

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 765 449**

51 Int. Cl.:

|                  |           |
|------------------|-----------|
| <b>H01B 3/52</b> | (2006.01) |
| <b>H01B 7/29</b> | (2006.01) |
| <b>H02K 3/02</b> | (2006.01) |
| <b>H02K 3/40</b> | (2006.01) |
| <b>H05K 9/00</b> | (2006.01) |
| <b>H02K 3/30</b> | (2006.01) |

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **25.02.2015 PCT/EP2015/053911**

87 Fecha y número de publicación internacional: **03.09.2015 WO15128367**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **25.02.2015 E 15708461 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.11.2019 EP 3080819**

54 Título: **Sistema de protección antiefluvios, en particular sistema de protección antiefluvios exterior para una máquina eléctrica**

30 Prioridad:

**28.02.2014 DE 102014203740**

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

**09.06.2020**

73 Titular/es:

**SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT (100.0%)  
Werner-von-Siemens-Strasse 1  
80333 München, DE**

72 Inventor/es:

**KLAUSSNER, BERNHARD;  
LANG, JIRI;  
LANG, STEFFEN;  
LITINSKY, ALEXANDER;  
SCHMIDT, GUIDO;  
SCHULZ-DROST, CHRISTIAN;  
SCHÄFER, KLAUS y  
STAUBACH, CHRISTIAN**

74 Agente/Representante:

**LOZANO GANDIA, José**

ES 2 765 449 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**

5 Sistema de protección antiefluvios, en particular sistema de protección antiefluvios exterior para una máquina eléctrica

10 La invención se refiere a la utilización de un sistema de protección antiefluvios para una máquina eléctrica, por ejemplo una máquina eléctrica de alta tensión, como un generador para generar energía eléctrica, un motor eléctrico, pero también otro medio eléctrico de servicio con una alta tensión de diseño, como transformadores, pasadores, cables, etc.

15 Cada vez se desarrollan máquinas más potentes, como por ejemplo generadores, ya que la técnica, al avanzar, exige densidades de potencia cada vez mayores. Un generador de alta potencia, como por ejemplo un turbogenerador, presenta en particular una parte fija (estator) con un paquete de chapas del estator y una pluralidad de ranuras del generador, en las que se encuentra el devanado del generador.

20 El aislamiento principal de este devanado frente al paquete de chapas es un sistema sometido a altas sollicitaciones eléctricas. Durante el funcionamiento surgen altas tensiones, que tienen que eliminarse en el volumen de aislamiento entre la barra conductora que se encuentra a alta tensión y el paquete de chapas que se encuentra a potencial de tierra. En los bordes de las chapas en el paquete de chapas se producen entonces picos del campo, que a su vez provocan descargas parciales. Estas descargas parciales originan, al encontrarse con el sistema de aislamiento, calentamientos locales muy fuertes. Entonces se descomponen los materiales orgánicos del sistema de aislamiento, incluidos los del sistema de protección antiefluvios exterior, sucesivamente en productos volátiles de bajo peso molecular, por ejemplo en CO<sub>2</sub>.

25 Un componente importante del sistema de aislamiento es la llamada protección antiefluvios exterior (AGS). En grandes generadores y motores eléctricos se aplica directamente sobre la superficie del aislamiento del devanado. La AGS está compuesta actualmente por bandas o barnices que contienen hollín y grafito.

30 Puesto que, condicionado por el sistema, sobre todo la superficie límite entre AGS y aislamiento principal no puede fabricarse por completo libre de poros, cuando se generan intensidades del campo eléctrico correspondientemente altas en el sistema de aislamiento, se genera una actividad de descarga eléctrica parcial correspondientemente alta, que durante el funcionamiento quema por completo a lo largo del tiempo la protección antiefluvios exterior y con ello origina un envejecimiento prematuro del aislamiento y, en el peor de los casos, un contacto a tierra de la máquina eléctrica. Ello equivale a un fallo completo e irreparable de la máquina.

35 40 La protección antiefluvios exterior debe presentar una determinada resistencia cuadrática, que se encuentra en un determinado rango. Si la misma es demasiado pequeña, pueden cortocircuitarse eléctricamente los paquetes de chapas, lo cual podría originar elevadas corrientes circulantes inducidas, que se manifiestan sobre los extremos del paquete de chapas y la protección antiefluvios exterior y que originan arcos voltaicos de altas intensidades. Cuando la resistencia es demasiado alta, puede producirse a su vez erosión por chispas de alta tensión. En el caso ideal, la resistencia en el sistema de protección antiefluvios exterior sería ajustable, con lo que podría generarse una anisotropía, que presentaría una conductividad elevada en dirección radial, es decir, desde el conductor que transporta la corriente hasta el paquete de chapas y una elevada resistencia, es decir, baja conductividad en la dirección de las barras.

45 50 Por lo tanto, es objetivo de la presente invención superar los inconvenientes del estado de la técnica y proporcionar un sistema de protección antiefluvios estable.

Este objetivo se logra mediante el objeto de la presente invención, tal como se da a conocer en la descripción y en las reivindicaciones.

55 60 Correspondientemente es objeto de la presente invención la utilización de un sistema de protección antiefluvios como parte de un aislamiento principal de una máquina eléctrica, que comprenda partículas planas, resistentes a las descargas parciales y eléctricamente conductoras como sustancia de relleno en una matriz polímera, para constituir vías para la corriente eléctrica, caracterizada porque la sustancia de relleno incluye adicionalmente partículas esféricas resistentes a las descargas parciales y eléctricamente conductoras, mediante las cuales está garantizada la conductividad eléctrica en la dirección transversal a las vías de la corriente eléctrica de las partículas planas.

65 Con preferencia incluyen las partículas un núcleo resistente a las descargas parciales y un recubrimiento resistente a las descargas parciales, que es eléctricamente conductor.

## ES 2 765 449 T3

El concepto "resistente a las descargas parciales" se refiere aquí a materiales que son resistentes, a modo de ejemplo, en descargas parciales al aire frente a la oxidación o que por lo demás permanecen estables en descargas parciales, como cerámicas y/o vidrios.

5 La matriz polímera es por ejemplo un termoplástico, durómero y/o un elastómero.

Según una forma de ejecución ventajosa, el núcleo resistente a las descargas parciales es de un material cerámico o vítreo, que con preferencia presenta una baja densidad y que con preferencia es mica, harina de sílice, óxido de aluminio o plaquitas de vidrio.

10

En una estructura plana de las partículas, se logra un mejor contacto de las partículas conductoras entre sí. Con preferencia es el material que recubre las partículas un óxido metálico y elegido a partir del grupo del óxido de estaño, óxido de cinc, estanato de cinc, dióxido de titanio, óxido de plomo o carburo de silicio no tóxico. El elemento de dopado se elige con preferencia a partir del grupo: antimonio, indio, cadmio.

15

Además se prefiere que la concentración de la masa de las partículas en la matriz de soporte se elija tal que el material de protección antiefluvios se encuentre por encima del umbral de percolación. Entonces se prefiere que la concentración de la masa de las partículas sea superior al 15%. A partir de esta concentración de la masa de las partículas determinada en la matriz de soporte, se encuentra el material compuesto por encima del umbral de percolación y la resistencia superficial del material de protección antiefluvios apenas varía al aumentar la concentración de la masa de las partículas. Debido a ello, apenas está sometido el material de protección antiefluvios a oscilaciones de la resistencia superficial, que por esta razón puede reproducirse bien.

20

25

Un aspecto especial de la invención es la mezcla de partículas de material de relleno esféricas y planas. Por el documento DE 10 2010 009 462.5 se sabe que para fabricar la protección antiefluvios exterior se utilizan partículas planas con forma de plaquitas, que debido a su orientación durante el proceso de fabricación y a su recubrimiento conductor, constituyen vías de conductividad, a lo largo de las cuales la conductividad es alta y la resistencia baja. Un inconveniente al respecto es que la conductividad en la dirección perpendicular a la anterior, es decir, en dirección radial, donde las partículas con forma de plaquitas sólo tienen una extensión muy pequeña, es bastante baja. Pero tal como se ha mencionado, precisamente en esa dirección radial se desearía tener conductividad.

30

35

Es un descubrimiento general de la presente invención que, además de las propiedades sobresalientes de la protección antiefluvios con partículas planas recubiertas, tal como se conoce por ejemplo por el documento DE 10 2010 009 462.5, mediante la adición de partículas esféricas puede ajustarse selectivamente una conductividad en la dirección transversal respecto a las plaquitas.

40

Con preferencia se utilizan las partículas de tamaño micro, teniendo por ejemplo las plaquitas una anchura y una longitud en la gama de los micrómetros, es decir, por ejemplo en la gama de 1 a 300  $\mu\text{m}$ , en particular de 1 a 100  $\mu\text{m}$  y con especial preferencia de 1 a 40  $\mu\text{m}$  y por el contrario su diámetro en la dirección del grosor se encuentra en la gama de los nanómetros, es decir, entre 50 y 1000 nm, en particular en la gama de 100 nm a 1000 nm. Las partículas esféricas tienen por ejemplo un diámetro en la gama de 0,5 a 50  $\mu\text{m}$ , en particular de 1 a 10  $\mu\text{m}$ .

45

Añadiendo sustancias de relleno globulares, es decir, esféricas a sustancias de relleno planas o con forma de barritas, se desplazan los umbrales de percolación de las tres direcciones espaciales hacia concentraciones de sustancias de relleno claramente inferiores. Debido a ello y debido al hecho de que las sustancias de relleno globulares tienen una superficie específica inferior a la de las partículas planas, se reduce claramente la superficie absoluta en superficies límite del material compuesto, siendo el sistema no obstante superpercolar. De esta manera es ahora posible por primera vez que tales bandas de efluvios se fundan absorbiendo calor y en el caso de un devanado que se solape, se fundan muy bien entre sí y apenas resulte una resistencia de contacto debido al solape. A la vez, este sistema es y permanece muy reproducible, ya que también así puede ajustarse la resistencia eléctrica a superpercolar.

50

Por ejemplo pueden encontrarse las partículas planas en una relación con las partículas esféricas de aproximadamente 3:1.

55

- Añadiendo sustancias de relleno globulares a sustancias de relleno planares, aumenta claramente la conductividad eléctrica perpendicularmente a las plaquitas de sustancias de relleno orientadas, ya que las bolitas se intercalan entre las plaquitas. De esta manera puede adaptarse la resistencia eléctrica anisótropa de la capa de efluvios en determinadas zonas.

60

- Cuando las partículas globulares se fabrican igualmente a partir de un óxido metálico dopado, las mismas son, como las partículas planas conocidas por la solicitud precedente DE 10 2010 009 462.5, igualmente resistentes frente a descargas parciales. De esta manera aumenta claramente la vida útil de la máquina eléctrica o bien puede operar con una potencia mayor.

65

## ES 2 765 449 T3

- La conductividad general de tales sustancias de relleno globulares puede ajustarse dopando el óxido metálico (análogamente a las sustancias de relleno planas).

5 Ambas sustancias de relleno tienen con preferencia un ligero sustrato de soporte.

- Las partículas planas son de mica, las partículas globulares de harina de sílice. De esta manera queda asegurado que las sustancias de relleno así fabricadas tienen una densidad relativamente pequeña y no se depositan durante el procesamiento, ya que el recubrimiento funcional sobre los citados sustratos está compuesto por óxidos metálicos dopados, por ejemplo óxido de estaño dopado con antimonio, que tiene una densidad de  $6,9 \text{ g/cm}^3$ . Las sustancias de relleno terminadas de fabricar, con el correspondiente sustrato ligero, tienen como resultado sólo una densidad de por ejemplo  $3,5 \text{ g/cm}^3$ .
- La geometría planar, así como la orientación de la sustancia de relleno en la protección antiefluvios perpendicularmente a las sollicitaciones del campo, alarga claramente la trayectoria de la erosión a través de la protección antiefluvios en comparación con una protección antiefluvios compuesta sólo por sustancias de relleno globulares. Por ello ha de elegirse la cantidad de partículas esféricas añadidas a las partículas con forma de plaquitas en el campo de la tensión entre el incremento de la trayectoria de la erosión mediante partículas con forma de plaquitas lo más completas posible y el ajuste de una conductividad anisótropa mediante partículas globulares.

20 La invención se refiere a un sistema de protección antiefluvios para una máquina eléctrica, por ejemplo una máquina de alta tensión, como un generador para generar energía eléctrica, un motor eléctrico, pero también otro medio eléctrico de servicio con una alta tensión de diseño, como transformadores, pasadores, cables, etc. El sistema de protección antiefluvios se caracteriza por una mezcla de sustancias de relleno en la que existen tanto partículas planas como también esféricas. Con ello puede ajustarse selectivamente la conductividad eléctrica anisótropa, que cuando existen sólo partículas planas es buena en dos direcciones espaciales, pero muy mala en la tercera.

25

## REIVINDICACIONES

- 5 1. Utilización de un sistema de protección antiefluvios como parte de un aislamiento principal de una máquina eléctrica, que incluye partículas planas, resistentes a las descargas parciales y eléctricamente conductoras como sustancia de relleno en una matriz polímera, para constituir vías para la corriente eléctrica,  
10 **caracterizada porque** la sustancia de relleno incluye adicionalmente partículas esféricas resistentes a las descargas parciales y eléctricamente conductoras, mediante las cuales está garantizada la conductividad eléctrica en la dirección transversal a las vías de la corriente eléctrica de las partículas planas.
- 15 2. Utilización según la reivindicación 1,  
**caracterizada porque** la concentración de la masa de las partículas en la matriz del sistema de protección antiefluvios se encuentra por encima del umbral de percolación.
- 20 3. Utilización según la reivindicación 2,  
**caracterizada porque** la concentración de la masa de las partículas en la matriz del sistema de protección antiefluvios es superior al 15%.
- 25 4. Utilización según una de las reivindicaciones precedentes,  
**caracterizada porque** las dimensiones de las partículas planas resistentes a las descargas parciales y eléctricamente conductoras presentan combinadas una anchura y longitud en la gama de los micrómetros con un grosor en la gama de los nanómetros.
- 30 5. Utilización según una de las reivindicaciones precedentes,  
**caracterizada porque** las partículas planas resistentes a las descargas parciales y eléctricamente conductoras presentan una anchura y longitud en la gama de 1  $\mu\text{m}$  a 300  $\mu\text{m}$ .
- 35 6. Utilización según una de las reivindicaciones precedentes,  
**caracterizada porque** las partículas planas resistentes a las descargas parciales y eléctricamente conductoras presentan un grosor en la gama entre 50 nm y 1000 nm.
- 40 7. Utilización según una de las reivindicaciones precedentes,  
**caracterizada porque** las partículas esféricas tienen un diámetro en la gama de 0,5 a 50  $\mu\text{m}$ .
- 45 8. Utilización según una de las reivindicaciones precedentes,  
**caracterizada porque** el sistema de protección antiefluvios incluye partículas con forma de barritas.
- 50 9. Utilización según una de las reivindicaciones precedentes,  
**caracterizada porque** la matriz polímera puede fabricarse a partir de un durómero, un termoplástico y/o un elastómero.
- 55 10. Utilización según una de las reivindicaciones precedentes,  
**caracterizada porque** las partículas incluyen un núcleo resistente a las descargas parciales con un recubrimiento resistente a las descargas parciales, eléctricamente conductor.
- 60 11. Utilización según una de las reivindicaciones precedentes,  
**caracterizada porque** el sistema de protección antiefluvios incluye partículas cuyo núcleo resistente a las descargas parciales es de un material elegido a partir del grupo que incluye mica, harina de sílice, óxido de aluminio o plaquitas de vidrio.
- 65 12. Utilización según una de las reivindicaciones precedentes,  
**caracterizada porque** el sistema de protección antiefluvios incluye partículas con recubrimiento de óxido metálico.
13. Utilización según la reivindicación 12,  
**caracterizada porque** el óxido metálico está dopado.
14. Utilización según una de las reivindicaciones precedentes,  
**caracterizada porque** las partículas esféricas y las partículas planas de la sustancia de relleno se encuentran aproximadamente en la relación 1:3.
15. Máquina eléctrica, que incluye un aislamiento principal con un sistema de protección antiefluvios, que puede obtenerse mediante una utilización según una de las reivindicaciones 1 a 14.