



19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 383 288**

51 Int. Cl.:

**H01F 38/20** (2006.01)

**H01F 27/02** (2006.01)

**H01F 41/00** (2006.01)

**H01B 3/46** (2006.01)

**H01F 27/32** (2006.01)

**H01F 41/12** (2006.01)

**H01F 38/30** (2006.01)

**H01F 38/26** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **09757030 .3**

96 Fecha de presentación : **04.06.2009**

97 Número de publicación de la solicitud: **2281294**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **09.02.2011**

54 Título: **Transductor de medida de alta tensión con aislamiento flexible.**

30 Prioridad: **04.06.2008 CH 84408/08**  
**22.12.2008 CH 2000/08**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**20.06.2012**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**20.06.2012**

73 Titular/es: **TRENCH FRANCE SAS**  
**16 rue du Général Cassagnou**  
**B.P. 80070**  
**68302 Saint Louis Cédex, FR**

72 Inventor/es: **Minkner, Ruthard;**  
**Fluri, Rolf;**  
**Belz, Oliver;**  
**Claudi, Albert y**  
**Ehret, Jean-Michel**

74 Agente/Representante:  
**Riera Blanco, Juan Carlos**

ES 2 383 288 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).

# ES 2 383 288 T3

## DESCRIPCIÓN

Transductor de medida de alta tensión con aislamiento flexible.

5 La invención se refiere a un transductor de medida de alta tensión con un aislamiento.

Los transductores de medida de alta tensión se montan en redes para medir las tensiones y corrientes con los siguientes objetivos: medición de potencia, supervisión de redes en referencia a fallos de líneas, regulación de flujo de carga en las redes, optimización o minimización de las pérdidas en las redes, etc.

10 El documento US 3 525 908 da a conocer un transductor de medida de alta tensión según el preámbulo de la reivindicación 1.

15 El estado de la técnica lo forman los siguientes transductores de medida de alta tensión con aislamientos para un rango de tensión de 6 kV a 800 kV en tensión alterna o continua:

1. Aislamientos sólidos de resina epoxi o resina de poliuretano en el rango de 6 kV a 100 kV para instalaciones de conmutación de interior o de exterior.
2. Aislamientos de papel impregnado de aceite para el rango de 72.5 kV a 800 kV y mayores.
3. Aislamientos de SF<sub>6</sub> para el rango de 72.5 kV a 800 kV y mayores.

25 Los aislamientos mencionados anteriormente en el punto 2 y punto 3 tienen las desventajas consabidas desde el punto de vista del respeto al medio ambiente: al deteriorarse una envolvente del aislamiento de papel impregnado de aceite mencionado en el punto 2 se puede escapar una cantidad muy pequeña de aceite, aunque los modernos transductores de medida de alta tensión están contruidos con bajo contenido de aceite. No obstante, al usar un aceite mineral puro se puede degradar esta pequeña cantidad. Comparado con el aislamiento SF<sub>6</sub>, con el aislamiento de papel impregnado de aceite es posible un aislamiento muy compacto y de alta utilización que es el estado de la técnica. También se observa una fuga todavía pequeña en las envolventes y sistemas de obturación gracias a un color marrón.

35 El aislamiento SF<sub>6</sub> mencionado anteriormente en el punto 3 es más problemático para transformadores de exterior, ya que al deteriorarse una envolvente o un sistema de obturación del transformador de exterior se puede escapar el SF<sub>6</sub> a la atmósfera. Se utiliza poco un indicador de presión de la presión de gas necesaria, ya que la experiencia ha demostrado que los aparatos de medida utilizados para ello constituyen un punto débil. Las instalaciones de conmutación con aislamiento de SF<sub>6</sub> se deben apreciar de forma esencialmente más favorable, ya que se supervisan de forma continua y se deben cumplir fuertes obligaciones legales.

40 El uso de aislamientos sólidos de resina epoxi o resina de poliuretano mencionados anteriormente en el punto 1 como aislamientos de resina de moldeo eléctrica da en el caso de elevadas tensiones contra los límites debido a las tensiones mecánicas provocadas por el calentamiento en el interior de los transformadores. Además, es sólido, rígido y no flexible. Por el contrario es un aislamiento seco, es decir, en el caso de una destrucción del aislamiento por una sobretensión, por ejemplo, por el impacto de un rayo no aparecen productos nocivos.

45 Los transductores de medida de alta tensión dotados de aislamientos de papel impregnado de aceite y SF<sub>6</sub> son intensivos en trabajo en la fabricación. Para poder producirse de forma más económica se deben sustituir estos aislamientos intensivos en trabajo por un aislamiento más económico.

50 Como ejemplo de un transductor de medida de alta tensión se muestra en la fig. 1 en sección una parte de medida de un transformador de corriente de alta tensión según el estado de la técnica con un aislamiento de papel impregnado de aceite 512. El transformador de corriente de alta tensión comprende una carcasa (cabeza) 501 de metal que se encuentra a un potencial de alta tensión 516. Igualmente el transformador de corriente de alta tensión comprende un conductor 502, que conduce una corriente I<sub>p</sub> a medir y como la carcasa 501 se encuentra al potencial de alta tensión 516. En vaina de núcleo 503 interior están incorporados núcleos de medida 504 para el registro de la corriente I<sub>p</sub>. Una hendidura 505 entre el aislamiento de papel impregnado de aceite 512 y la carcasa 501 está rellena con aceite. Un paso 506 (aislamiento controlado) comprende un tubo portador 507 metálico al potencial de tierra 508 y un aislante 509 cualesquiera, por ejemplo, papel impregnado de aceite (OIP), papel crepé impregnado de resina (RIP), papel duro (RBP), láminas con un agente de impregnación apropiado como SF<sub>6</sub>, aire o aceite. Un aislador 510 es el aislador necesario entre la carcasa al potencial de alta tensión 516 y tierra. Un fuelle de compensación 511 es necesario para aislamientos de papel impregnado de aceite y compensa un cambio de volumen del aceite condicionado por la temperatura.

65 En la fig. 2 se muestra en sección un transformador de tensión de alta tensión según el estado de la técnica como otro ejemplo de un transductor de medida de alta tensión. El transformador de tensión de alta tensión comprende una carcasa 523b que se encuentra al potencial de tierra 528, un devanado de capas 531 trapezoidal con aislamiento, un paso 526, un aislador 529 y un núcleo de hierro 524. Como aislamiento entre un electrodo de alta tensión 521 al potencial de alta tensión 536 y un electrodo de tierra 523a al potencial de tierra 528 o la carcasa 523b (potencial

## ES 2 383 288 T3

de tierra 528) se utiliza un aislamiento de papel impregnado de aceite 532. Por debajo del electrodo de tierra 523a está dispuesto un devanado secundario 535. El transformador de tensión de alta tensión comprende como conexión de tensión 522 un tubo metálico 527 en el paso 526 con una parte activa, estando conectada la conexión de tensión 522 con el electrodo de alta tensión 521. El devanado de capas 531 trapezoidal está conectado con el electrodo de alta tensión 521 y el electrodo de tierra 523a (potencial de tierra 528). El transformador de tensión de alta tensión comprende una hendidura de aceite 525, análogamente a la hendidura 505 (véase la fig. 1). El aislamiento de papel impregnado de aceite comprende un aislamiento de capas entre el devanado de capas 531 trapezoidal y un aislamiento de distancia extrema 533. El aislamiento de distancia extrema 533 está dispuesto entre un extremo de devanado de capas 534 y la carcasa 523b al potencial de tierra 528.

La presente invención tiene el objetivo de proponer un transductor de medida de alta tensión que no presenta las desventajas conectadas con un aislamiento de aceite o SF<sub>6</sub>, también se puede utilizar con altas tensiones y se puede fabricar de forma económica.

Este objetivo se resuelve por el transductor de medida de alta tensión según la invención tal y como se define en la reivindicación 1 independiente. La reivindicación 10 independiente se refiere a un procedimiento para la fabricación de un transductor de medida de alta tensión según la invención. Variantes de realización ventajosas se deducen de las reivindicaciones dependientes.

La naturaleza de la invención consiste en que un transductor de medida de alta tensión según la invención presenta un aislamiento que comprende un aislamiento de gel de silicona flexible y comprimible. Un aislamiento comprimible permite el uso de construcciones existentes de transformadores para rangos de temperatura ampliamente variables. El aislamiento de gel de silicona es un aislamiento sobresaliente, que es seco y flexible y que al deteriorarse no tiene como consecuencia una contaminación de ambiente.

En especial el transductor de medida de alta tensión según la invención es un transformador de corriente con un aislamiento de cabeza respecto a tierra para la medición de una corriente en una instalación de conmutación, comprendiendo el aislamiento entre alta tensión y tierra el aislamiento de gel de silicona flexible y comprimible. De este modo se puede suprimir un fuelle de compensación para el aceite necesario en el estado de la técnica.

En especial el transductor de medida de alta tensión según la invención es un transformador de tensión inductivo para la medición de una tensión primaria U<sub>p</sub> entre fase y tierra o entre fase y neutro en un sistema monofásico, bifásico y trifásico, con un devanado primario y uno o varios devanados secundarios, comprendiendo el aislamiento entre el devanado de capas y la carcasa el aislamiento de gel de silicona flexible y comprimible.

En especial el aislamiento de gel de silicona flexible y comprimible del transductor de medida de alta tensión según la invención presenta al menos una resina y un endurecedor, por ejemplo, WACKER SilGel® 612. Las propiedades sobresalientes de las resinas bicomponente eléctricas (resina de epoxi y de poliuretano) provocan un aislamiento que posee una viscosidad muy baja en el estado no polimerizado y se puede desgasificar y verter fácilmente. Estas propiedades y una suma de ensayos y consideraciones provocaron la selección de una resina de molde de gel de silicona bicomponente. El WACKER SilGel® 612 es un aislamiento de silicona bicomponente moldeable, que retícula por adición a temperatura ambiente. No vulcaniza en una goma de silicona en el sentido convencional, sino que produce un aislamiento gelatinoso blando. Éste está caracterizado por las siguientes características: posee una dureza baja (gel de silicona), es una unión transparente, posee una adherencia propia pronunciada y presenta excelentes propiedades de aislamiento. Además, el WACKER SilGel® 612 se suministra sin fracciones de líquidos libres de silicona. El gel de silicona reticulado es blando y flexible. Presenta una rigidez dieléctrica elevada que se corresponde con intensidades de campo en funcionamiento de los aislamientos de papel impregnado de aceite del estado de la técnica. El aislamiento fabricado con el gel de silicona utilizado se puede usar en los siguientes rangos de temperatura que se requieren típicamente para transductores de medida de alta tensión: temperatura exterior de -50°C a +60°C o temperatura de utilización del aislamiento debido al calentamiento propio del transductor de medida de alta tensión de -50°C a +100°C.

En especial el aislamiento de gel de silicona flexible y comprimible del transductor de medida de alta tensión según la invención presenta un relleno comprimible. Para la compresibilidad del material base, para la disminución de costes y para la reducción del peso del material base se ha determinado experimentalmente un relleno de microesferas huecas comprimibles, que están llenas de gas, por ejemplo, con pentano o isobutano. Se han examinado diferentes grados de relleno (por ejemplo, 10%, 30%, 50%) y efectuado ensayos de presión para conseguir la compresibilidad requerida. Diferentes microesferas huecas con distintos tamaño, revestimiento, material y gas de relleno de las esferas se han testado como relleno. Se han realizado ensayos disruptivos con disposición de esfera-esfera y disposición de placa-placa (criterio 1% de la intensidad de campo disruptiva). Las microesferas huecas resultantes de ello tienen un diámetro en el rango de 10 μm a 80 μm, preferentemente de 20 μm a 30 μm. Las microesferas huecas presentan un espesor de pared de 1,5 μm a 2,5 μm. El tamaño de las esferas se produjo de un compromiso en la libertad de descarga parcial de la resina aislante bicomponente reticulada endurecida, precio, miscibilidad y los requerimientos eléctricos que se han determinado por ensayos disruptivos experimentales. El relleno también contribuye al aumento de la intensidad de campo disruptiva y la intensidad de campo de funcionamiento, sin que se acorte la vida útil. Todo esto ocurre teniendo en cuenta los requerimientos para el tratamiento de una superficie de fundición de una vaina de núcleo interior y una pared de carcasa de cabeza interior para elevadas intensidades eléctricas de funcionamiento.

## ES 2 383 288 T3

En especial el relleno comprimible comprende microesferas huecas. Las microesferas huecas son, por ejemplo, del tipo Expancel 091 DE40d30 de la empresa Expancel. Las microesferas huecas mencionadas han demostrado ser especialmente ventajosas, pero también se puede concebir otro relleno.

5 En especial la proporción de las microesferas huecas en el aislamiento utilizado del transductor de medida de alta tensión según la invención es del 20% al 50%, preferentemente del 30% al 40%.

10 En especial en el transductor de medida de alta tensión según la invención las microesferas huecas presentan respectivamente una envolvente termoplástica que están provista de un encolante para la conexión de las microesferas huecas con el gel de silicona. Las microesferas huecas están rellenas en el interior con un gas, por ejemplo, isobutano o pentano. El encolante tiene la función de una imprimación sobre las microesferas huecas, para que el gel de silicona se pueda adherir de forma adecuada. Fuerzas de adhesión (adhesividad) sobresalientes del aislamiento en una vaina interior de la carcasa de cabeza del transformador y en la vaina de núcleo interior, en la que se construyen los núcleos del transformador, impiden que el aislamiento se desprenda de la pared de carcasa, y por ello se produzcan descargas parciales en las hendiduras que provoquen una destrucción del aislamiento.

15 En especial en el transductor de medida de alta tensión según la invención el aislamiento de gel de silicona flexible y comprimible se puede comprimir del 15% al 30% entre una temperatura ambiente de  $-50^{\circ}\text{C}$  y  $+60^{\circ}\text{C}$ . La compresibilidad necesaria depende del tamaño de la carcasa del transductor. Debido a la compresibilidad se puede suprimir el fuelle de compensación para el aceite necesario en el estado de la técnica.

20 Otro aspecto de la presente invención se refiere a un procedimiento para la fabricación de un transductor de medida de alta tensión según la invención, que presenta un aislamiento de gel de silicona flexible y comprimible que comprende una resina y un relleno, mezclándose previamente la resina con el relleno y el endurecedor con el relleno de forma separada en vacío.

25 En especial en el procedimiento según la invención para la fabricación de un transductor de medida de alta tensión se mezclan en vacío una resina, un endurecedor y un relleno con un mezclador, a continuación se introducen en una carcasa en vacío y finalmente se ponen bajo presión. Después de la introducción se rompe el vacío y el aislamiento de gel de silicona del se comprime 15% al 30% a  $20^{\circ}\text{C}$ . La introducción permite una minimización del coste de trabajo para la fabricación del aislamiento.

30 A continuación el transductor de medida de alta tensión según la invención se describe más en detalle en referencia a los dibujos adjuntos mediante dos ejemplos de realización. Muestran:

35 Fig. 3 una sección a través de un ejemplo de realización de un transformador de corriente de alta tensión según la invención como transductor de medida de alta tensión con un aislamiento de gel de silicona flexible y comprimible; y

40 Fig. 4 una sección a través de un ejemplo de realización de un transformador de tensión de alta tensión según la invención como un transductor de medida de alta tensión con un aislamiento de gel de silicona flexible y comprimible.

45 En la fig. 3 se muestra un primer ejemplo de realización de un transformador de corriente de alta tensión según la invención como transductor de medida de alta tensión con un aislamiento de gel de silicona flexible y comprimible, que sustituye el aislamiento de papel impregnado de aceite 512 en comparación al estado de la técnica (véase la fig. 1). El transformador de corriente de alta tensión comprende una carcasa (cabeza) 1 de metal que se encuentra al potencial de alta tensión 16. Igualmente el transformador de corriente de alta tensión comprende un conductor 2, que conduce una corriente  $I_p$  a medir y se encuentra tal y como la carcasa 1 al potencial de alta tensión 16. En una vaina de cabeza 3 interior están incorporados los núcleos de medida 4 para el registro de la corriente  $I_p$ . Un paso 6 o aislamiento controlado comprende un tubo portante 7 metálico al potencial de tierra 8 y un aislante 9 cualquiera, por ejemplo, papel impregnado de aceite (OIP), papel de crepé impregnado de resina (RIP), papel duro (RBP), láminas con un agente de impregnación apropiado como  $\text{SF}_6$ , aire o aceite. Un aislador 10 es el aislador necesario entre la carcasa al potencial de alta tensión 16 y tierra. No se necesita un componente frente a la dilatación del aceite (véase el fuelle de compensación 511 en la fig. 1) que es necesario para los aislamientos de papel impregnado de aceite y compensa una dilatación condicionada por la temperatura del aceite.

55 En la fig. 4 se muestra una sección a través de un segundo ejemplo de realización de un transformador de tensión de alta tensión según la invención como transductor de medida de alta tensión con un aislamiento de gel de silicona flexible y comprimible, que sustituye el aislamiento de distancia extrema 533 (véase la fig. 2) y la hendidura de aceite 525 (véase la fig. 2) en comparación al estado de la técnica. El transformador de tensión de alta tensión comprende una carcasa 23b que se encuentra al potencial de tierra 28, un electrodo de alta tensión 21 al potencial de alta tensión 26, un electrodo de tierra 23a y un núcleo de hierro 24. Por debajo del electrodo de tierra 23a está dispuesto un devanado secundario 35. El transformador de tensión de alta tensión comprende como conexión de tensión un tubo metálico 27 en un paso con una parte activa 29, estando conectada la conexión de tensión con el electrodo de alta tensión 21. Un devanado de capas 31 trapezoidal como devanado primario con devanados de capas y un extremo de devanado de capas 34 están conectados al electrodo de alta tensión 21 y al potencial de tierra 28. El aislamiento entre los devanados de capas debe quedar posteriormente para la constitución del devanado de capas 31 trapezoidal. El aislamiento entre los devanados de capas debe ser compatible con el aislamiento de gel de silicona, y el aislamiento de gel de silicona se debe adherir de forma muy adecuada a los devanados de capas para que no se puedan formar hendiduras que provoquen descargas parciales.

## ES 2 383 288 T3

Respecto a los transductores de medida de alta tensión descritos previamente se pueden realizar otras variaciones constructivas. En particular se pueden concebir combinaciones de los diferentes ejemplos de realización.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

## ES 2 383 288 T3

### REIVINDICACIONES

5 1. Transductor de medida de alta tensión con un aislamiento y un paso, **caracterizado** porque el aislamiento comprende un aislamiento de gel de silicona (13; 36) flexible y comprimible.

10 2. Transductor de medida de alta tensión según la reivindicación 1, **caracterizado** porque el transductor de medida de alta tensión es un transformador de corriente con un aislamiento en cabeza (13) frente a tierra para la medición de una corriente en una instalación de conmutación, y porque el aislamiento entre la alta tensión y tierra comprende el aislamiento de gel de silicona (13; 36) flexible y comprimible.

15 3. Transductor de medida de alta tensión según la reivindicación 1, **caracterizado** porque el transductor de medida de alta tensión es un transformador de tensión inductivo para la medición de una tensión primaria  $U_p$  entre fase y tierra o entre fase y neutro en un sistema monofásico, bifásico o trifásico, con un devanado primario (31) y uno o varios devanados secundarios (35), y porque el aislamiento entre devanado de capas y carcasa (23b) comprende el aislamiento de gel de silicona (13; 36) flexible y comprimible.

20 4. Transductor de medida de alta tensión según una de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado** porque el aislamiento de gel de silicona (13; 36) flexible y comprimible comprende al menos una resina y un endurecedor; por ejemplo, WACKER SilGel® 612.

25 5. Transductor de medida de alta tensión según una de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado** porque el aislamiento de gel de silicona (13; 36) flexible y comprimible comprende un relleno comprimible.

30 6. Transductor de medida de alta tensión según la reivindicación 5, **caracterizado** porque el relleno comprimible comprende microesferas huecas.

35 7. Transductor de medida de alta tensión según la reivindicación 6, **caracterizado** porque la proporción de microesferas huecas en el aislamiento utilizado es del 20% al 50%, preferentemente del 30% al 40%.

40 8. Transductor de medida de alta tensión según la reivindicación 6 ó 7, **caracterizado** porque las microesferas huecas presentan respectivamente una envoltura termoplástica que está provista de un encolante para la unión de las microesferas huecas con el gel de silicona, y porque las microesferas huecas están llenas en el interior de un gas, por ejemplo, isobutano.

45 9. Transductor de medida de alta tensión según una de las reivindicaciones 1 a 8, **caracterizado** porque el aislamiento de gel de silicona (13; 36) flexible y comprimible se puede comprimir del 15% al 30% entre una temperatura ambiente de -50°C y +60°C.

50 10. Procedimiento para la fabricación de un transductor de medida de alta tensión con un paso, **caracterizado** porque el transductor de medida de alta tensión presenta un aislamiento de gel de silicona (13; 36) flexible y comprimible que comprende una resina, un endurecedor y un relleno, mezclándose previamente la resina con el relleno y el endurecedor con el relleno de forma separada en vacío.

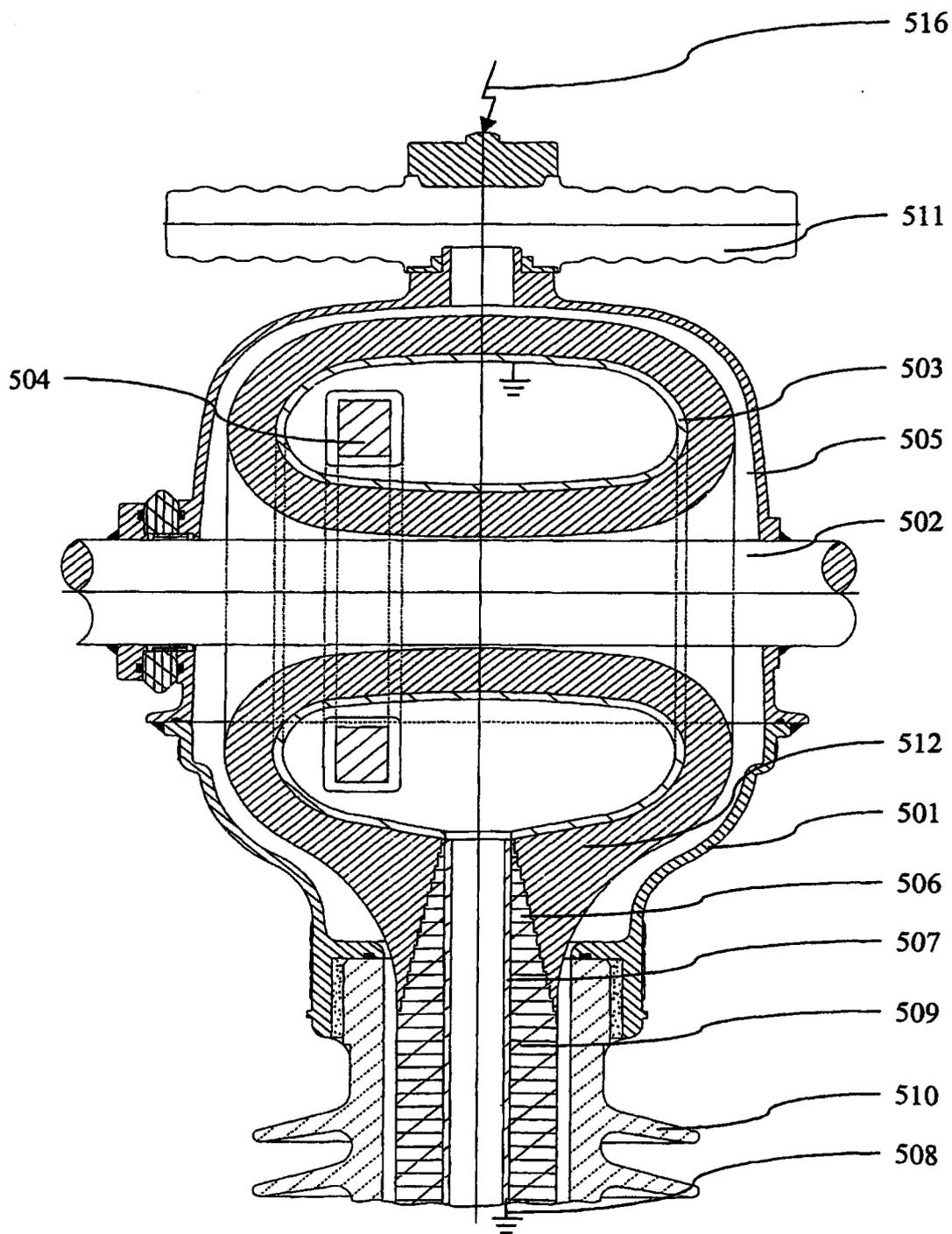
55 11. Procedimiento para la fabricación de un transductor de medida de alta tensión según la reivindicación 10, **caracterizado** porque resina, endurecedor y relleno se mezclan con un mezclador en vacío, a continuación se introducen en una carcasa en vacío y finalmente se ponen bajo presión.

50

55

60

65



**Fig. 1**

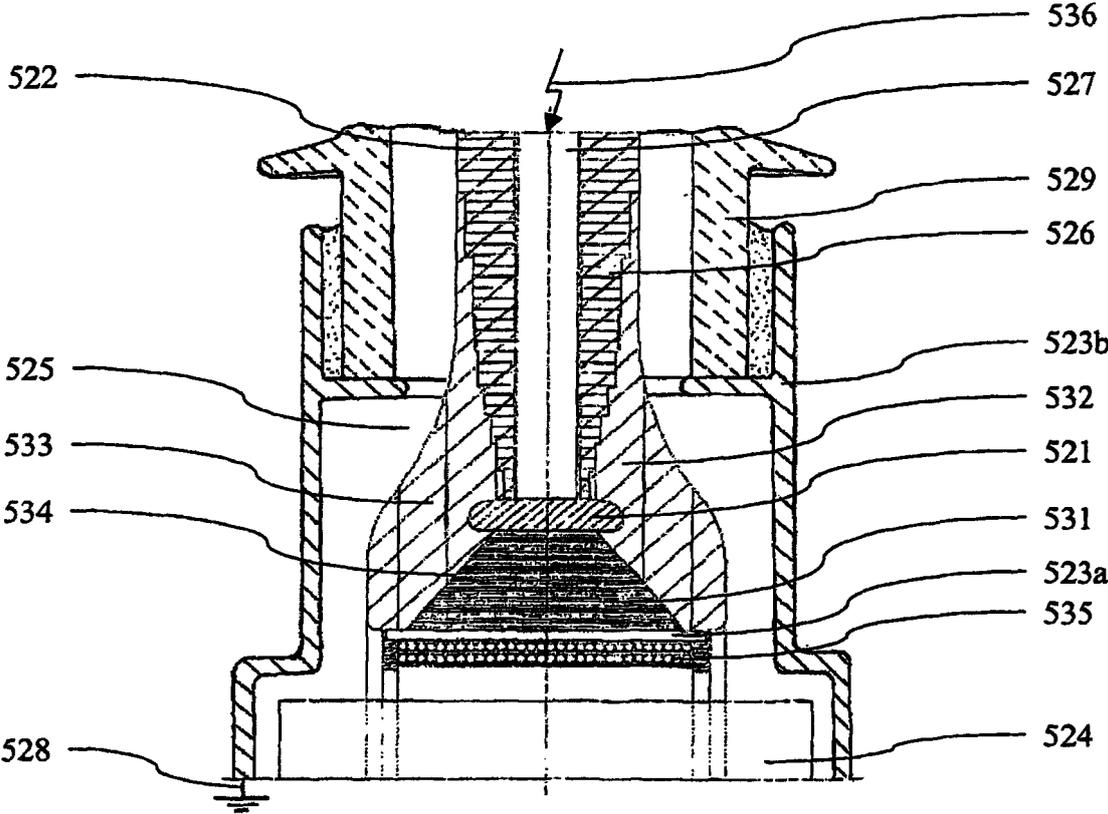
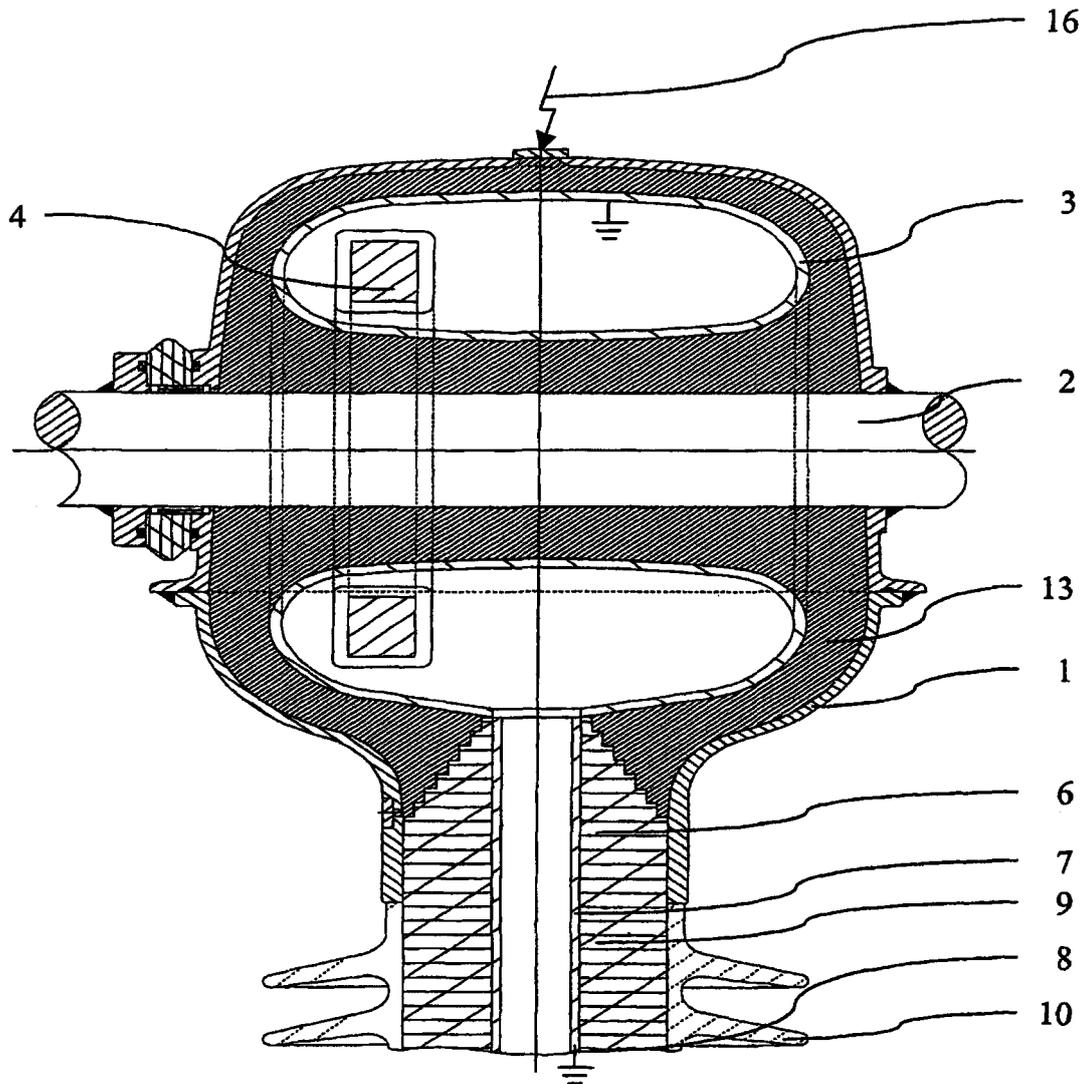
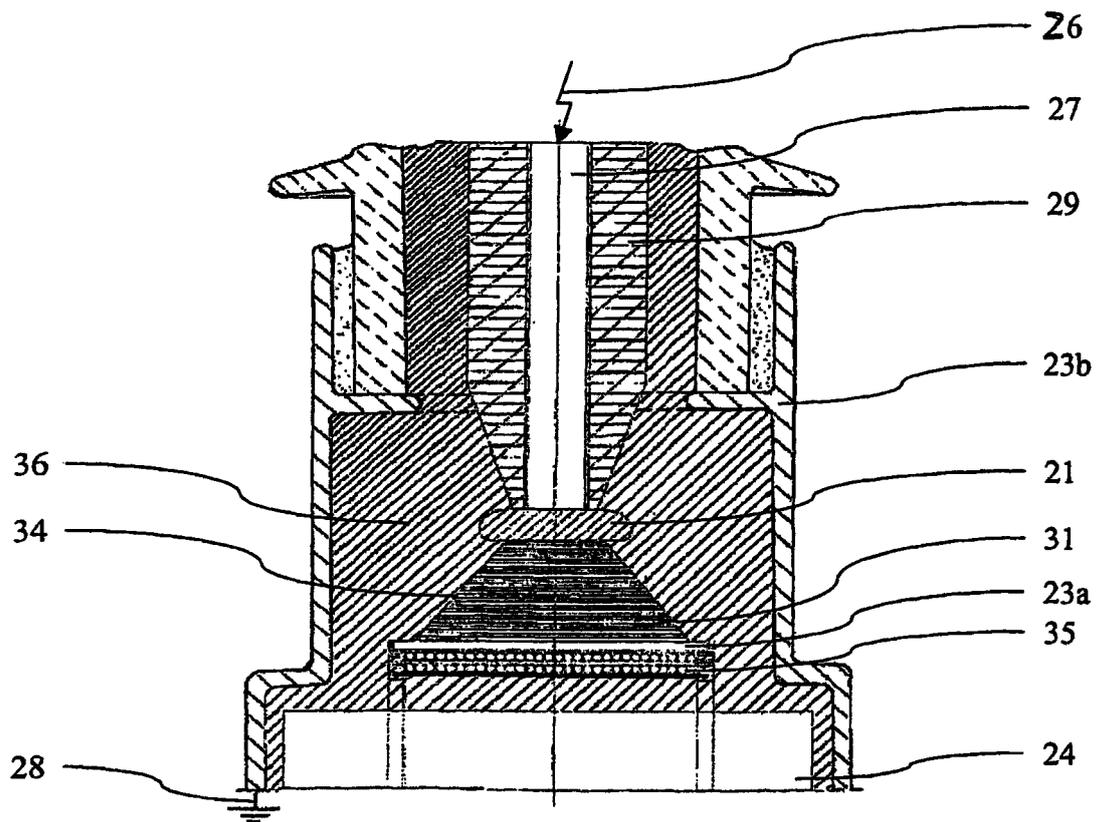


Fig. 2



**Fig. 3**



**Fig. 4**