

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 388 433**

51 Int. Cl.:  
**H01F 27/32** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **04786732 .0**
- 96 Fecha de presentación: **06.09.2004**
- 97 Número de publicación de la solicitud: **1665298**
- 97 Fecha de publicación de la solicitud: **07.06.2006**

54 Título: **Conductor para bobinas refrigeradas por líquido**

30 Prioridad:  
**25.09.2003 DE 10345664**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**15.10.2012**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**15.10.2012**

73 Titular/es:  
**SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT  
WITTELSBACHERPLATZ 2  
80333 MÜNCHEN, DE**

72 Inventor/es:  
**SCHÄFER, Michael**

74 Agente/Representante:  
**Carvajal y Urquijo, Isabel**

ES 2 388 433 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**

Conductor para bobinas refrigeradas por líquido

5 La presente invención hace referencia a un conductor para bobinas refrigeradas por líquido, sobre todo para bobinas de transformador o de inductancia según la definición general de la reivindicación principal. La invención también hace referencia a un transformador refrigerado por líquido y una bobina de inductancia refrigerada por líquido.

10 Una bobina de un transformador refrigerado por aceite o de un dispositivo eléctrico similar de mayor potencia, constituida por un conductor conforme al tipo, regularmente está atravesada por canales de refrigeración que conducen un líquido refrigerante, que por ejemplo puede ser aceite, para disipar la energía térmica resultante de pérdidas óhmicas. El calentamiento que se produce en el conductor debe penetrar una cubierta aislada, que por lo general se encuentra directamente junto al conductor y está fabricada en papel, y una capa límite que se forma en una superficie de esa cubierta. Allí se genera, tanto en la cubierta como en la capa límite, un gradiente de temperatura y, con ello, una diferencia de temperatura entre el conductor y el líquido refrigerante. Cuando se tiene una medida establecida del calor que se debe evacuar, esta diferencia de temperatura es una medida determinante para la elección de las dimensiones del conductor y de la correspondiente bobina.

15 Es por ello que, para asegurar una refrigeración lo suficientemente buena, para las bobinas con conductores según el estado actual de la técnica, a menudo se deben elegir dimensiones mayores a las deseables. Por las documentaciones EP 0746861 B1 y EP 1079500 A1 se conocen conductores para bobinas de transformador que están compuestos por varios elementos conductores y presentan una cubierta reticulada o perforada de manera tal que el correspondiente líquido refrigerante puede fluir a través del revestimiento y circular por cada uno de los  
20 elementos conductores. De esa manera, si bien se logra un efecto de refrigeración, es a costa de un aislamiento claramente peor del respectivo conductor, donde en vez de aislar el conductor como un todo, solamente se aíslan los elementos conductores por medio de una delgada capa de laca. Por eso, el uso de un conductor de ese tipo es posible solamente con tensiones relativamente bajas, de hasta unos 25 kV, ya que tensiones más altas exigen una cubierta que se hermetice totalmente.

25 La presente invención tiene entonces como objeto desarrollar un conductor para bobinas refrigeradas por líquido, que permita una mejor refrigeración, incluso en el funcionamiento con tensiones más altas y que posibilite con ello una realización de dispositivos eléctricos con dimensiones menores.

30 Este objeto se logra, acorde a la invención, por medio de un conductor con las características señaladas en la reivindicación principal, junto con las características de la definición general de la reivindicación principal, así como por medio de un transformador y una bobina de inductancia con las características de la reivindicación 13. De las características de las reivindicaciones secundarias resultan diseños ventajosos de la invención.

35 Gracias a que el conductor presenta una cubierta aislante que lo rodea como un todo, donde por lo menos una capa de la cubierta rodea el conductor cubriéndolo de manera completa, pero al mismo tiempo, una capa exterior de la cubierta de por lo menos dos capas presenta aperturas, mallas o flecos, por un lado se logra un buen aislamiento eléctrico del conductor, que con ello es adecuado también para un funcionamiento con tensiones muy altas y, por el otro, una superficie del conductor o de la cubierta del conductor, que está estructurada de manera tal que un líquido refrigerante que circula a través del conductor, o por lo menos una película delimitadora de ese líquido refrigerante que se encuentra junto al conductor, se pone en movimiento turbulento. Por último, conduce a un intercambio de calor claramente mejorado en la superficie del conductor, mejorando así el efecto refrigerante por parte del líquido refrigerante que circula por el conductor y permitiendo una construcción más compacta de dispositivos eléctricos refrigerados con líquido con bobinas que están formadas por un conductor de ese tipo. Sobre todo los inductores o transformadores refrigerados por líquido, en los que por lo menos una, aunque preferentemente todas las bobinas, están compuestas por un conductor del tipo descrito, se pueden realizar así de una forma más ventajosa, en comparación con los dispositivos pertinentes según el estado actual de la técnica, con dimensiones más pequeñas  
40 y/o con una adecuación para tensiones de funcionamiento mayores. Así se consigue la ventaja descrita de una refrigeración mejorada, a pesar de que el líquido refrigerante no puede circular a través de la cubierta y, por ello, en el caso de un diseño del conductor a partir de varios elementos conductores, tampoco puede circular por éstos últimas de manera individual. Como flecos para generar turbulencia, los cuales puede presentar la capa externa de la cubierta en vez de o en forma adicional a aperturas y/o mallas, en este documento se deben señalar partes de la  
45 capa mencionada que se separan del conductor en forma de banderines.

50 Una capa de la cubierta del conductor puede estar formada por un recubrimiento del conductor con un material plano, preferentemente por un recubrimiento con una cinta que rodee el conductor en forma de espiral. Con ello es posible una fabricación muy simple de la cubierta o de la correspondiente capa de la cubierta. Naturalmente, también varias o todas las capas de la cubierta pueden estar compuestas de esa forma. Un material muy adecuado para una o varias capas de la cubierta es el papel, que es buen aislante, económico y debido a la elevada flexibilidad es fácil de procesar. Sobre todo la capa o las capas que forman una parte de la cubierta que envuelven el conductor cubriéndolo completamente pueden estar compuestas por una sencilla cinta de papel.

5 En una versión que se puede realizar de manera muy simple y económica también la capa exterior de un conductor acorde a la invención puede estar compuesta de papel, que se puede perforar para formar las aperturas, produciendo de esa manera la cualidad deseada de la superficie del conductor. En otra versión de la invención, también sencilla, la capa exterior está compuesta por una cinta que envuelve el conductor en forma de espiral, que tiene un reborde ranurado en distanciamientos no muy grandes, de manera que este reborde forma banderines o flecos separados del conductor, que influyen de la manera deseada un flujo del líquido refrigerante.

Para un efecto de remolino muy bueno, las distancias entre cada una de las ranuras de la cinta, que también pueden variar, pueden ser, por ejemplo, de entre una décima y una quinta parte del diámetro del conductor. También en un diseño como este de la capa exterior de la cubierta es posible la fabricación en papel.

10 Otra realización, también sencilla, de la capa exterior de la cubierta, que provoca una influencia ventajosa del flujo del líquido refrigerante, se da a partir de la utilización de una red o un tejido para esa capa. Para ser lo suficientemente estable y no conductor, un tejido o una red de ese tipo puede estar compuesto por plástico o fibra artificial, como por ejemplo poliamida o nylon. Por medio de las mallas de esta red o tejido, que según la viscosidad del líquido refrigerante, para lograr el efecto de remolino deseado, pueden tener, por ejemplo, un diámetro de entre 15  
15 mm y 15 mm y en las versiones típicas de entre 1,5 mm y 5 mm, se le da al conductor o a la cubierta del conductor una estructura de la superficie que rompe allí la capa límite del líquido refrigerante y tiene como consecuencia la generación de turbulencias de las correspondientes escalas de tamaño típicas.

20 En todas las versiones de la invención descritas, el flujo del líquido refrigerante o su capa límite no se limitan solamente de forma local, sino que se manipulan en toda la superficie del conductor y con ello se logra un mejor intercambio de calor que no es solamente local, sino de gran superficie. En una versión perforada o con aperturas de la capa exterior, este efecto es especialmente bueno cuando las aperturas tienen un diámetro de entre 2 mm y 10 mm; en líquidos refrigerantes y velocidades de flujo típicos, resultan óptimas las aperturas de un diámetro de entre 3 mm y 7 mm. Se obtiene una influencia homogénea del flujo, que favorece la formación de turbulencia plana, cuando la capa externa de la cubierta que posee aperturas o mallas cubre un porcentaje de entre 30% y 80% de la capa que se encuentra debajo, por lo que un porcentaje de entre 20% y 70% de la superficie de la capa que se encuentra debajo queda descubierto por las aperturas o mallas. En una versión con una capa externa deshilachada de la manera descrita anteriormente, por el mismo motivo es ventajoso tener en cuenta que las partes de la capa externa que están distanciadas entre sí, en el sentido longitudinal del conductor, tampoco estén separadas por más de lo que corresponde aproximadamente al diámetro del conductor.

30 Como refrigerante para bobinas, que están formadas por conductores de ese tipo, son especialmente apropiados los aceites y líquidos de éster, sobre todo los aceites minerales o aceites sintéticos como el aceite de siliconas. Estos líquidos refrigerantes se caracterizan por una viscosidad adecuada y una conveniente resistencia al calor.

35 Se puede asegurar un aislamiento eléctrico del conductor lo suficientemente bueno, también con tensiones muy altas, cuando la capa interna de la cubierta que rodea el conductor cubriéndolo de manera completa, o una capa interna, compuesta eventualmente por varias capas, que cubre el conductor de manera completa, tiene un grosor de entre 0,1 mm y 2 mm. Esta capa o película no debe ser más gruesa de lo necesario, para no perjudicar la refrigeración del conductor más de lo necesario; para aplicaciones usuales, un grosor de esta capa o lámina de entre 0,2 mm y 1 mm significa un buen compromiso.

40 En realizaciones preferentes del conductor acorde a la invención, éste está compuesto por varios elementos conductores individuales, que básicamente se orientan de forma paralela y se pueden trenzar. De esta forma, todo el conductor es más flexible y más fácil de trabajar. Otra ventaja se encuentra en la considerable reducción de corrientes parásitas que de esta manera se logra en el conductor y en la reducción de pérdidas de potencia y calor ligadas a éstas. De esa manera, el conductor recibe no solo características eléctricas ventajosas, sino que también la refrigeración del conductor se facilita aún más por la reducción del calor generado y también se posibilita de esa forma un modo de construcción aun más compacto de un dispositivo eléctrico acorde. Este efecto se puede lograr con poco gasto, cuando el conductor está compuesto por entre cinco y ciento ochenta y nueve elementos conductores. En tal caso, el conductor también puede estar diseñado como conductor duplex con transposiciones.

45 Una realización acorde a la invención de conductores para bobinas refrigeradas por líquido es adecuada sobre todo para aquellos conductores que tienen un perfil transversal de entre 0,2 cm<sup>2</sup> y 40 cm<sup>2</sup>, pero que preferentemente no es de más de 16 cm<sup>2</sup> y que son adecuados por ello para el funcionamiento con tensiones elevadas y con las grandes intensidades de corriente que comúnmente están ligadas a esto, pero por otro lado siguen permitiendo una refrigeración efectiva por medio de un líquido refrigerante que fluye a través del conductor como un todo. Dichos conductores se pueden convertir de manera especialmente buena en bobinas, cuando éstos tienen un perfil rectangular, lo cual se puede realizar de manera simple sobre todo en una ensamble compuesto por varios  
55 elementos conductores.

Por medio de las figuras 1 a 3 se presentan a continuación ejemplos de realización de la invención. Se muestran:

Figura 1: Un extremo de un conductor acorde a la invención en representación en perspectiva,

Figura 2: Un extremo de otro conductor acorde a la invención, en la misma representación y

Figura 3: Otro ejemplo de realización para un conductor acorde a la invención, también en representación en perspectiva.

5 En la figura 1 se ve un conductor que presenta una cubierta compuesta por una capa interna 2 y una capa externa 3. La capa interna 2 forma un aislamiento convencional de papel, es decir que está realizada por un revestimiento de papel y envuelve al conductor 1 de manera tal que lo cubre completamente. La capa externa 3, que también está compuesta por un revestimiento con una cinta de papel, presenta una perforación formada por aperturas 4. Estas aperturas 4 tienen un diámetro de aproximadamente 4 mm y revisten la capa externa 3 de manera tal que ésta cubre solamente un 60% de la capa interna 2 que se encuentra por debajo. El conductor 1, que forma una bobina de un transformador refrigerado por aceite, o bien la cubierta de ese conductor 1, recibe con ello una estructura de la superficie que pone en movimiento turbulento un flujo de un aceite sintético que sirve como refrigerante, por lo menos en esa superficie, y produce de esa manera un intercambio de calor mejorado y una refrigeración más efectiva del conductor 1. El conductor 1, que está compuesto por treinta y cinco elementos conductores tiene un perfil transversal de aproximadamente  $5,5 \text{ cm}^2$ . Gracias al diseño perforado de la capa externa 3 de la cubierta de este conductor 1 se produce una refrigeración muy efectiva de este conductor 1, con el efecto descrito, a pesar de que el refrigerante no puede fluir a través de cada uno de los elementos conductores debido a la capa interna 2 aislante, que tiene un grosor de aproximadamente 0,5 mm.

20 En la figura 2 está representada otra realización de la invención. Se reconoce nuevamente un conductor 1 con una cubierta, que está compuesta por una capa interna 2 y una capa externa 3. De forma diferente al ejemplo de realización descrito anteriormente, la capa externa 3 de la cubierta está formada por una red de nylon, que presenta mallas 5 de un diámetro de aproximadamente 8 mm, logrando con ello un efecto similar al de una turbulencia de un líquido refrigerante que fluye.

25 Otro ejemplo de realización de la invención está representado, finalmente, en la figura 3, en la cual otra vez se pueden ver un conductor 1, así como una capa interna y una capa externa. Como en el primer ejemplo descrito, la capa externa 3 está realizada por un revestimiento del conductor 1 y la capa interna que se encuentra por debajo, con una cinta de papel, donde esta cinta de papel presenta, en vez de una perforación, un reborde ranurado en distancias regulares. De esta manera, ese reborde forma banderines separados 6. La capa externa 3 con estos banderines 6 presenta entonces unos flecos, que a su vez tienen como resultado la formación de turbulencias en el líquido refrigerante que está fluyendo.

Los conductores representados en las figuras 1 a 3 también son adecuados para una utilización en inductores refrigerados por líquido u otros dispositivos eléctricos similares con bobinas refrigeradas por líquido.

**REIVINDICACIONES**

- 5 1. Conductor para bobinas refrigeradas por líquido, sobre todo para bobinas de transformador, con una cubierta aislante que recubre el conductor como un todo, donde por lo menos una capa de la cubierta rodea el conductor cubriéndolo por completo, caracterizado porque una capa externa (3) de la cubierta, de por lo menos dos capas (2, 3), presenta aperturas (4), mallas (5) o flecos.
2. Conductor acorde a la reivindicación 1, caracterizado porque por lo menos una, preferentemente todas las capas (2, 3) de la cubierta, está formada por un revestimiento del conductor (1).
3. Conductor acorde a las reivindicaciones 1 ó 2, caracterizado porque por lo menos una capa (2, 3) de la cubierta, preferentemente por lo menos cada una de las capas (2), excepto la capa externa (3), está compuesta por papel.
- 10 4. Conductor acorde a una de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado porque la capa externa (3) está formada por papel perforado.
5. Conductor acorde a una de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado porque la capa externa (3) está formada por una cinta ranurada en distancias regulares en un borde, de manera tal que en el borde se forman banderines, donde esta cinta es preferentemente de papel.
- 15 6. Conductor acorde a una de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado porque la capa externa (3) está formada por una red o tejido, que preferentemente es de un plástico.
7. Conductor acorde a la reivindicación 6, caracterizado porque cada una de las mallas (5) tiene un diámetro de entre 1 mm y 15 mm, preferentemente de entre 1,5 mm y 5 mm.
- 20 8. Conductor acorde a una de las reivindicaciones 1 a 7, caracterizado porque la capa externa (3) tiene aperturas (4) de un diámetro de entre 2 mm y 10 mm, preferentemente entre 3 mm y 7 mm.
9. Conductor acorde a una de las reivindicaciones 1 a 8, caracterizado porque la capa externa (3) cubre un porcentaje de entre 30% y 80% de la capa que se encuentra debajo (2).
- 25 10. Conductor acorde a una de las reivindicaciones 1 a 9, caracterizado por medio de la capa (2) que cubre el conductor completamente, o las capas (2) de la cubierta que lo cubren completamente, está formada una película de un espesor de entre 0,1 mm y 2 mm, preferentemente de entre 0,2 mm y 1 mm.
11. Conductor acorde a una de las reivindicaciones 1 a 9, caracterizado porque está compuesto por varios elementos conductores individuales, preferentemente por entre cinco y ciento noventa y ocho elementos conductores.
- 30 12. Conductor acorde a una de las reivindicaciones 1 a 11, caracterizado porque tiene un corte transversal preferentemente rectangular de entre 0,2 cm<sup>2</sup> y 40 cm<sup>2</sup>.
13. Transformador refrigerado por líquido o inductor refrigerado por líquido, que contiene por lo menos una bobina de un conductor según una de las reivindicaciones 1 a 12.
14. Transformador o inductor acorde a la reivindicación 13, caracterizado porque como medio refrigerante está previsto un aceite que rodea el conductor, preferentemente aceite mineral, o un líquido de éster que lo rodea.

35

40

FIG 1

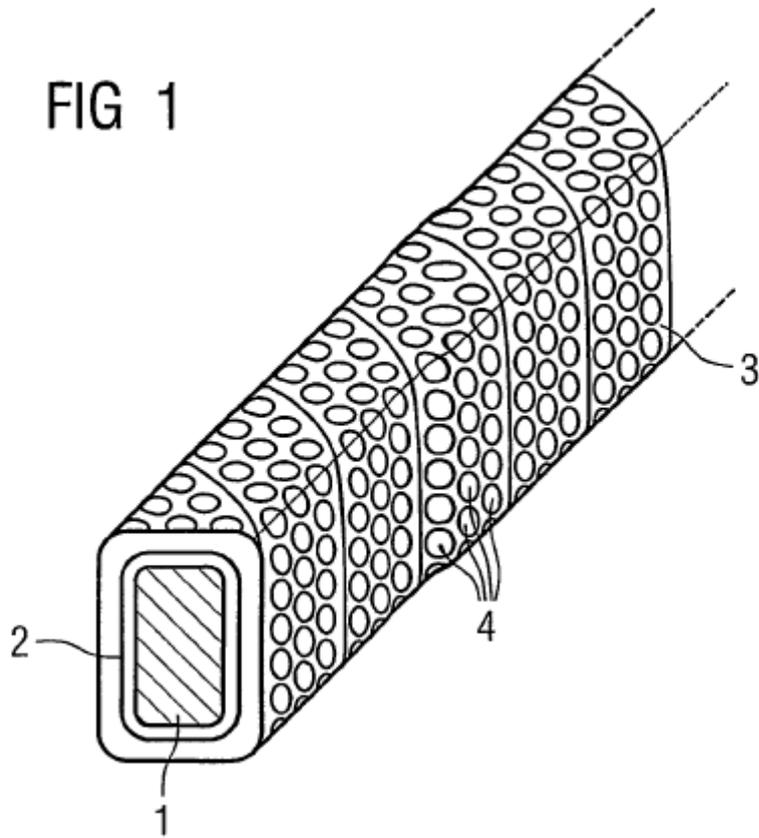


FIG 2

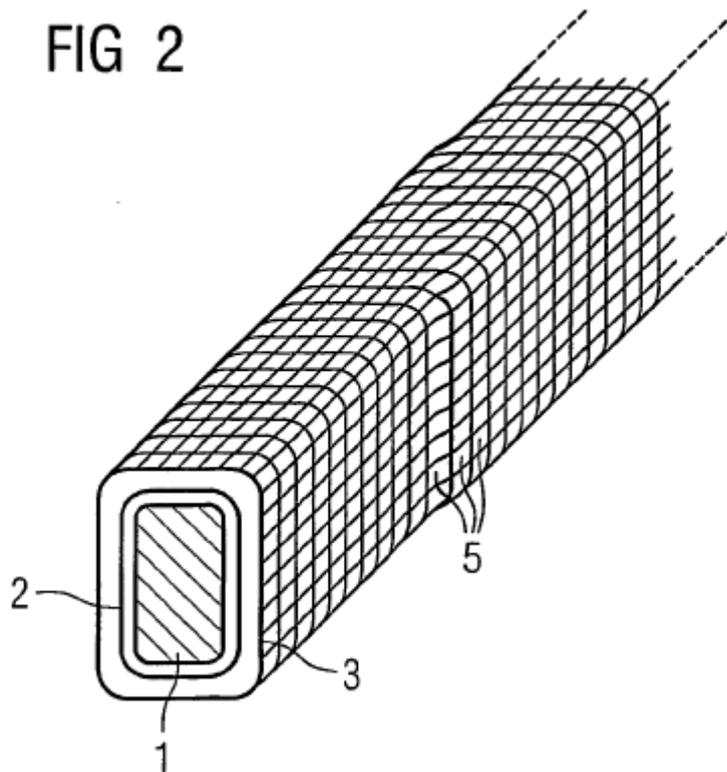


FIG 3

