la conductividad del aceite σ_{aceite} , así como también un contenido de agua o un contenido de humedad aún no corregido en el cartón prensado y en el papel, véase el paso 8. El contenido de humedad es en este caso demasiado alto precisamente en conductividades de aceite altas. Las conductividades de aceite altas se presentan precisamente en transformadores muy envejecidos, de manera que en este caso el contenido de humedad no corregido es mayor que el contenido de humedad real del cartón prensado y del papel.

30 Con el conocimiento de la conductividad del aceite, se compensa ahora en el paso 9 el efecto de productos de envejecimiento en el cartón prensado y el papel. La conductividad del aceite posibilita una deducción de la proporción de los productos de envejecimiento en el cartón prensado y el papel, los cuales simulan agua debido a su conductividad. Esta deducción es posible, dado que el papel y el cartón prensado están impregnados con el mismo aceite, para el cual se determinó la conductividad del aceite mediante el modelado.

35 En el paso 10 se presentan entonces el contenido de humedad corregido en el papel y en el cartón prensado, es decir, el contenido de humedad del aislamiento, así como la conductividad del aceite.

40 La compensación que se lleva a cabo en el paso 9 se basa en una fórmula de corrección, mediante la cual se corrige el contenido de agua modelado, demasiado alto, al valor correcto. La fórmula de corrección se obtiene en este caso mediante mediciones en aislamientos de papel, los cuales se impregnan con aceites de diferente conducción. Con otras palabras, el procedimiento descrito arriba (pasos 1 a 8) se lleva a cabo para varios aislamientos de papel, siendo conocido el aceite, con el cual están impregnados estos aislamientos de papel, y conociéndose de esta manera el contenido de humedad real del aislamiento de papel. A partir del contenido de humedad real, del contenido de humedad no corregido determinado por el modelo, y de la conductividad, puede establecerse entonces la fórmula de corrección, con la cual se determina según la invención el contenido de humedad correcto o real del aislamiento a partir del contenido de humedad no corregido (resultado del paso 8).

45 En la Fig. 2 se representa un transformador 16 aislado con aceite-papel. Una caldera 11 del transformador 16 está llenada con aceite aislante 12. Entre un devanado de alta tensión 13 y un devanado de baja tensión 15 del transformador 16 hay un componente sólido 14 de un aislamiento del transformador 16. El aislamiento consiste de esta manera en cartón prensado y papel 14 y en el aceite aislante llenado 12, pudiéndose determinar de manera precisa el contenido de humedad del aislamiento con el procedimiento según la invención discutido anteriormente.

50 En la Fig. 3 se representa esquemáticamente un dispositivo 20 según la invención para la determinación del contenido de humedad del aislamiento 12, 14 del transformador 16. El dispositivo 20 comprende un dispositivo de medición 21 para la medición de una temperatura T del transformador y de su aislamiento y para la medición de

propiedades dieléctricas del dieléctrico que forma el aislamiento, que consiste en el aceite aislante 12 y el papel y el cartón prensado 14. Además de ello, el dispositivo 10 comprende un procesador 22, el cual calcula a partir de las propiedades dieléctricas del aislamiento 12, 14, y de la conductividad del aceite aislante 12, mediante el procedimiento perfilado anteriormente, el contenido de humedad del aislamiento, particularmente del papel y del cartón prensado 14.

5

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para la determinación de un contenido de humedad de un aislamiento (12, 14) de un transformador, comprendiendo el procedimiento los siguientes pasos:
 - medición (1) de al menos una propiedad dieléctrica ($C_{Tr}(f)$) del aislamiento (12, 14).
 - Deducción (8) de un contenido de humedad no corregido del aislamiento (12, 14) y de una conductividad (σ_{aceite}) de un líquido (12) contenido en el aislamiento (12, 14) a partir de un modelo ($C_m(f)$) del aislamiento, en cuanto que se eligen el contenido de humedad no corregido del aislamiento (12, 14) y la conductividad (σ_{aceite}) del líquido (12) como parámetros del modelo ($C_m(f)$) de tal manera, que la al menos una propiedad dieléctrica deducida del modelo ($C_m(f)$) se corresponde de manera óptima con la al menos una propiedad dieléctrica medida ($C_{Tr}(f)$) del aislamiento (12, 14), y
 - Corrección (9) del contenido de humedad no corregido del aislamiento (12, 14) con la ayuda de la conductividad (σ_{aceite}), para determinar el contenido de humedad del aislamiento (12, 14).
2. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado por que la corrección (9) se realiza con una fórmula de corrección, la cual se obtiene mediante mediciones en aislamientos (14), los cuales se impregnan con líquidos (12) de diferente conductividad (σ_{aceite}).
3. Procedimiento según la reivindicación 1 o 2, caracterizado por que el aislamiento es un aislamiento de aceite-papel (12, 14), y que el líquido es aceite (12).
4. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el modelo ($C_m(f)$) tiene en cuenta una temperatura (T) del aislamiento (12, 14).
5. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el modelo ($C_m(f)$) del aislamiento (12, 14) se establece mediante un modelo X-Y (5) para aislamientos de varias capas.
6. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el procedimiento se realiza para la determinación de un contenido de humedad de un transformador de alta tensión (16).
7. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el modelo ($C_m(f)$) se establece automáticamente en dependencia de la al menos una propiedad dieléctrica del aislamiento (12, 14) medida.
8. Dispositivo para la determinación de un contenido de humedad de un aislamiento (12, 14) de un transformador (16), comprendiendo el dispositivo (10) un dispositivo de medición (21) para la medición (1) de al menos una propiedad dieléctrica del aislamiento (2, 5) y una unidad de procesamiento (22), estando configurada la unidad de procesamiento (22) de tal manera, que la unidad de procesamiento (22) deduce (8) un contenido de humedad no corregido del aislamiento (12, 14) y una conductividad (σ_{aceite}) de un líquido (12) contenido en el aislamiento (12, 14) a partir de un modelo ($C_m(f)$), en cuanto que la unidad de procesamiento (22) elige de tal manera el contenido de humedad no corregido del aislamiento (12, 14) y la conductividad (σ_{aceite}) del líquido (12) como parámetros del modelo ($C_m(f)$), que la al menos una propiedad dieléctrica deducida a partir del modelo ($C_m(f)$), se corresponde con la al menos una propiedad dieléctrica ($C_m(f)$) del aislamiento (12, 14) medida, y estando configurada la unidad de procesamiento (22) de tal manera, que la unidad de procesamiento (22) corrige (9) el contenido de humedad no corregido del aislamiento (12, 14) mediante la conductividad (σ_{aceite}), para determinar el contenido de humedad del aislamiento (12, 14).
9. Dispositivo según la reivindicación 8, caracterizado por que el dispositivo (10) está configurado para llevar a cabo el procedimiento según una de las reivindicaciones 1-7.

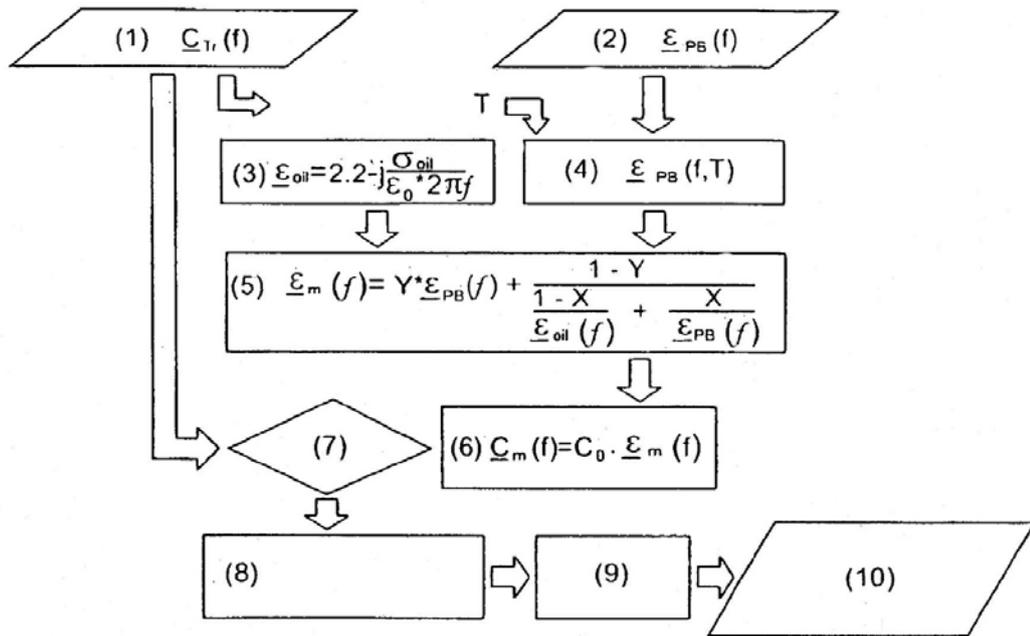


FIG. 1

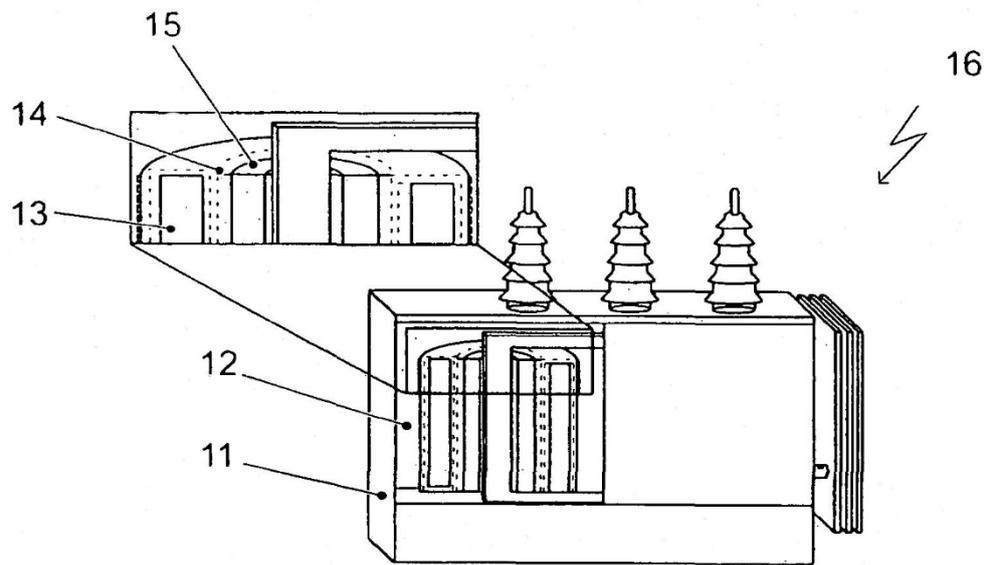


FIG. 2

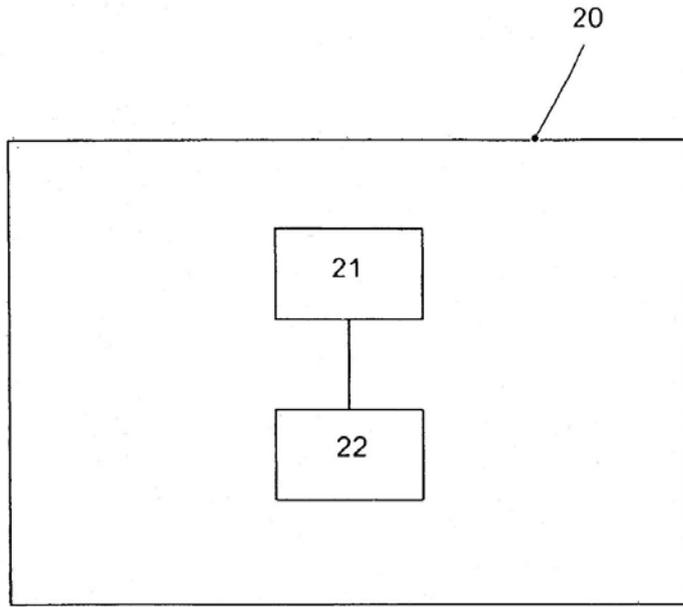


FIG. 3