

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 481 871**

51 Int. Cl.:

H01F 27/28 (2006.01)

H01F 27/36 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA MODIFICADA
TRAS OPOSICIÓN

T5

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **28.06.2011 PCT/EP2011/060797**

87 Fecha y número de publicación internacional: **05.01.2012 WO12000983**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.06.2011 E 11727496 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea modificada tras oposición: **29.11.2017 EP 2586044**

54 Título: **Disposición de bobina y blindaje eléctrico, transformador incluyendo la disposición y un método de fabricar la disposición**

30 Prioridad:

28.06.2010 EP 10167483

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

16.03.2018

73 Titular/es:

**ABB SCHWEIZ AG (100.0%)
Brown Boveri Strasse 6
5400 Baden, CH**

72 Inventor/es:

**MURILLO, RAFAEL;
ROY, CARLOS;
SMAJIC, JASMIN;
DONZEL, LISE;
TEPPER, JENS;
LETOSA FLETA, JESUS;
USON, ANTONIO;
VILLÉN, MARIA TERESA y
SAMPLON, MIGUEL**

74 Agente/Representante:

UNGRÍA LÓPEZ, Javier

ES 2 481 871 T5

DESCRIPCIÓN

Disposición de bobina y blindaje eléctrico, transformador incluyendo la disposición y un método de fabricar la disposición.

Campo de la invención

La invención se refiere al blindaje eléctrico de transformadores. En particular, la invención se refiere a una disposición de bobina y blindaje eléctrico para un transformador, un transformador con la disposición.

Antecedentes de la invención

Los transformadores pueden ser usados ampliamente para aplicaciones de voltaje bajo, medio y alto.

Típicamente, en los transformadores de tipo seco, el aislamiento de alto voltaje a bajo voltaje lo efectúa un espacio de aire, siendo unas barreras con o sin sólido el alto voltaje y estando rodeadas las bobinas de bajo voltaje por aislamiento sólido. El campo eléctrico crítico en el aire se encuentra en los bordes superiores e inferiores de los devanados.

US 3 327 268 describe un transformador de alto voltaje lleno de aceite de alto voltaje con aros de blindaje eléctrico. El aro de blindaje eléctrico se coloca encima (debajo) de cada uno de los devanados HV/LV para controlar la distribución de campo y espaciados. El aislamiento con respecto al devanado de HV está constituido por barreras aislantes hecho de papel blando enrollado.

US 5 990 775 describe un transformador con dispositivos de blindaje eléctrico.

La patente austriaca n.º 247965 describe un transformador seco de alto voltaje que tiene anillos de blindaje capacitivos

Resumen de la invención

Se puede considerar un objeto de la invención aumentar la resistencia dieléctrica de un transformador.

Este objeto se logra con una disposición de bobina y blindaje eléctrico para un transformador, un transformador con la disposición de acuerdo con las reivindicaciones independientes. Otras realizaciones son evidentes a partir de las reivindicaciones dependientes.

Un dispositivo de blindaje eléctrico, por ejemplo en forma de un aro abierto, se puede colocar en un extremo axial del devanado. Tal dispositivo de blindaje eléctrico también se puede disponer en otro extremo axial del devanado. El (los) dispositivo(s) de blindaje eléctrico pueden estar colocados en concreto entre el devanado y los yugos del devanado, y pueden alisar el campo eléctrico generado por el devanado al exterior del devanado. El devanado puede ser una disposición de devanado y puede constar de más de una bobina tal como una bobina de alto voltaje y una bobina de bajo voltaje. El dispositivo de blindaje eléctrico puede blindar así uno de otro los campos eléctricos contra el devanado de alto voltaje o generados por el devanado de alto voltaje y contra el devanado de bajo voltaje o generados por el devanado de bajo voltaje, de tal manera que el campo eléctrico dentro de los devanados esté blindado así como el campo eléctrico generado por los devanados de alto voltaje y de bajo voltaje al entorno de los devanados de alto voltaje y de bajo voltaje. El devanado y el (los) dispositivo(s) de blindaje eléctrico están fundidos en un bloque.

Los dispositivos de blindaje eléctrico pueden estar situados en un primer extremo y en un segundo extremo del devanado solamente en un devanado de alto voltaje o tanto en un devanado de alto voltaje como en un devanado de bajo voltaje de tal manera que el campo eléctrico de los devanados o generado por los devanados se alise. El campo eléctrico dentro del aislamiento sólido cerca del dispositivo de blindaje eléctrico, por ejemplo un aro de blindaje, es alisado. El cambio repentino de permisividad desde el material aislante, que puede ser una resina, al aire que puede dar lugar a una distorsión de campo eléctrico en el aire es alisado evitando bordes afilados en las zonas cerca de los bordes de devanado (cerca de los aros de blindaje) redondeando los bordes del material aislante, por ejemplo la resina. Así, el campo eléctrico de los devanados o generado por los devanados es alisado por una combinación de aros de blindaje eléctrico más los bordes redondeados en la zona próxima.

Tal disposición con uno o más dispositivos de blindaje eléctrico puede mejorar la distribución de voltaje inicial, cuando el transformador se somete a cualquier sobretensión de alto voltaje tal como un impulso de descarga eléctrica. Con la disposición antes descrita se puede lograr una mejora del voltaje de ruptura de entre 25-30% en comparación con un transformador que no lleve la disposición. El transformador puede ser aplicable a un nivel de 72,5 kV o a un nivel inferior a 72,5 kV o a un nivel superior a 72,5 kV. El transformador puede ser un transformador de tipo seco.

Según otra realización de la invención, el (los) dispositivo(s) de blindaje eléctrico incluye(n) primeros bordes redondeados que no miran al devanado y segundos bordes redondeados que miran al devanado, donde el radio de los primeros bordes redondeados y el radio de los segundos bordes redondeados están adaptados de tal manera que el dispositivo de blindaje eléctrico proporcione un blindaje eléctrico del entorno del devanado.

El (los) dispositivo(s) de blindaje eléctrico con primeros y/o segundos bordes redondeados puede(n) mejorar la capacidad de blindaje del (de los) dispositivo(s) de blindaje eléctrico de tal manera que el campo eléctrico del devanado o generado por el devanado al exterior del devanado pueda ser alisado incluso mejor que con dispositivo(s) de blindaje eléctrico sin bordes redondeados.

Según otra realización de la invención, los primeros bordes redondeados tienen un radio de 5 a 20 mm, en particular 10 mm, y los segundos bordes redondeados tienen un radio de 2 a 5 mm, en particular 3 mm.

Los radios interiores de los segundos bordes redondeados cerca del conductor o el devanado pueden ser más pequeños que los radios exteriores de los primeros bordes redondeados, por ejemplo 2 o 3 mm para los radios interiores y entre 5-20 mm para los exteriores. Se puede fabricar dispositivos de blindaje eléctrico, por ejemplo con una barra rectangular con bordes redondeados (radios 3-5 mm), o con un alambre redondeado (radios 3-5 mm). Así, un transformador de alto voltaje puede ser blindado efectivamente. El dispositivo de blindaje eléctrico puede estar abierto en algún punto con el fin de evitar un bucle cerrado que posiblemente evoque un corto circuito. El (los) dispositivo(s) de blindaje eléctrico con bordes redondeados con los radios antes mencionados pueden blindar un campo eléctrico del devanado al entorno del devanado más eficientemente en comparación con otros radios antes mencionados o en comparación con dispositivo(s) de blindaje eléctrico con bordes no redondeados.

Según otra realización de la invención, el dispositivo de blindaje eléctrico está conectado eléctricamente al devanado.

El dispositivo de blindaje eléctrico se puede conectar eléctricamente al devanado al inicio, y en cualquier posición intermedia del devanado o el dispositivo de blindaje eléctrico puede estar flotando eléctricamente.

Según otra realización de la invención, la distancia entre el devanado y el dispositivo de blindaje eléctrico es de entre 5 y 40 mm.

Con dicha distancia de entre 5 y 40 mm, el blindaje del campo eléctrico del devanado al entorno del devanado por el (los) dispositivo(s) de blindaje eléctrico puede ser optimizado en comparación con otras distancias.

Según otra realización de la invención, el dispositivo de blindaje eléctrico tiene una forma de aro abierto o una forma anular.

Un dispositivo de blindaje eléctrico con una forma de aro abierto evita un bucle cerrado que evoque posiblemente un corto circuito, y así puede proporcionar un blindaje efectivo y optimizado del campo eléctrico del devanado al entorno del devanado.

Según otra realización de la invención, el devanado y el dispositivo de blindaje eléctrico están fundidos en un bloque que aísla el dispositivo de blindaje eléctrico del campo eléctrico del devanado proporcionando una distancia de 5 a 40 mm entre el devanado y el dispositivo de blindaje eléctrico. El bloque fundido incluye bordes redondeados cerca del dispositivo de blindaje eléctrico con radios correspondientes a los radios de los primeros bordes redondeados del dispositivo de blindaje eléctrico, en particular radios de 5 a 15 mm. El campo eléctrico generado por los devanados es alisado por una combinación del dispositivo de blindaje eléctrico con los primeros bordes redondeados y los bordes redondeados del bloque fundido cerca de los primeros bordes redondeados.

Según otra realización de la invención, la sección transversal del dispositivo de blindaje eléctrico se selecciona del grupo de secciones transversales poligonales con bordes redondeados, de secciones transversales parecidas a semiélticas, o de una sección transversal circular.

El dispositivo de blindaje eléctrico puede tener la forma de un alambre redondeado con radios en sección transversal de 3-5 mm.

Las secciones transversales antes mencionadas del dispositivo de blindaje eléctrico, en particular la sección transversal de forma semiéltica, pueden proporcionar un blindaje mejor y más eficiente del campo eléctrico del devanado al entorno del devanado en comparación con otras secciones transversales del dispositivo de blindaje eléctrico.

Según otra realización de la invención, el dispositivo de blindaje eléctrico incluye un bastidor de material no conductor cubierto por una capa de un material conductor.

La capa de material conductor puede ser mucho más fina que el bastidor de material.

Dotando a un dispositivo de blindaje eléctrico de un bastidor de material no conductor cubierto por una capa de un material conductor, la capacidad de blindaje y/o la característica de blindaje del dispositivo de blindaje eléctrico con relación al blindaje de un campo eléctrico del devanado al entorno del devanado se puede mejorar u optimizar en comparación con un dispositivo de blindaje eléctrico sin dicho bastidor de material no conductor cubierto por una capa de un material conductor. El material conductor mucho más fino en comparación con el grosor del bastidor de material puede mejorar más la característica de blindaje del dispositivo de blindaje eléctrico.

Según otra realización de la invención, el devanado es un devanado de alto voltaje y/o un devanado de bajo voltaje, donde el dispositivo de blindaje eléctrico cubre el área en sección transversal del devanado de alto voltaje y/o el devanado de bajo voltaje perpendicular al eje longitudinal.

El dispositivo de blindaje eléctrico puede blindar así uno de otro los campos eléctricos del devanado de alto voltaje o generados por el devanado de alto voltaje y del devanado de bajo voltaje o generados por el devanado de bajo voltaje, de tal manera que el campo eléctrico dentro de los devanados así como el campo eléctrico generado por los devanados de alto voltaje y bajo voltaje esté blindado al entorno del devanado de alto voltaje y de bajo voltaje.

Según otra realización de la invención, la sección transversal del material aislante montado incluye bordes redondeados.

El radio de los bordes redondeados puede tener el mismo tamaño que el radio de los primeros bordes redondeados y/o los segundos bordes redondeados. Así, el campo eléctrico dentro del aislamiento sólido cerca del dispositivo de blindaje eléctrico puede ser alisado. El cambio repentino en la permisividad desde el material aislante, que puede ser una resina, a aire que puede dar lugar a una distorsión de campo eléctrico en el aire, puede ser alisado evitando bordes afilados en las zonas próximas a los bordes de devanado (próximas a los aros de blindaje) redondeando los bordes del material aislante, por ejemplo la resina. Así, el campo eléctrico de los devanados o generado por los devanados es alisado por una combinación de los aros de blindaje eléctrico más los bordes redondeados en la zona próxima.

Según otra realización de la invención, la disposición incluye además un devanado de bajo voltaje con un segundo dispositivo de blindaje y una barrera aislante. La barrera aislante está colocada entre el devanado de alto voltaje y el devanado de bajo voltaje y está adaptada para parar la avalancha de carga entre el devanado de alto voltaje y el devanado de bajo voltaje.

La inclusión de barreras aislantes entre dos partes bajo voltaje puede aumentar el campo eléctrico y así el voltaje que pueden soportar sin tener descarga. El efecto de las barreras se puede explicar por su propiedad de parar las cargas libres que pueden iniciar una descarga, limitando el recorrido, la velocidad y la energía de las cargas. Una distancia de aire dada puede resistir más el voltaje si el espacio de aire total está dividido en secciones más pequeñas. Las barreras pueden tener la forma de un cilindro y se pueden hacer de película compuesta de fibra de vidrio que puede tener un grosor de 3 mm y puede estar adaptada para actuar como una barrera eléctrica y como un soporte mecánico. Se puede obtener aislamiento adicional con las mismas vueltas de la película aislante que puede tener un grosor de 1 mm. El número de barreras puede depender de la distancia de aire total entre los devanados de alto voltaje y de bajo voltaje, que es del orden de 3-6, o incluso más para distancias de aire altas. Los espacios de aire pueden ser de entre 20-50 mm y las barreras pueden estar uniformemente distribuidas entre devanados de alto voltaje y de voltaje bajo de tal manera que el espacio de aire sea similar.

Con el fin de minimizar el campo eléctrico, típicamente para devanados de alto voltaje, el aro de blindaje eléctrico puede tener unos pocos milímetros más o unos pocos milímetros menos que el diámetro interior del devanado de alto voltaje (por ejemplo 4 mm). Con el fin de minimizar el campo eléctrico, el devanado de bajo voltaje (aro de blindaje) tendrá típicamente unos pocos milímetros más o unos pocos milímetros menos que el diámetro exterior del devanado de bajo voltaje (por ejemplo 4 mm).

Si los devanados están redondeados (con un diámetro de entre 5 y 20 mm), el campo eléctrico es liso y la distancia entre ambos devanados se podría reducir. La forma se puede lograr durante la fabricación o mecanizarse después de hacer el devanado. Con respecto al grosor del aislamiento sólido alrededor de los devanados, puede ser de alrededor de 10 mm en ambos devanados de alto voltaje y de voltaje bajo excepto en los extremos de los devanados de alto voltaje y de bajo voltaje, donde puede ser de alrededor de 20 mm.

Cualquier borde afilado, aunque sea un material aislante, puede aumentar el campo eléctrico en la configuración dada. Este efecto puede aparecer en los bordes en los extremos de los devanados en un transformador, y puede ser incluso peor a causa de una uniformidad en el campo eléctrico en esta zona. Un dispositivo de blindaje eléctrico con bordes redondeados puede alisar el campo eléctrico dentro de los devanados, es decir, entre los devanados de alto voltaje y de voltaje bajo, y con el fin de tener el mismo efecto en el aire cerca de los extremos de los devanados, la resina epoxi puede tener bordes redondeados con aproximadamente el mismo radio de los primeros bordes redondeados, por ejemplo 10 mm.

Según otra realización de la invención un transformador está provisto de una disposición de cualquiera de dichas realizaciones, al menos dos miembros, un yugo que conecta los al menos dos miembros, y una abrazadera montada en el yugo y que estabiliza el yugo. El devanado está colocado alrededor de al menos uno de los al menos dos miembros.

La disposición de blindaje eléctrico indicada anteriormente y más adelante es aplicable a transformadores secos con un nivel de voltaje superior a 70kV que blindan efectivamente el transformador seco contra el campo eléctrico generado por el devanado del transformador seco. Así, un transformador seco con devanado de HV diseñado como devanado de disco HV con un nivel de voltaje de 70kV y superior se puede construir tan compacto como un transformador seco con un nivel de voltaje más bajo. Puede haber una intensidad de campo más alta en la región crítica entre el devanado de HV y el devanado de LV y/o el yugo y en particular picos de campo más altos en el devanado de disco HV y los bordes del devanado de LV y/o el yugo en comparación con un transformador seco con un nivel de voltaje por debajo de 70 kV que requiere una resistencia dieléctrica más alta. Esta resistencia dieléctrica más alta requerida la puede proporcionar el dispositivo de blindaje eléctrico o los dispositivos de blindaje eléctrico que pueden homogeneizar el campo eléctrico a la tierra por un blindaje multi-parte de los devanados de alto voltaje y/o de bajo voltaje. Así, se evita que partes del transformador, tal como el yugo, se sobrecalienten o pierdan la resistencia mecánica necesaria debido a descarga del campo eléctrico a los bordes del yugo por el dispositivo de blindaje eléctrico. El dispositivo de blindaje eléctrico puede aumentar el voltaje de ruptura y puede dar lugar a una mejora del blindaje entre los devanados de HV y LV de la bobina de transformador y el yugo en comparación con un transformador con devanados de HV y/o LV sin un dispositivo de blindaje eléctrico.

Según otra realización de la invención, el transformador incluye además un segundo dispositivo de blindaje eléctrico que está colocado en el yugo entre el yugo y un devanado del transformador y está adaptado para blindar el yugo contra un campo eléctrico del devanado. El transformador incluye además un elemento de blindaje eléctrico que está colocado en la abrazadera entre la abrazadera y el devanado del transformador y que está adaptado para blindar la abrazadera contra un campo eléctrico del devanado.

En otros términos, se puede disponer una cubierta en el yugo mirando a los devanados del transformador y por ello blindar el yugo contra un campo eléctrico de los devanados. El segundo dispositivo de blindaje eléctrico puede actuar como un blindaje electrostático o como un blindaje protector con el fin de blindar los bordes afilados del yugo propiamente dicho y todos los demás bordes relacionados con el yugo, tal como los bordes laminados de yugo, alisando así el campo eléctrico del transformador con respecto al yugo. Esta cubierta de blindaje se mantiene desnuda, no cubierta por ninguna película de aislamiento. La cubierta de blindaje puede estar aislada según otra realización de la invención. El yugo está adaptado para conectar al menos dos miembros. Se puede facilitar más de un yugo. El devanado se puede disponer alrededor de al menos uno de los al menos dos miembros. La disposición de blindaje eléctrico mencionada anteriormente y más adelante es aplicable a transformadores secos con un nivel de voltaje superior a 70kV que blindan efectivamente el yugo del transformador seco contra el campo eléctrico generado por el devanado del transformador seco. Así, se puede construir un transformador seco con devanado de HV diseñado como devanado de disco HV con un nivel de voltaje de 70kV y superior tan compacto como un transformador seco con un nivel de voltaje más bajo. Puede haber intensidad de campo más alta en la región crítica entre el devanado de HV y el yugo y en particular picos de campo más altos en el devanado de disco HV y los bordes del yugo en comparación con un transformador seco con un nivel de voltaje inferior a 70 kV que requiera una resistencia dieléctrica más alta. Esta resistencia dieléctrica más alta requerida puede ser proporcionada por el segundo dispositivo de blindaje eléctrico o segundos dispositivos de blindaje eléctrico que pueden homogeneizar el campo eléctrico a la tierra por un blindaje multi-parte del yugo. Así, se evita que el yugo se sobrecaliente o pierda su resistencia mecánica requerida debido a descarga del campo eléctrico a los bordes del yugo por el segundo dispositivo de blindaje eléctrico.

El segundo dispositivo de blindaje eléctrico puede aumentar el voltaje de ruptura y puede dar lugar a una mejora del blindaje entre el devanado de la bobina de transformador y el yugo en comparación con un yugo sin un segundo dispositivo de blindaje eléctrico.

Según otra realización de la invención, el segundo dispositivo de blindaje eléctrico tiene una forma correspondiente a la forma del yugo de tal manera que el yugo esté cubierto por el segundo dispositivo de blindaje eléctrico. La forma puede ser parcialmente cilíndrica u oval a modo de capa o puede ser cualquier forma que se ajuste a los bordes.

Según otra realización de la invención, el segundo dispositivo de blindaje eléctrico incluye una forma de capa adaptada para evitar bordes afilados.

Según otra realización de la invención, el segundo dispositivo de blindaje eléctrico incluye un material conductor.

Según otra realización de la invención, el segundo dispositivo de blindaje eléctrico incluye una pieza rectangular fina de uno de aluminio y cobre y puede estar conectado a tierra. Según otra realización de la invención, el segundo dispositivo de blindaje eléctrico está conectado a la estructura metálica del transformador (las abrazaderas).

El segundo dispositivo de blindaje eléctrico puede incluir una mezcla de aluminio y cobre. El segundo dispositivo de

blindaje eléctrico puede incluir cualquier otro material conductor tal como acero al carbono o acero no magnético, y/o puede incluir material semiconductor, dado que el material semiconductor también alisará el campo eléctrico. Según otra realización de la invención, se facilita un blindaje dieléctrico del yugo de un campo eléctrico del devanado por el segundo dispositivo de blindaje eléctrico, que puede ser una hoja de cobre o lámina de cobre, y/o una capa aislante aplicada en el yugo, teniendo posiblemente la capa aislante un epsilon alto, por ejemplo un epsilon de 10. Así, el campo eléctrico en el yugo puede estar alisado.

Según otra realización de la invención, el yugo es un yugo dividido, incluyendo una primera parte de yugo y una segunda parte de yugo, donde el segundo dispositivo de blindaje eléctrico incluye un primer elemento de blindaje eléctrico y un segundo elemento de blindaje eléctrico. El primer elemento de blindaje eléctrico está colocado en la primera parte de yugo entre la primera parte de yugo y el devanado del transformador. El segundo elemento de blindaje eléctrico está colocado en la segunda parte de yugo entre la segunda parte de yugo y el devanado del transformador. El primer elemento de blindaje eléctrico está adaptado para blindar la primera parte de yugo contra un campo eléctrico del devanado, y el segundo elemento de blindaje eléctrico está adaptado para blindar la segunda parte de yugo de un campo eléctrico del devanado.

En otros términos, un yugo puede estar dividido en dos mitades, una primera parte de yugo, y una segunda parte de yugo. Se puede disponer un primer y un segundo elemento de blindaje eléctrico, posiblemente en forma de cubiertas, en las partes de yugo primera y segunda que miran a los devanados del transformador y blindar por ello las partes de yugo primera y segunda contra un campo eléctrico de los devanados. Los elementos de blindaje eléctrico primero y segundo pueden actuar como blindajes electrostáticos o como blindajes protectores con el fin de blindar los bordes afilados de las partes de yugo primera y segunda y todos los demás bordes relacionados con las partes de yugo primera y segunda tal como los bordes de laminados de yugo primero y segundo, alisando así el campo eléctrico del transformador con respecto a las partes de yugo primera y segunda. Estas cubiertas de blindaje se pueden mantener desnudas, no cubiertas por ninguna película de aislamiento. Las cubiertas de blindaje pueden estar aisladas según otra realización de la invención. Las partes de yugo primera y segunda están adaptadas para conectar al menos dos miembros. Se puede facilitar más de unas partes de yugo primera y segunda. El devanado se puede disponer alrededor de al menos uno de los al menos dos miembros. Puede haber un conducto de refrigeración de yugo entre la primera y la segunda parte de yugo para enfriar el transformador con agentes refrigerantes tales como aceite o aire o agua. Según una realización ejemplar de la invención, el agente refrigerante es aire.

El elemento de blindaje eléctrico para la abrazadera puede ser una cubierta que se pueda colocar en una abrazadera mirando al devanado, y la cubierta puede actuar como un blindaje electrostático o como un blindaje protector con el fin de blindar los bordes afilados de la abrazadera propiamente dicha y todos los otros bordes metálicos relacionados con la abrazadera, alisando así el campo eléctrico del transformador con respecto a las abrazaderas. Esta cubierta de blindaje se mantiene desnuda, no cubierta por ninguna película de aislamiento. La cubierta de blindaje puede estar aislada según otra realización de la invención. La abrazadera está adaptada para sujetar conjuntamente o fijar mecánicamente o estabilizar un yugo del transformador a la(s) bobina(s) del transformador. El elemento de blindaje eléctrico puede cubrir la abrazadera y/o puede tener una forma a modo de cubeta o canal que cubra la abrazadera.

El elemento de blindaje eléctrico antes mencionado es aplicable a transformadores secos con un nivel de voltaje superior a 70kV que blindan efectivamente la abrazadera del transformador seco contra el campo eléctrico generado por el devanado del transformador seco. Así, un transformador seco con devanado de HV diseñado como devanado de disco HV con un nivel de voltaje de 70kV y superior se puede construir tan compacto como un transformador seco con un nivel de voltaje más bajo. Puede haber intensidad de campo más alta en la región crítica entre el devanado de HV y la abrazadera y en particular picos de campo más altos en el devanado de disco HV y los bordes de la abrazadera en comparación con un transformador seco con un nivel de voltaje inferior a 70 kV que requiere una resistencia dieléctrica más alta. Esta resistencia dieléctrica más alta requerida puede ser proporcionada por el elemento de blindaje eléctrico que puede homogeneizar el campo eléctrico a la tierra de tal manera que se evite que la abrazadera se sobrecaliente o pierda su resistencia mecánica requerida debido a descarga del campo eléctrico a los bordes de la abrazadera por el elemento de blindaje eléctrico.

El elemento de blindaje eléctrico puede incluir un material seleccionado del grupo que consta de acero, y aluminio, y generalmente cualquier material conductor con propiedades mecánicas estabilizantes.

El elemento de blindaje eléctrico puede aumentar el voltaje de ruptura y puede dar lugar a una mejora de blindaje del 25% entre el devanado de la bobina de transformador y las abrazaderas en comparación con abrazaderas sin un elemento de blindaje eléctrico según pruebas de voltaje de impulso.

La abrazadera puede tener bordes redondeados que formen una abrazadera redondeada que pueda tener la función del elemento de blindaje eléctrico, blindando la abrazadera contra un campo eléctrico generado por el devanado o devanados del transformador.

Según otra realización de la invención, el elemento de blindaje eléctrico incluye bordes redondeados.

Tal elemento de blindaje eléctrico con bordes redondeados puede alisar un campo eléctrico del devanado de un transformador con respecto a la abrazadera de transformador evitando picos de campo o descarga en los bordes de la abrazadera, evitando así que la abrazadera se sobresaliente o pierda su resistencia mecánica requerida.

Estos y otros aspectos de la presente invención serán evidentes y se aclararán con referencia a las realizaciones descritas a continuación.

Breve descripción de los dibujos

La materia de la invención se explicará con más detalle en el texto siguiente con referencia a realizaciones ejemplares que se ilustran en los dibujos adjuntos.

La figura 1 representa esquemáticamente una vista en sección transversal de un transformador con una disposición de bobina y blindaje eléctrico según una realización de la invención.

La figura 2 representa esquemáticamente una vista en sección transversal de una disposición de bobina y blindaje eléctrico para un transformador con un devanado de bajo voltaje y un devanado de alto voltaje según un ejemplo para una mejor comprensión de la invención.

La figura 3 representa esquemáticamente una vista en sección transversal de una disposición de bobina y blindaje eléctrico para un transformador con un devanado de bajo voltaje y un devanado de alto voltaje según otra realización de la invención.

La figura 4 representa esquemáticamente una vista en sección transversal de una disposición de bobina y blindaje eléctrico para un transformador con un devanado de bajo voltaje y un devanado de alto voltaje según un ejemplo para una mejor comprensión de la invención.

La figura 5 representa esquemáticamente una vista en sección transversal de un dispositivo de blindaje eléctrico según otra realización de la invención.

La figura 6 representa esquemáticamente una vista en sección transversal de una disposición de bobina y blindaje eléctrico para un transformador con un segundo dispositivo de blindaje eléctrico para blindar un yugo del transformador y un elemento de blindaje eléctrico para blindar una abrazadera del transformador según otra realización de la invención.

La figura 7 representa esquemáticamente un diagrama de flujo de un método de fabricar una disposición de bobina y blindaje eléctrico para un transformador.

Los signos de referencia usados en los dibujos, y sus significados, se exponen en forma de resumen en una lista de signos de referencia. En principio, las partes idénticas llevan los mismos signos de referencia en las figuras.

Descripción detallada

La figura 1 representa esquemáticamente una vista de un transformador 101 con una disposición de bobina y blindaje eléctrico 200 para cada fase del transformador 101 con devanados 103, 202 cada uno enrollado alrededor de un eje longitudinal A del transformador 101 formando bobinas que pueden ser bobinas de forma cilíndrica, un dispositivo de blindaje eléctrico 120, 204 que está colocado a una distancia al devanado 103, 202 en un extremo axial 116, 118 del devanado 103, 202 perpendicular al eje longitudinal A y paralelo a la superficie superior de las bobinas de tal manera que el dispositivo de blindaje eléctrico 120, 204 cubra el área en sección transversal del devanado 103, 202 perpendicular al eje longitudinal A, y un material aislante montado en el devanado 103, 202 y en el dispositivo de blindaje eléctrico 120, 204 que proporciona una distancia entre el devanado 103, 202 y el dispositivo de blindaje eléctrico 120, 204 a lo largo del eje longitudinal A de tal manera que un entorno del devanado 103, 202 esté blindado contra el campo eléctrico del devanado 103, 202 (véase también las figuras 2 a 4). Dos yugos 109 conectan los tres miembros de núcleo 113 del transformador 101, estando estabilizado mecánicamente cada yugo 109 por dos abrazaderas 102. Los devanados 103, 202 están colocados alrededor de cada miembro de núcleo 113. El dispositivo de blindaje eléctrico 120, 204 puede mejorar la distribución de voltaje inicial, si el transformador 101 se somete a cualquier sobretensión de voltaje de alta frecuencia tal como un impulso de descarga eléctrica.

Se puede disponer un primer dispositivo de blindaje eléctrico 120 en un primer extremo 116 del devanado 103, 202 y/o en un segundo extremo 118 del devanado 103, 202. Se puede disponer un primer dispositivo de blindaje eléctrico 120 en un primer extremo 116 y/o en un segundo extremo 118 de un devanado de alto voltaje 103, y se puede disponer un segundo dispositivo de blindaje eléctrico 204 en un primer extremo 116 y/o en un segundo extremo 118 de un devanado de bajo voltaje 202. El devanado de alto voltaje 103 y/o el devanado de bajo voltaje 202 pueden ser un devanado de lámina 103, 202.

El transformador 101, por ejemplo un transformador de tipo seco 101 que tiene el dispositivo de bobina y blindaje eléctrico 200 antes descrito, se puede aplicar a un nivel de voltaje de 72,5 kV y a un nivel de voltaje superior.

La figura 2 representa esquemáticamente una vista en sección transversal de uno de los dispositivos de bobina y blindaje eléctrico 200 representados en la figura 1 con un devanado de bajo voltaje 202 y un devanado de alto voltaje 103. Un material aislante 201 está montado en el devanado de alto voltaje 103 y el primer dispositivo de blindaje eléctrico 120, donde el primer dispositivo de blindaje eléctrico 120 está colocado a una distancia D1 al devanado de alto voltaje 103 que puede ser de entre 15 y 40 mm. El material aislante 201 también está montado en el devanado de bajo voltaje 202 y el segundo dispositivo de blindaje eléctrico 204, donde se facilita una distancia D2 entre el devanado de bajo voltaje 202 y el segundo dispositivo de blindaje eléctrico 204 de aproximadamente 5 a 40 mm. El dispositivo de bobina y blindaje eléctrico 200 proporciona un blindaje de un campo eléctrico generado por el devanado de alto voltaje 103 y por el devanado de bajo voltaje 202 al entorno del devanado de alto voltaje 103 y el devanado de bajo voltaje 202 y un blindaje entre el devanado de alto voltaje 103 y el devanado de bajo voltaje 202. El primer dispositivo de blindaje eléctrico 120 y el segundo dispositivo de blindaje eléctrico 204 incluyen primeros bordes redondeados 206 que no miran a los devanados 103, 202 y segundos bordes redondeados 208 que miran a los devanados 103, 202. Los primeros bordes redondeados 206 pueden tener un radio de 5-20 mm, y en concreto de 10 mm, y los segundos bordes redondeados 208 pueden tener un radio de 2-5 mm, y en concreto de 3 mm. El radio de los primeros bordes redondeados 206 y el radio de los segundos bordes redondeados 208 están adaptados de tal manera que el dispositivo de blindaje eléctrico 120, 204 proporcione un blindaje eléctrico del entorno del devanado 103, 202. Una barrera aislante 301 está colocada entre el devanado de alto voltaje 103 y el devanado de bajo voltaje 202 en una dirección paralela al eje A y está adaptada para parar la avalancha de carga entre el devanado de alto voltaje 103 y el devanado de bajo voltaje 202. El material aislante 201 es por ejemplo una resina epoxi. El devanado de alto voltaje 103 y/o el devanado de bajo voltaje 202 pueden ser un devanado de lámina 103, 202.

La figura 3 representa esquemáticamente una vista en sección transversal del dispositivo de bobina y blindaje eléctrico 200 de la figura 2, con la diferencia de que el devanado de bajo voltaje 202 no está blindado por un segundo dispositivo de blindaje eléctrico. Hay tres barreras aislantes 301 colocadas entre el devanado de alto voltaje 103 y el devanado de bajo voltaje 202 para parar la avalancha de carga entre el devanado de alto voltaje 103 y el devanado de bajo voltaje 202. La sección transversal del material aislante montado 201 del devanado de alto voltaje 103 y el devanado de bajo voltaje 202 incluye bordes redondeados 401. El radio de los bordes redondeados 401 puede tener el mismo tamaño que un radio de los primeros bordes redondeados 206 de la figura 2, si se combinan los ejemplos para una mejor comprensión de la figura 2 y la figura 4.

La figura 4 representa esquemáticamente una vista en sección transversal del devanado 103, 202 y la disposición de blindaje eléctrico 200 de la figura 2 con la diferencia de que ni el devanado de bajo voltaje 202 ni el devanado de alto voltaje 103 está blindado por un primer dispositivo de blindaje eléctrico o un segundo dispositivo de blindaje eléctrico. La sección transversal del material aislante montado 201 del devanado de alto voltaje 103 y el devanado de bajo voltaje 202 incluye bordes redondeados 401. El radio de los bordes redondeados 401 puede tener el mismo tamaño que un radio de los primeros bordes redondeados 206 de la figura 2, si se combinan los ejemplos para una mejor comprensión de la figura 2 y la figura 4. La figura 4 incluye seis barreras aislantes 301 entre el devanado de alto voltaje 103 y el devanado de bajo voltaje 202 para parar la avalancha de carga entre el devanado de alto voltaje 103 y el devanado de bajo voltaje 202.

La figura 5 representa esquemáticamente una vista en sección transversal de un dispositivo de blindaje eléctrico 120, 204, que puede tener una forma de aro abierto. La sección transversal del dispositivo de blindaje eléctrico 120, 204 es una sección transversal de barra rectangular con primeros bordes redondeados 206 con un radio de 10 mm y segundos bordes redondeados 208 de un radio de 3 mm y un grosor T1, T2 de aproximadamente 15 mm. El dispositivo de blindaje eléctrico 120, 204 puede ser un primer dispositivo de blindaje eléctrico 120 o un segundo dispositivo de blindaje eléctrico 204, o ambos. Los primeros bordes redondeados 206 pueden tener un radio de 5-10 mm, y los segundos bordes redondeados 208 pueden tener un radio de 2-5 mm. El dispositivo de blindaje eléctrico puede tener una sección transversal de un alambre redondeado con radios de 3-5 mm o una sección transversal seleccionada del grupo de secciones transversales poligonales con bordes redondeados 206, 208, según otras realizaciones de la invención (parcialmente representadas en la figura 5).

La figura 6 representa esquemáticamente una vista del dispositivo de bobina y blindaje eléctrico 200 para el transformador 101 de la figura 1 con un segundo dispositivo de blindaje eléctrico 112 que está colocado en el yugo 109 entre el yugo 109 y un devanado 103 del transformador 101 y está adaptado para blindar el yugo 109 contra un campo eléctrico del devanado 103. Un elemento de blindaje eléctrico 100 está colocado en la abrazadera 102 entre la abrazadera 102 y el devanado 103 del transformador 101 y está adaptado para blindar la abrazadera 102 contra un campo eléctrico del devanado 103.

El yugo 109, 124, 126 conecta miembros 13. El segundo dispositivo de blindaje eléctrico 112 está colocado en el yugo 109, 124, 126 cubriendo el yugo 109 entre el yugo 109 y un devanado 103 del transformador 101. El segundo dispositivo de blindaje eléctrico 112 está adaptado para blindar el yugo 109, 124, 126 contra un campo eléctrico del devanado 103.

El segundo dispositivo de blindaje eléctrico 112 puede ser una cubierta redondeada o un blindaje electrostático colocado sobre el yugo 109, 124, 126 en una zona que mira al devanado 103 del transformador 101 y está adaptado para blindar los bordes afilados del yugo 109, 124, 126 y así alisar el campo eléctrico del transformador 101. El segundo dispositivo de blindaje eléctrico 112 puede estar cubierto con una película de aislamiento.

El segundo dispositivo de blindaje eléctrico 112 puede estar adaptado para blindar el yugo 109, 124, 126 contra un devanado 103 del transformador 101, cuando la disposición está montada en el transformador 101, alisando así un campo eléctrico entre los devanados 103 y el yugo 109, 124, 126 del transformador 101.

El segundo dispositivo de blindaje eléctrico 112 puede tener una forma cilíndrica o de capa oval o una forma correspondiente a la forma del yugo 109, 124, 126 de tal manera que el yugo 109, 124, 126 esté cubierto por el segundo dispositivo de blindaje eléctrico 112. El segundo dispositivo de blindaje eléctrico 112 también puede incluir una forma de capa adaptada para evitar bordes afilados.

El segundo dispositivo de blindaje eléctrico 112 puede tener un material conductor y puede ser una pieza rectangular fina de aluminio o cobre o su mezcla o puede tener un material semiconductor, y puede estar conectado a tierra por un dispositivo de conexión a tierra 114.

El dispositivo de conexión a tierra 114 está adaptado para conectar el segundo dispositivo de blindaje eléctrico 112 a potencial de tierra.

El segundo dispositivo de blindaje eléctrico 112 puede incluir una película aislante que cubra el segundo dispositivo de blindaje eléctrico 112 con el fin de evitar un corto circuito entre las chapas de acero del yugo que daría lugar a pérdidas más altas del miembro 113.

La cubierta con un material aislante o película del segundo dispositivo de blindaje eléctrico 112 puede aumentar el campo eléctrico que el segundo dispositivo de blindaje eléctrico 112 puede resistir sin desarrollo de descarga. La película aislante puede ser una película aislante semitransparente.

El segundo dispositivo de blindaje eléctrico 112 puede incluir una primera parte de elemento de blindaje eléctrico y una segunda parte de elemento de blindaje eléctrico que están separadas una de otra, lo que significa que el segundo dispositivo de blindaje eléctrico 112 se puede separar en varias partes.

El transformador 101 está adaptado para blindar eléctricamente los devanados 103, que pueden ser devanados de alto voltaje o de bajo voltaje 103, desde el yugo 109, 124, 126.

El transformador 101 de la figura 6 es aplicable a un nivel de 72,5 kV y a un nivel superior a un nivel de 72,5 kV.

La abrazadera 102, 130, 132 está montada en el yugo 109, 124, 126, y estabiliza el yugo 109, 124, 126 del transformador 101, y un elemento de blindaje eléctrico 100, 140, 142 está colocado en la abrazadera 102, 130, 132 entre el yugo 109, 124, 126 y un devanado 103 del transformador 101. El elemento de blindaje eléctrico 100, 140, 142 está adaptado para blindar la abrazadera 102, 130, 132 contra un campo eléctrico del devanado 103. La abrazadera 102, 130, 132 está adaptada para sujetar conjuntamente o fijar mecánicamente el yugo 109, 124, 126 del transformador 101. El yugo 109, 124, 126 conecta al menos dos miembros 113 del transformador 101. El elemento de blindaje eléctrico 100, 140, 142 puede incluir bordes redondeados 105, 106.

El elemento de blindaje eléctrico 100, 140, 142 puede sobresalir sobre los bordes 104 de la abrazadera.

El transformador 101 incluye al menos dos miembros 113, en concreto tres miembros 113, incluyendo cada uno un primer extremo de miembro 120 y un segundo extremo de miembro 122. Un devanado 103 está colocado alrededor de al menos uno de los al menos dos miembros 113, en concreto un devanado 103 está colocado en tres miembros 113. Un primer yugo 109, 124 conecta los tres miembros 113 en los extremos de primer miembro 120. Un segundo yugo 109, 126 conecta los tres miembros 113 en los extremos de segundo miembro 122. Primeras abrazaderas 102, 130 están montadas en el primer yugo 109, 124 para estabilizar el primer yugo 109, 124, y segundas abrazaderas 102, 132 están montadas en el segundo yugo 109, 124 para estabilizar el segundo yugo 109, 126. Unos primeros elementos de blindaje eléctrico 100, 140 están colocados en las primeras abrazaderas 102, 130 entre el primer yugo 109, 126 y tres devanados 103 cada uno de los devanados 103 colocado alrededor de cada uno de los tres miembros 113. Segundos elementos de blindaje eléctrico 100, 142 están colocados en las segundas abrazaderas 102, 132 entre el segundo yugo 109, 126 y los tres devanados 103.

Primeros bordes redondeados 105 están colocados en un lado longitudinal 150 de la abrazadera 102, 130, 132 mirando a los devanados 103 del transformador 101, donde los devanados 103 pueden ser devanados de alto voltaje u o de bajo voltaje. El lado longitudinal 150 puede ser horizontal, y paralelo al yugo 113 del miembro 109, 124, 126 de conexión lateral y perpendicular a los miembros 113 como se ha indicado en la figura 1. Los primeros bordes redondeados 105 pueden colocados en bordes de la abrazadera 104 que pueden ser bordes de abrazadera

metálicos 104 relacionados con la abrazadera 102, 130, 132.

El elemento de blindaje eléctrico 100, 140, 142 actúa como un blindaje electrostático para blindar los bordes de abrazadera afilados 104 propiamente dichos y todos los otros bordes de abrazadera metálicos 104 relacionados con la abrazadera 102, 130, 132, alisando así el campo eléctrico del transformador 101.

Segundos bordes redondeados 106 están colocados en el primer extremo 107 y en el segundo extremo 108 del elemento de blindaje eléctrico 100, 140, 142 en un lado transversal 152 de la abrazadera 102, 130, 132. El lado transversal 152 puede ser horizontal, perpendicular al lado longitudinal 150 y a un lado vertical paralelo a los miembros 113.

Los primeros o los segundos bordes redondeados 105, 106 pueden tener un radio de 5-45 mm, en concreto de 30 mm.

Los primeros bordes redondeados 105 tienen un radio diferente en una primera región 110 en un yugo 109, 109, 124, 126 del transformador 101, después en una segunda región 111 que no está en el yugo 109, 124, 126. El elemento de blindaje eléctrico 100, 140, 142 se puede poner a tierra conectándolo a la abrazadera 102, 130, 132, por ejemplo soldándolo a la abrazadera 102, 130, 132.

Los primeros bordes redondeados 105 pueden tener una longitud de $1/8$ de una circunferencia de una esfera definida por el radio de los primeros bordes redondeados 105 o en otros términos los primeros bordes redondeados 105 pueden tener una longitud de $1/8$ de una esfera.

El elemento de blindaje eléctrico 100, 140, 142 está colocado en todas las abrazaderas 102, 130, 132 del transformador 101, donde el transformador 101 está adaptado para blindar eléctricamente los devanados 103 que pueden ser devanados de alto voltaje 103 o devanados de bajo voltaje 103, o ambos, a la abrazadera 102, 130, 132. El transformador 101 puede ser un transformador de tipo seco 101.

Las realizaciones y los ejemplos para una mejor comprensión de las figuras 1 a 6 de la invención se pueden combinar entre sí. En todas las realizaciones o combinaciones de realizaciones y los ejemplos para una mejor comprensión de las figuras 1 a 6 de la invención, el dispositivo de blindaje eléctrico 120, 204 puede estar conectado eléctricamente al devanado 103, 202, la distancia D1, D2 entre el devanado 103, 202 y el dispositivo de blindaje eléctrico 120, 204 puede ser de entre 5 y 40 mm, los primeros bordes redondeados 206 pueden tener un radio de 5 a 20 mm, los segundos bordes redondeados 208 pueden tener un radio de 2 a 5 mm, el dispositivo de blindaje eléctrico 120, 204 puede tener una forma de aro abierto o una forma anular, el dispositivo de blindaje eléctrico 120, 204 puede incluir un bastidor de material no conductor cubierto por una capa de material conductor, la sección transversal del dispositivo de blindaje 102, 204 se puede seleccionar del grupo de secciones transversales poligonales con bordes redondeados 206, 208, y la sección transversal del material aislante montado puede incluir bordes redondeados 401.

La figura 7 representa esquemáticamente un diagrama de flujo de un método 700 de fabricar una disposición de bobina y blindaje eléctrico para un transformador. El método 700 incluye los pasos de enrollar un devanado del transformador alrededor de un eje longitudinal A del transformador formando la bobina que puede ser una bobina de forma cilíndrica 701, disponer un dispositivo de blindaje eléctrico a una distancia al devanado en un extremo axial del devanado perpendicular al eje longitudinal y paralelo a la superficie superior de la bobina de tal manera que el dispositivo de blindaje eléctrico cubra el área en sección transversal del devanado perpendicular al eje longitudinal 702, montar un material aislante en el devanado y en el dispositivo de blindaje eléctrico proporcionando la distancia entre el devanado y el dispositivo de blindaje eléctrico a lo largo del eje longitudinal 703.

Aunque la invención se ha ilustrado y descrito en detalle en los dibujos y la descripción anterior, tal ilustración y descripción se han de considerar ilustrativas o ejemplares y no restringidas; la invención no se limita a las realizaciones descritas.

Otras variantes de las realizaciones descritas se pueden entender y llevar a la práctica por los expertos en la técnica y poniendo en práctica la invención reivindicada, a partir de un estudio de los dibujos, la descripción y las reivindicaciones anexas.

En las reivindicaciones, la palabra "incluyendo" no excluye otros elementos o pasos, y el artículo indefinido "un/uno" o "una" no excluye una pluralidad. Una sola disposición de bobina y blindaje eléctrico, o una disposición de un solo yugo y abrazadera y dispositivo de blindaje eléctrico, o un solo transformador, un solo yugo o abrazadera, o un solo dispositivo de blindaje eléctrico pueden cumplir la función de varios elementos expuestos en las reivindicaciones. El mero hecho de que se expongan ciertas medidas en reivindicaciones dependientes mutuamente diferentes no indica que no se pueda usar con ventaja una combinación de estas medidas. Los signos de referencia en las reivindicaciones no deberán ser interpretados como limitación del alcance.

Lista de símbolos de referencia

	100: elemento de blindaje eléctrico
	101: transformador
5	102: abrazadera
	103: devanado, devanado de alto voltaje
	104: borde(s) de abrazadera
10	105: bordes redondeados, primeros bordes redondeados
	106: segundos bordes redondeados
15	107: primer extremo (del elemento de blindaje eléctrico)
	108: segundo extremo (del elemento de blindaje eléctrico)
	109: yugo
20	110: primera región (en el yugo)
	111: segunda región (que no está en el yugo)
25	112: segundo dispositivo de blindaje eléctrico
	113: miembro(s)
	114: dispositivo de conexión a tierra
30	120: dispositivo de blindaje eléctrico, primer dispositivo de blindaje eléctrico
	121: extremo(s) de primer miembro
35	122: extremo(s) de segundo miembro
	124: primer yugo
	126: segundo yugo
40	130: primera(s) abrazadera(s)
	132: segundas abrazadera(s)
45	140: primer(os) elemento(s) de blindaje eléctrico
	142: segundo(s) elemento(s) de blindaje eléctrico
	150: lado longitudinal (de la abrazadera)
50	152: lado transversal (de la abrazadera)
	200: disposición de bobina y blindaje eléctrico, disposición
55	201: material aislante, material aislante montado
	202: devanado, devanado de bajo voltaje
	204: dispositivo de blindaje eléctrico, segundo dispositivo de blindaje eléctrico
60	206: primer(os) borde(s) redondeado(s)
	208: segundo(s) borde(s) redondeado(s)
65	301: barrera(s) aislante(s)

401: bordes redondeados (de material aislante montado)

REIVINDICACIONES

1. Una disposición de bobina y blindaje eléctrico (200) para un transformador de tipo seco (101), comprendiendo el dispositivo de blindaje eléctrico (200):

un devanado (103, 202) enrollado alrededor de un eje longitudinal (A) del transformador (101) formando la bobina;

un dispositivo de blindaje eléctrico (120, 204) colocado a una distancia (D1, D2) al devanado (103, 202) en un extremo axial (116, 118) del devanado (103, 202) perpendicular al eje longitudinal (A) y paralelo a la superficie superior de la bobina de tal manera que el dispositivo de blindaje eléctrico (120, 204) cubra el área en sección transversal del devanado (103, 202) perpendicular al eje longitudinal (A), un material aislante (201) montado en el devanado (103, 202) y al dispositivo de blindaje eléctrico (120, 204) proporcionando la distancia (D1, D2) entre el devanado (103, 202) y el dispositivo de blindaje eléctrico (120, 204) a lo largo del eje longitudinal (A) de tal manera que un entorno del devanado (103, 202) esté blindado contra el campo eléctrico del devanado (103, 202), y el devanado (103, 202) y el dispositivo de blindaje eléctrico (120, 204) están fundidos en un bloque de dicho material aislante (201) que aísla el dispositivo de blindaje eléctrico (120, 204) del campo eléctrico del devanado (103, 202) proporcionando por ello la distancia (D1, D2) entre el devanado (103, 202) y el dispositivo de blindaje eléctrico (120, 204),

caracterizado porque

el bloque fundido comprende bordes redondeados (401) cerca del dispositivo de blindaje eléctrico (120, 204) con radios correspondientes a los radios de los primeros bordes redondeados (206) del dispositivo de blindaje eléctrico (120, 204), que no miran al devanado (103, 204)

y

el campo eléctrico generado por los devanados es alisado por una combinación del dispositivo de blindaje eléctrico (120, 204) con los primeros bordes redondeados (206) y los bordes redondeados (401) del bloque fundido cerca de los primeros bordes redondeados (206).

2. La disposición (200) de la reivindicación 1, donde el dispositivo de blindaje eléctrico (120, 204) comprende:

segundos bordes redondeados (208) que miran al devanado (103, 202);
donde el radio de los primeros bordes redondeados (206) y el radio de los segundos bordes redondeados (208) están adaptados de tal manera que el dispositivo de blindaje eléctrico (120, 204) proporcione un blindaje eléctrico del entorno del devanado (103, 202).

3. La disposición (200) de la reivindicación 2,
donde los primeros bordes redondeados (206) tienen un radio de 5 a 20 mm, en particular 10 mm; y
donde los segundos bordes redondeados (208) tienen un radio de 2 a 5 mm, en particular 3 mm.

4. La disposición (200) de cualquiera de las reivindicaciones precedentes,
donde el dispositivo de blindaje eléctrico (120, 204) está conectado eléctricamente al devanado (103, 202).

5. La disposición (200) de cualquiera de las reivindicaciones precedentes,
donde la distancia (D1, D2) entre el devanado (103, 202) y el dispositivo de blindaje eléctrico (120, 204) es de entre 5 y 40 mm.

6. La disposición (200) de cualquiera de las reivindicaciones precedentes,
donde el dispositivo de blindaje eléctrico (120, 204) tiene una forma de aro abierto o una forma anular.

7. La disposición (200) de cualquiera de las reivindicaciones precedentes,
donde los bordes redondeados (401) del bloque fundido cerca del dispositivo de blindaje eléctrico (120, 204) tienen radios de 5 a 15 mm.

8. La disposición (200) de cualquiera de las reivindicaciones precedentes,
donde la sección transversal del dispositivo de blindaje (102, 204) se selecciona a partir del grupo de secciones transversales poligonales con bordes redondeados (206, 208).

9. La disposición (200) de cualquiera de las reivindicaciones precedentes, donde el dispositivo de blindaje (102, 204) incluye un bastidor de material no conductor cubierto por una capa de material conductor.

10. La disposición (200) de cualquiera de las reivindicaciones precedentes,
donde el devanado (103, 202) es un devanado de alto voltaje (103) y/o un devanado de bajo voltaje (202);
donde el dispositivo de blindaje eléctrico (120, 204) cubre el área en sección transversal del devanado de alto voltaje (103) y/o el devanado de bajo voltaje (202) perpendicular al eje longitudinal (A).

11. La disposición (100) de cualquiera de las reivindicaciones precedentes,
donde la sección transversal del material de aislamiento montado (201) incluye bordes redondeados (401).

12. La disposición (200) de la reivindicación 10, que comprende además:

5 un devanado de bajo voltaje (202) con un segundo dispositivo de blindaje (204); y
una barrera aislante (301);
donde la barrera aislante (301) está dispuesta entre el devanado de alto voltaje (103) y el devanado de bajo
voltaje (202) y está adaptada para parar la avalancha de carga entre el devanado de alto voltaje (103) y el
devanado de bajo voltaje (202).

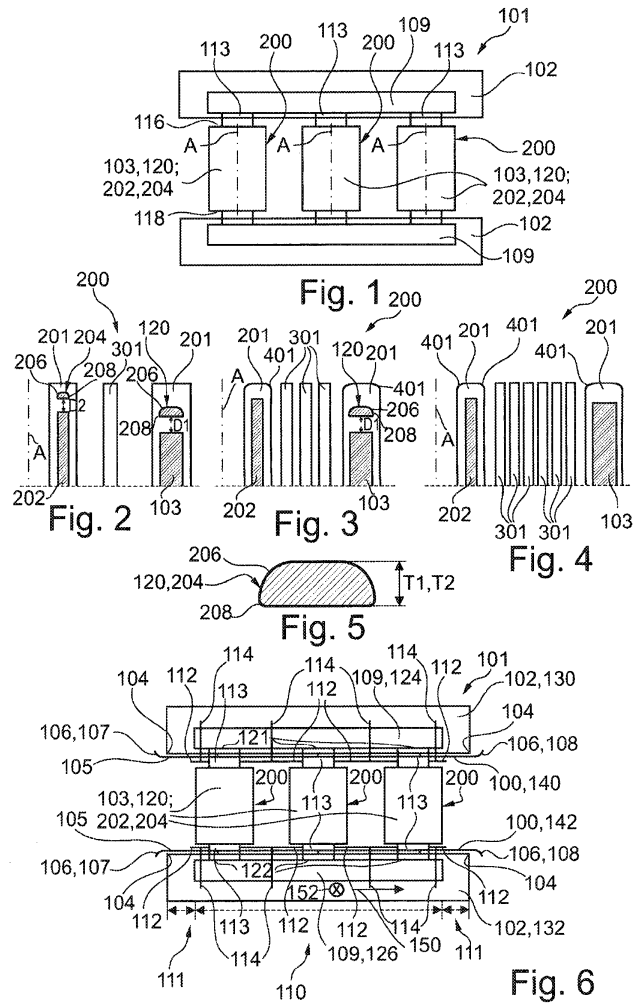
10 13. Un transformador de tipo seco (101) que comprende:

una disposición (200) de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12;
al menos dos miembros (113);
un yugo (109) conectando los al menos dos miembros (113); y
15 una abrazadera (102) montada en el yugo (109) y estabilizando el yugo (109);
donde el devanado (103, 202) está colocado alrededor de al menos uno de los al menos dos miembros (113).

14. El transformador (101) de la reivindicación 13, que comprende además:

20 un segundo dispositivo de blindaje eléctrico (112) que está colocado en el yugo (109) entre el yugo (109) y un
devanado (103) del transformador (101) y está adaptado para blindar el yugo (109) contra un campo eléctrico
del devanado (103); y un elemento de blindaje eléctrico (100) que está colocado en la abrazadera (102) entre
la abrazadera (102) y el devanado (103) del transformador (101) y que está adaptado para blindar la
abrazadera (102) contra un campo eléctrico del devanado (103).

25 15. El transformador (101) de la reivindicación 14, donde
el yugo (109) es un yugo dividido, incluyendo una primera parte de yugo y una segunda parte de yugo, donde el
segundo dispositivo de blindaje eléctrico (112) incluye un primer elemento de blindaje eléctrico (140) colocado en la
primera parte de yugo entre la primera parte de yugo y el devanado del transformador y un segundo elemento de
30 blindaje eléctrico (142) colocado en la segunda parte de yugo entre la segunda parte de yugo y el devanado del
transformador.



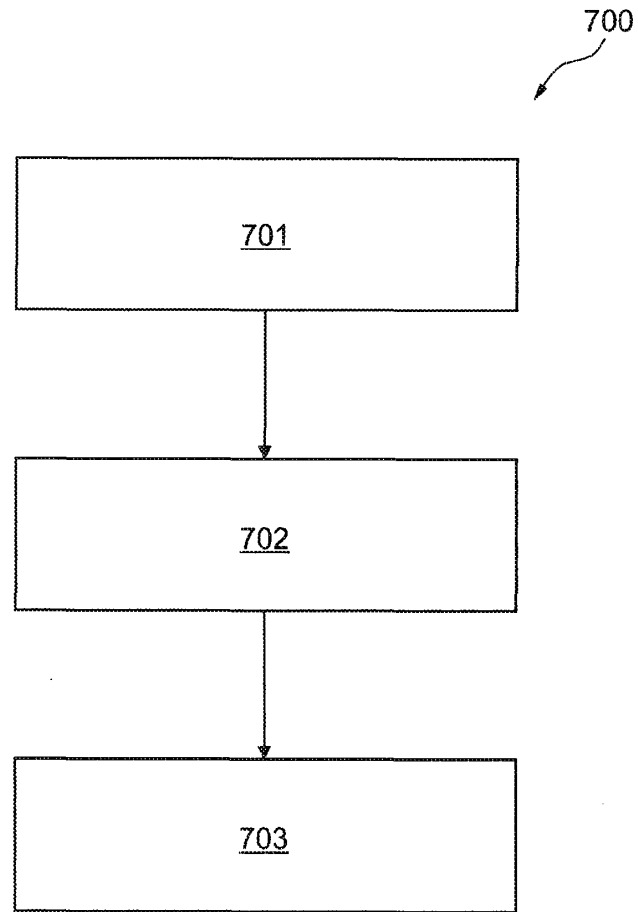


Fig. 7