

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 375 696**

51 Int. Cl.:

H01F 6/06

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **09769046 .5**

96 Fecha de presentación: **09.04.2009**

97 Número de publicación de la solicitud: **2289077**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **02.03.2011**

54 Título: **SISTEMA DE CONDUCTORES PARA UN ELEMENTO CONMUTADOR RESISTIVO CON AL MENOS DOS CONJUNTOS DE CONDUCTORES COMPUESTOS DE CINTAS SUPERCONDUCTORAS.**

30 Prioridad:
23.06.2008 DE 102008029722

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
05.03.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
05.03.2012

73 Titular/es:
**Siemens Aktiengesellschaft
Wittelsbacherplatz 2
80333 München, DE**

72 Inventor/es:
KRÄMER, Hans-Peter

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

ES 2 375 696 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

Sistema de conductores para un elemento conmutador resistivo con, al menos, dos conjuntos de conductores compuestos de cintas superconductoras

5 La presente invención hace referencia a un sistema de conductores para un elemento conmutador resistivo con, al menos, un primer y, al menos, un segundo conjunto de conductores. Los conjuntos de conductores presentan respectivamente dos piezas conductoras que conforman una estructura bifilar y que se extienden paralelamente, que están conformadas respectivamente por, al menos, una cinta superconductora. Un sistema de conductores de esta clase se conoce, por ejemplo, de la patente US 6 275 365 B1.

10 En el caso de las redes eléctricas, se transporta energía eléctrica desde el generador hacia los consumidores. Además, se deben evitar cortocircuitos, dado que pueden conducir a daños irreparables en las instalaciones. Una opción para evitar los cortocircuitos en las redes eléctricas consiste en la utilización de los denominados limitadores de corriente de cortocircuito.

15 Una forma particularmente ventajosa en relación con las propiedades de conmutación y los costes en el funcionamiento, son los limitadores de corriente de cortocircuito superconductores. Durante el funcionamiento, debido a la superconducción, dichos limitadores no presentan o sólo presentan una potencia perdida reducida y se distinguen por su conmutación rápida y reversible. Su principio de funcionamiento se basa en el paso de un sistema de superconducción desde el estado de superconducción al estado de conducción normal, ante la presencia de un cortocircuito. Mediante dicho paso, el sistema de superconducción conectado en serie a la red, conecta muy rápidamente una resistencia en la red que limita el cortocircuito. De esta manera, ante un cortocircuito se protegen la red y las instalaciones conectadas a dicha red. Después de la atenuación de la corriente de cortocircuito, el limitador de corriente de cortocircuito puede retirar nuevamente la resistencia adicional de la red, en tanto que después del enfriamiento por debajo de una temperatura crítica, el sistema de superconducción retorna del estado de conducción normal al estado de superconducción. Mediante el limitador de corriente se puede lograr nuevamente una transferencia de corriente aproximadamente sin pérdidas en la red.

25 Del estado del arte, por ejemplo, de la patente US 6 275 365 B1, se conocen limitadores de corriente de cortocircuito con bobinas superconductoras, enrolladas una al lado de otra de manera bifilar. Una bobina está conformada respectivamente por una cinta conductora que se compone de dos piezas conductoras, y que se encuentra enrollada alrededor de un núcleo de bobina cilíndrico. La cinta conductora se encuentra plegada sobre sí misma, en donde se originan ambas piezas conductoras adyacentes, y cada pieza conductora se encuentra separada eléctricamente mediante una capa aislante en relación con una pieza conductora adyacente. Las bobinas adyacentes se encuentran enrolladas en diferentes posiciones a lo largo del eje del núcleo de bobina cilíndrico. Las bobinas adyacentes se pueden interconectar entre sí paralelamente. Sin embargo, se presentan problemas en relación con la rigidez dieléctrica de las bobinas. La tensión completa presente en una bobina disminuye ante dicha conformación compuesta por ambas vueltas exteriores. En el caso de las tensiones nominales, particularmente mayores a 10 kV, las inductancias, las pérdidas y el espacio necesario resultan considerables, debido a las distancias requeridas entre las piezas conductoras.

40 El objeto de la presente invención consiste en proporcionar un sistema de conductores mejorado para un elemento conmutador resistivo, particularmente un limitador de corriente de cortocircuito con las características mencionadas en la introducción, con una rigidez dieléctrica elevada con una estructura compacta, una inductancia reducida y pérdidas reducidas de campos alternos, en donde se proporciona un acceso óptimo de los medios refrigerantes a las cintas conductoras utilizadas.

El objeto mencionado para el sistema de conductores de un elemento conmutador resistivo se resuelve con las características de la reivindicación 1.

45 El sistema de conductores conforme a la presente invención, para un elemento conmutador resistivo, comprende, al menos, un primer conjunto de conductores y, al menos, un segundo conjunto de conductores, que se compone respectivamente de, al menos, una cinta superconductora. En el sistema de conductores, cada conjunto de conductores presenta dos piezas conductoras que se extienden paralelamente y que conforman una estructura bifilar que se compone, al menos, de una cinta conductora. El, al menos un, primer conjunto de conductores y el, al menos un, segundo conjunto de conductores se conforman en un plano en común y se extienden adyacentes entre sí, aislados recíprocamente conformando un devanado de bobina en común, cuyas vueltas se extienden en gran parte en forma de espiral.

Los acondicionamientos ventajosos del sistema de conductores conforme a la presente invención se deducen de las respectivas reivindicaciones relacionadas asignadas.

5 En una forma de ejecución preferida del sistema de conductores, el espiral se conforma en forma de un espiral de Arquímedes, o logarítmico, o hiperbólico, o un espiral de Fermat. Además, ambas piezas conductoras de un conjunto de conductores, que conforman una estructura bifilar y que se extienden paralelamente, se encuentran conectadas eléctricamente y/o mecánicamente entre sí respectivamente en sus extremos finales y/o en sus extremos iniciales, en donde se conforma, al menos, un punto de unión.

10 En una forma de ejecución particularmente preferida se conforma, al menos, un punto de unión en forma de dos extremos iniciales y/o extremos finales que terminan en punta uno sobre otro. Alternativamente el, al menos un, punto de unión se puede conformar en forma de U, particularmente curvado hacia un lado de la forma de U, y/o la unión se puede conformar en forma de U doble, particularmente en forma de S. También existe la opción de que, al menos, una cinta conductora en, al menos, un punto de unión de un conjunto de conductores, presente una forma parcialmente elíptica, en particular parcialmente circular. También se pueden realizar combinaciones de las formas de los puntos de unión.

15 Una forma de ejecución preferida prevé que, al menos, dos puntos de unión se encuentren dispuestos apilados en un plano en común. Alternativamente, al menos, dos puntos de unión se pueden encontrar dispuestos también en el plano en común sobre la periferia de una elipse, particularmente de un círculo. Además, se prefiere particularmente que los, al menos dos, puntos de unión se encuentren distribuidos de manera uniforme sobre la periferia. Se pueden encontrar dispuestos preferentemente en o próximos al punto central de un espiral.

20 En una forma de ejecución preferida, la cinta superconductora se compone de un material superconductor de alta temperatura. Entre las piezas conductoras adyacentes, particularmente entre las piezas conductoras adyacentes de un conjunto de conductores y entre las piezas conductoras adyacentes de los conjuntos de conductores adyacentes, se conforma un aislamiento. Preferentemente, el aislamiento se conforma, al menos, como un distanciador, particularmente un distanciador que logra una distancia entre las piezas conductoras adyacentes dentro de un margen de 2 a 3 milímetros.

25 Ambas piezas conductoras de un conjunto de conductores se diseñan preferentemente para conducir corriente en sentidos opuestos. Las piezas conductoras adyacentes de los conjuntos de conductores adyacentes se pueden diseñar de manera que también puedan conducir corriente en sentidos opuestos.

30 En una forma de ejecución particularmente preferida del sistema de conductores, el, al menos un, primer conjunto de conductores y el, al menos un, segundo conjunto de conductores se encuentran conectados en paralelo. Alternativamente el, al menos un, primer conjunto de conductores y el, al menos un, segundo conjunto de conductores también se pueden conectar en serie. También se pueden realizar combinaciones de interconexiones de diferentes conjuntos de conductores.

35 Los puntos de unión de las piezas conductoras de los conjuntos de conductores se conectan entre sí preferentemente eléctrica y/o mecánicamente. Además, por conexión se entiende una conexión eléctrica y/o mecánica de las piezas previamente separadas, o una conexión eléctrica y/o mecánica en el caso de las piezas conductoras que se fabrican como una pieza. En el primer caso, que consiste en una conexión de piezas previamente separadas, la unión se puede realizar, por ejemplo, mediante una soldadura directa o una soldadura indirecta.

40 El objeto general de la presente invención consiste en que un sistema de superconducción conectado en serie a la red a proteger, ante la presencia de un cortocircuito, pase del estado de superconducción al estado de conducción normal y que, de esta manera, conecte muy rápidamente una resistencia en la red que limite el cortocircuito. Cuando se realiza la limitación, la tensión nominal prácticamente completa disminuye en el sentido de la corriente, esencialmente de manera lineal a lo largo del sistema de conductores. Además, el sistema debe cumplir con determinados criterios para la cinta conductora, que se garantizan de manera ventajosa con el acondicionamiento conforme a la presente invención del sistema de conductores.

45 Por una parte, la cinta conductora se debe disponer de manera que se genere una inductancia lo más reducida posible, para que el limitador de corriente en el estado normal resulte casi "invisible" para la red. Esto se puede lograr en principio, en tanto que las zonas de los conductores con corrientes opuestas se disponen con distancias entre sí lo más reducidas posible. Como regla empírica se considera que la distancia de los conductores debería ser menor que el ancho de los conductores.

50 Otro criterio para la disposición de la cinta conductora consiste en seleccionar una disposición en la cual las pérdidas de campos alternos generadas sean lo más reducidas posible, también para el limitador de corriente con corrientes nominales de varios kA (kiloamperios). Las pérdidas de campos alternos mayores incrementan las pérdidas totales y, de esta manera, los costes de funcionamiento, y condicionan la utilización de una máquina de refrigeración mayor y, por lo tanto, más costosa. Las pérdidas de campos alternos se producen cuando un flujo magnético se desplaza hacia el interior o hacia el exterior del superconductor. En principio, las pérdidas de campos alternos se pueden

55

mantener reducidas mediante una conexión en paralelo apropiada de conductores individuales con secciones transversales más reducidas, o mediante una disposición en la que el campo magnético que se produce se mantiene reducido, como por ejemplo, en el caso de las corrientes opuestas con distancias lo más reducidas posible. Para lograr dicho efecto, la distancia debe ser notablemente menor que el ancho del conductor.

- 5 La disposición de la cinta conductora debe presentar una conformación lo más compacta posible. Esto se puede lograr esencialmente mediante distancias reducidas entre los conductores en el interior de un elemento conmutador, así como entre los elementos conmutadores también existentes.

Además, la disposición de la cinta conductora permite un acceso óptimo para el medio refrigerante. Generalmente, como medio refrigerante se utiliza nitrógeno líquido. Un acceso óptimo para el medio refrigerante a la cinta conductora permite una refrigeración de retorno rápida después de un proceso de conmutación. Esto se puede lograr mediante el hecho de que la superficie del conductor, exceptuando una capa aislante delgada presente eventualmente, se puede mojar con el medio refrigerante puesto que permanece esencialmente expuesta. En particular, el sistema de conductores no se debe sellar, por ejemplo, con una resina epoxi. Para garantizar una refrigeración de retorno rápida después de un proceso de conmutación, conforme a la presente invención, resulta suficiente una distancia mínima de alrededor de 2 a 3 mm entre las cintas conductoras adyacentes.

Otro criterio para la disposición de la cinta conductora es la rigidez dieléctrica. La rigidez dieléctrica requerida en las pruebas dieléctricas asciende aproximadamente al factor 5 - 10 a través de la tensión presente en un caso de limitación, que corresponde aproximadamente a la tensión nominal de la red. La rigidez dieléctrica es particularmente importante para la utilización en la técnica de alta tensión, y se logra generalmente mediante distancias mayores, mediante el revestimiento de las superficies con materiales plásticos o mediante un sellado con resina epoxi. Dichos requerimientos para la rigidez dieléctrica resultan contradictorios en relación con los demás requisitos anteriormente mencionados. Se proporciona una optimización entre los criterios mediante la forma de ejecución de la presente invención de un elemento de conmutación resistivo, es decir, del limitador de corriente.

En particular, la disposición de, al menos, un primer y, al menos, un segundo conjunto de conductores, conformado de manera bifilar respectivamente por una cinta superconductora, que se extiende paralelamente en un plano en común en forma de espiral, proporciona una forma de ejecución óptima de acuerdo con los criterios anteriormente mencionados. Además, el aislamiento en forma de, al menos, un distanciador proporciona un acceso óptimo del medio refrigerante y un distanciamiento óptimo de la cinta conductora. La disposición en un plano permite una conformación particularmente compacta. Una interconexión de los conjuntos de conductores, por ejemplo, en paralelo, genera un flujo de corriente opuesto en todas las cintas conductoras adyacentes y, de esta manera, una reducción al mínimo de las pérdidas.

Mediante la conexión en paralelo de una pluralidad de cintas conductoras, se mantiene reducida la longitud de las cintas individuales, incluso en el caso de bobinas con diámetros considerables. De esta manera, también permanece reducida la tensión nominal en cada bobina. Por consiguiente, no resulta necesario aumentar la distancia de las cintas debido a la rigidez dieléctrica, superando la distancia de 2-3 mm ventajosa para los criterios. Mediante la disposición bifilar con distancias reducidas, se minimizan los campos magnéticos generados, hecho que conduce tanto a una inductancia reducida como también a pérdidas de campos alternos reducidas. Cuando se limita la corriente para la baja tensión, dicha disposición resulta también ventajosa, dado que mediante la conexión en paralelo de las cintas, se pueden utilizar bobinas mayores y, de esta manera, se puede mejorar considerablemente el aprovechamiento del espacio.

Mediante las disposiciones conformes a la presente invención de las cintas conductoras, se resuelven problemas en relación con la rigidez dieléctrica, como por ejemplo, los que se producen de acuerdo con el estado del arte en las bobinas planas bifilares o en las bobinas de solenoide conectadas una dentro de otra, dado que entre ambas vueltas exteriores disminuye prácticamente la tensión completa presente en la bobina. La conformación compacta reduce las pérdidas que de acuerdo con el estado del arte se generan en el caso de alta tensión en sistemas con una pluralidad de bobinas reducidas conectadas en serie o, en el caso de corrientes nominales elevadas, también conectadas en paralelo. En el caso de las formas constructivas con todas las bobinas dispuestas axialmente en una hilera, se logra una geometría extendida desfavorable, y en el caso de las bobinas apiladas en paralelo dispuestas una al lado de otra, resulta forzosamente un aprovechamiento desfavorable del espacio en criostatos. Dichos problemas se resuelven en la disposición conforme a la presente invención.

Un diámetro de bobinas aumentado también conduce a un aprovechamiento desfavorable del espacio, a una inductancia más elevada, así como a pérdidas mayores de campos alternos. Mediante un diámetro de bobina aumentado se incrementa la longitud del conductor en cada bobina, y la tensión nominal en cada bobina. Por consiguiente, para garantizar la rigidez dieléctrica se debe incrementar también la distancia entre las cintas. Para las aplicaciones con corrientes elevadas, existen opciones para elevar la corriente crítica para cada cinta, mediante el aumento del ancho del conductor o mediante un sistema de una pluralidad de bobinas conectadas en paralelo con cintas delgadas. Un incremento de la corriente del conductor incrementa sobreproporcionadamente las pérdidas de campos alternos, en tanto que no se puede utilizar una disposición bifilar con una distancia muy reducida entre las

vueltas. La conexión en paralelo de una pluralidad de bobinas con cintas delgadas, desmejora nuevamente el aprovechamiento del espacio. Por el contrario, la disposición conforme a la presente invención de las cintas conductoras permite garantizar un aprovechamiento óptimo del espacio ante pérdidas minimizadas.

5 Las formas de ejecución preferidas de la presente invención, que presentan perfeccionamientos ventajosos de acuerdo con las características de las reivindicaciones relacionadas, se explican en detalle a continuación mediante las figuras, sin embargo, sin presentar limitaciones. Además, en las figuras a las piezas que se corresponden entre sí se asignan respectivamente los mismos símbolos de referencia.

En una representación esquemática se muestran respectivamente:

10 Fig. 1 un sistema de conductores conforme a la presente invención, para un elemento conmutador resistivo con tres conjuntos de conductores,

Fig. 2 un sistema de conductores análogo al de la fig. 1, aunque con seis conjuntos de conductores en lugar de tres,

Fig. 3 un sistema de conductores análogo al de la fig. 1, con puntos de unión en forma de U,

Fig. 4 un sistema de conductores análogo al de la fig. 3, con puntos de unión en forma de U o en forma de S,

Fig. 5 un sistema de conductores análogo al de la fig. 1, con puntos de unión conformados en punta, y

15 Fig. 6 un sistema de conductores análogo al de la fig. 4, con puntos de unión conectados uno dentro de otro.

En la fig. 1 se muestra una representación esquemática de un sistema de conductores 1A conforme a la presente invención, para un elemento conmutador resistivo, que comprende tres conjuntos de conductores, conjunto 10, 20 y 30. Cada conjunto de conductores 10, 20, 30 se compone de, al menos, una cinta superconductora 2. Cada conjunto de conductores 10, 20, 30 presenta dos piezas conductoras 11, 12 ó 21, 22 ó 31, 32 que se extienden paralelamente y que conforman una estructura bifilar, que presentan respectivamente un punto de unión central 15, 25, 35. Los conjuntos de conductores 10, 20, 30 se disponen adyacentes entre sí en un plano en común, y aislados reciprocamente. Los conjuntos de conductores 10, 20, 30 se conforman logrando un devanado de bobina en común, cuyas vueltas se extienden en gran parte en forma de espiral. Los puntos de unión 15, 25, 35 del conjunto de conductores 10, 20, 30 se conforman respectivamente en forma parcialmente circular, y se disponen tangencialmente en el plano de un radio del círculo 71 alrededor del punto central del espiral 70.

Entre ambas piezas conductoras adyacentes 11, 12 ó 21, 22 ó 31, 32 de un conjunto de conductores 10, 20, 30 se encuentran dispuestos respectivamente distanciadores 3 que se utilizan como aisladores eléctricos entre las cintas conductoras 2. En la fig. 1 se representan los distanciadores 3 como líneas onduladas. Su estructura se puede conformar de diferentes maneras, las cintas conductoras 2 se pueden fijar particularmente tanto en un sentido perpendicular al plano de proyección representado, así como en el sentido del plano, es decir, que se pueden fijar relacionadas entre sí. Generalmente, los distanciadores 3 se componen de materiales plásticos como teflón o de otros materiales aislados eléctricamente, estables ante bajas temperaturas. Los distanciadores 3 se conforman con una forma de manera que permitan un acceso óptimo del medio refrigerante a las cintas conductoras 2. Como medio refrigerante se utiliza particularmente nitrógeno líquido, aunque también se pueden utilizar otros medios refrigerantes, como por ejemplo, helio líquido o neón líquido.

Las cintas conductoras 2 pueden estar compuestas de un material superconductor, como por ejemplo, el material superconductor de alta temperatura $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{Ca}_2\text{Cu}_3\text{O}$ (BSCCO (2223)) en una envoltura de plata, o por ejemplo, el óxido de cobre de tierras raras YBCO, dispuesto sobre una banda de acero. Una forma particularmente preferida de una cinta conductora se proporciona mediante una conformación como los denominados conductores Roebel. También se pueden utilizar combinaciones de diferentes materiales superconductores con una temperatura de transición baja (materiales LTS: superconductores de baja temperatura), como por ejemplo, NbTi o Nb_3Sn y/o materiales superconductores de alta temperatura (HTS: superconductores de alta temperatura) en o sobre materiales de conducción normal.

Las cintas conductoras 2 de un conjunto de conductores bifilar 10, 20, 30 pueden estar compuestas de una pieza o de una pluralidad de piezas integradas. En el caso que se utilice una cinta conductora 2 conformada por una única pieza, se conforma un conjunto de conductores 10, 20, 30 mediante pliegues superpuestos de una cinta conductora 2, en donde el punto del pliegue se indica como el punto de unión 15, 25, 35, y une entre sí las piezas conductoras 11, 12 ó 21, 22 ó 31, 32. En el caso de las cintas conductoras 2 integradas, se conforma un conjunto de conductores bifilar 10, 20, 30 mediante pilas superpuestas de dos cintas conductoras 2, en donde un extremo se une mecánicamente y eléctricamente, particularmente por arrastre de forma y, de esta manera, se conectan entre sí respectivamente las piezas conductoras 11, 12 ó 21, 22 ó 31, 32 mecánicamente y eléctricamente. En dicho caso, el punto en el que se unen

las cintas conductoras 2, se indica además como el punto de unión 15, 25, 35. En último caso, la unión se puede realizar, por ejemplo, mediante una soldadura indirecta.

En los extremos de la, al menos una, cinta conductora 2 opuestos a los puntos de unión 15, 25, 35, es decir, en la fig. 1 en el borde exterior del espiral, se encuentran montadas en las piezas conductoras 11, 12, 21, 22, 31, 32 respectivamente conexiones 13, 14, 23, 24, 33, 34 para el contacto eléctrico. A través de las conexiones 13, 14, 23, 24, 33, 34 se pueden establecer un contacto eléctrico de las piezas conductoras 11, 12, 21, 22, 31, 32, particularmente se interconectan entre sí en serie o en paralelo, y se someten a una tensión exterior positiva o negativa.

En el ejemplo de ejecución representado en la fig. 1, las conexiones 13, 14, 23, 24, 33, 34 se encuentran dispuestas de manera uniforme sobre un radio periférico exterior del espiral. Una pieza conductora de un conjunto de conductores se contacta respectivamente con un potencial positivo, y la otra pieza conductora de un conjunto de conductores se contacta respectivamente con un potencial negativo (potencial positivo + o bien, potencial negativo -), en donde las conexiones 13, 14 ó 23, 24 ó 33, 34 de un conjunto de conductores bifilar 10 ó 20 ó 30 se encuentran dispuestas respectivamente adyacentes entre sí sobre el radio periférico. Los conjuntos de conductores se encuentran dispuestos y en contacto eléctrico, de manera que las piezas conductoras directamente adyacentes de los conjuntos de conductores directamente adyacentes, presentan respectivamente los signos opuestos de los potenciales aplicados.

Los tres puntos de unión 15, 25 y 35 de la cinta conductora 2 de los tres conjuntos de conductores 10, 20, 30 en la fig. 1, se conforman respectivamente en forma parcialmente cilíndrica. Dichos puntos se encuentran dispuestos en el interior del espiral, contra un círculo 71 alrededor del punto central 70 del espiral. Contra el círculo 71 significa, en este caso, que la forma circular de los puntos de unión 15, 25, 35 se corta respectivamente con el círculo 71 alrededor del punto central 70, en particular, en un punto exacto.

En la fig. 2 se muestra una representación esquemática de una forma de ejecución alternativa del sistema de conductores 1B conforme a la presente invención. En comparación con el sistema de conductores 1A de la fig. 1, el sistema de conductores 1B de la fig. 2 presenta seis conjuntos de conductores en lugar de tres. La forma y disposición de los conjuntos de conductores 10, 20, 30, 40, 50, 60 con sus respectivas piezas conductoras 11, 12 ó 21, 22 ó 31, 32 ó 41, 42 ó 51, 52 ó 61, 62 y los puntos de unión 15, 25, 35, 45, 55, 65 en la fig. 2, es análoga a la forma y disposición de los conjuntos de conductores 10, 20, 30 con sus respectivas piezas conductoras 11, 12 ó 21, 22 ó 31, 32 y los puntos de unión 15, 25, 35 en la fig. 1, excepto las dimensiones espaciales debido a la cantidad elevada de conjuntos de conductores.

En la fig. 3 se muestra una representación esquemática de otra forma de ejecución alternativa del sistema de conductores 1C conforme a la presente invención. En comparación con el sistema de conductores 1A que se muestra en la fig. 1, el sistema de conductores 1C en la fig. 3 presenta conjuntos de conductores 10, 20, 30 apilados uno dentro de otro, con puntos de unión 15, 25, 35 apilados, dispuestos sobre una línea recta 72. Los distanciadores 3 se encuentran dispuestos entre las cintas conductoras 2. Los puntos de unión 15, 25, 35 se conforman respectivamente en forma de U, en donde la forma de U se encuentra curvada hacia un lado mediante el enrollamiento de las vueltas para obtener un espiral. Otra diferencia de la forma de ejecución conforme a la presente invención representada en la fig. 3, en relación con la forma de ejecución del sistema de conductores 1A conforme a la presente invención en la fig. 1, reside en la disposición de las conexiones 13, 14, 23, 24, 33, 34. Las conexiones en la fig. 3 no se encuentran dispuestas de manera uniforme sobre la periferia del espiral como en la fig. 1, sino que se encuentran apiladas unas sobre otras en un punto de la periferia del espiral en el plano de proyección. La forma de ejecución representada en la fig. 1 presenta una ventaja que consiste en la rigidez dieléctrica mejorada en comparación con la forma de ejecución representada en la fig. 3, dado que las conexiones presentan una distancia de espacio mayor entre sí. En casos particulares, la disposición que se muestra en la figura 3 puede resultar ventajosa, debido a razones en relación con la técnica de contacto.

En la fig. 4 se muestra una representación esquemática de otra forma de ejecución alternativa del sistema de conductores 1D conforme a la presente invención. De manera análoga al sistema de conductores 1C que se muestra en la fig. 3, el sistema de conductores 1D en la fig. 4 presenta conjuntos de conductores 10, 20, 30 apilados uno dentro de otro, con puntos de unión 15, 25, 35 apilados, dispuestos sobre una línea recta 72, que se conforman en forma de U o en forma de S. Los distanciadores 3 se encuentran dispuestos entre las cintas conductoras 2. En comparación con la forma de ejecución que se muestra en la fig. 3, las conexiones 12, 22, 32 de los conjuntos de conductores 10, 20, 30 respectivamente de la primera pieza conductora 11, 21, 31, se encuentran dispuestas apiladas unas sobre otras sobre un lado de la periferia del espiral, a lo largo de una línea recta a través del punto central del espiral en el plano de proyección, mientras que las conexiones 13, 23, 33 respectivamente de la segunda pieza conductora 14, 24, 34 de los conjuntos de conductores 10, 20, 30, se encuentran dispuestas apiladas unas sobre otras sobre el lado opuesto de la periferia del espiral, sobre la misma línea recta. La forma de ejecución de la figura 4 indicada en la presente invención, proporciona una rigidez dieléctrica muy óptima.

- En la figura 5 se muestra una representación esquemática de otra forma de ejecución alternativa del sistema de conductores 1E conforme a la presente invención, con puntos de unión 15, 25, 35 que terminan en punta. De manera análoga al sistema de conductores 1A que se muestra en la fig. 1, en el sistema de conductores 1E de la fig. 5 se realizan puntos de unión 15, 25, 35 de los conjuntos de conductores 10, 20, 30 apilados uno al lado de otro, en lugar de encontrarse apilados uno dentro de otro. La secuencia de la pila de piezas conductoras del ejemplo de ejecución que se muestra en la fig. 5, se considera desde el exterior hacia el interior del espiral 11, 12, 21, 22, 31, 32, con lo cual las piezas conductoras de un conjunto de conductores se disponen respectivamente siempre adyacentes entre sí. En comparación, en las formas de ejecución que se muestran en las figuras 3 y 4, la secuencia de la pila de piezas conductoras se considera desde el exterior hacia el interior del espiral 31, 21, 11, 12, 22, 32. Por consiguiente, en el último caso, los conjuntos de conductores se encuentran apilados uno dentro de otro, es decir, que se interconectan uno dentro de otro, y las piezas conductoras se encuentran siempre dispuestas directamente adyacentes, exclusivamente con piezas conductoras de otro conjunto de conductores, excepto el conjunto de conductores más interior y el más exterior 10 y 30. En la figura 5, los puntos de unión 15, 25, 35 se apilan en el interior del espiral a lo largo del plano de proyección, uno sobre otro a lo largo de una línea curva 72.
- En la figura 6 se representa otro ejemplo de ejecución del sistema de conductores 1F conforme a la presente invención, en el cual los puntos de unión conformados en punta se disponen conectados unos dentro de otros. Por consiguiente, la forma de ejecución representada en la fig. 6 corresponde a la forma de ejecución 1C representada en la fig. 3, excepto la forma de los puntos de unión 15, 25, 35.
- Se puede realizar una combinación de las características individuales de las formas de ejecución 1A a 1F conformes a la presente invención que se muestran en las figuras 1 a 6. En particular, la disposición de las conexiones se puede seleccionar independientemente de la disposición de los puntos de unión.

REIVINDICACIONES

1. Sistema de conductores (1A-1F) para un elemento conmutador resistivo en el que el sistema de conductores presenta, al menos, un primer y, al menos, un segundo conjunto de conductores (10, 20, 30, 40, 50, 60), compuestos respectivamente de, al menos, una cinta superconductora (2), y en dicho sistema de conductores (1A-1F) cada conjunto de conductores (10, 20, 30, 40, 50, 60) presenta dos piezas conductoras (11, 12, 21, 22, 31, 32, 41, 42, 51, 52, 61, 62) que conforman una estructura bifilar y que se extienden paralelamente, compuestas de, al menos, una cinta conductora (2), y el, al menos un, primer y el, al menos un, segundo conjunto de conductores (10, 20, 30, 40, 50, 60) se conforman en un plano en común y se extienden adyacentes entre sí, aislados recíprocamente conformando un devanado de bobina en común, cuyas vueltas se extienden en gran parte en forma de espiral, en donde entre las piezas conductoras adyacentes entre sí, se conforma un aislamiento en forma, al menos, de distanciador.
2. Sistema de conductores (1A-1F) de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado porque** la forma de espiral consiste en un espiral de Arquímedes, o logarítmico, o hiperbólico, o un espiral de Fermat.
3. Sistema de conductores (1A-1F) de acuerdo con la reivindicación 1 ó 2, **caracterizado porque** ambas piezas conductoras (11, 12, 21, 22, 31, 32, 41, 42, 51, 52, 61, 62) que conforman una estructura bifilar, que se extienden paralelamente, de un conjunto de conductores (10, 20, 30, 40, 50, 60), se encuentran conectadas eléctricamente y/o mecánicamente entre sí respectivamente en sus extremos finales y/o en sus extremos iniciales, en donde se conforma, al menos, un punto de unión (15, 25, 35, 45, 55, 65).
4. Sistema de conductores (1E, 1F) de acuerdo con la reivindicación 3, **caracterizado porque**, al menos, un punto de unión (15, 25, 35, 45, 55, 65) de un conjunto de conductores (10, 20, 30, 40, 50, 60) se conforma en forma de dos extremos iniciales y/o extremos finales de las piezas conductoras (11, 12, 21, 22, 31, 32, 41, 42, 51, 52, 61, 62) que terminan en punta uno sobre otro.
5. Sistema de conductores (1A, 1D) de acuerdo con la reivindicación 3, **caracterizado porque**, al menos, un punto de unión (15, 25, 35, 45, 55, 65) de un conjunto de conductores (10, 20, 30, 40, 50, 60) se conforma en forma de U, particularmente curvado hacia un lado de la forma de U, y/o porque el punto de unión (15, 25, 35, 45, 55, 65) se conforma en forma de U doble, particularmente en forma de S.
6. Sistema de conductores (1A-1D) de acuerdo con la reivindicación 3, **caracterizado porque** la, al menos una, cinta conductora (2) en, al menos, un punto de unión (15, 25, 35, 45, 55, 65) de un conjunto de conductores (10, 20, 30, 40, 50, 60), presenta una forma parcialmente elíptica, en particular parcialmente circular.
7. Sistema de conductores (1A-1F) de acuerdo con una de las reivindicaciones 3 a 6, **caracterizado porque**, al menos, dos puntos de unión (15, 25, 35, 45, 55, 65) se encuentran dispuestos apilados en un plano en común.
8. Sistema de conductores (1A, 1B) de acuerdo con una de las reivindicaciones 3 a 6, **caracterizado porque**, al menos, dos puntos de unión (15, 25, 35, 45, 55, 65) se encuentran dispuestos en el plano en común sobre la periferia de una elipse, particularmente de un círculo.
9. Sistema de conductores (1A, 1B) de acuerdo con la reivindicación 8, **caracterizado porque** los, al menos dos, puntos de unión (15, 25, 35, 45, 55, 65) se encuentran distribuidos de manera uniforme sobre la periferia.
10. Sistema de conductores (1A-1F) de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado porque** los, al menos dos, puntos de unión (15, 25, 35, 45, 55, 65) se encuentran dispuestos en el punto central de un espiral o próximos a dicho punto.
11. Sistema de conductores (1A-1F) de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado porque** la cinta superconductora (2) se compone de un material superconductor de alta temperatura.
12. Sistema de conductores (1A-1F) de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado porque** entre las piezas conductoras adyacentes (11, 12, 21, 22, 31, 32, 41, 42, 51, 52, 61, 62) de un conjunto de conductores (10, 20, 30, 40, 50, 60) y entre las piezas conductoras adyacentes (11, 12, 21, 22, 31, 32, 41, 42, 51, 52, 61, 62) de los conjuntos de conductores adyacentes (10, 20, 30, 40, 50, 60), se conforma el aislamiento, al menos, como un distanciador (3), particularmente un distanciador (3) que conforma una distancia entre las piezas conductoras adyacentes (11, 12, 21, 22, 31, 32, 41, 42, 51, 52, 61, 62) dentro de un margen de 2 a 3 milímetros.
13. Sistema de conductores (1A-1F) de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado porque** ambas piezas conductoras (11, 12, 21, 22, 31, 32, 41, 42, 51, 52, 61, 62) de un conjunto de conductores (10, 20, 30, 40, 50, 60) están diseñadas para conducir corriente en sentidos opuestos, y porque las piezas conductoras

adyacentes (11, 12, 21, 22, 31, 32, 41, 42, 51, 52, 61, 62) de los conjuntos de conductores adyacentes (10, 20, 30, 40, 50, 60) están diseñadas para conducir corriente en sentidos opuestos.

5 14. Sistema de conductores (1A-1F) de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado porque** el, al menos un, primer conjunto de conductores y el, al menos un, segundo conjunto de conductores (10, 20, 30, 40, 50, 60) se encuentran conectados en serie.

15. Sistema de conductores (1A-1F) de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 13, **caracterizado porque** el, al menos un, primer conjunto de conductores y el, al menos un, segundo conjunto de conductores (10, 20, 30, 40, 50, 60) se encuentran conectados en paralelo.

10 16. Sistema de conductores (1A-1F) de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado porque** los puntos de unión (15, 25, 35, 45, 55, 65) de las piezas conductoras (11, 12, 21, 22, 31, 32, 41, 42, 51, 52, 61, 62) del, al menos un, primer conjunto de conductores y del, al menos un, segundo conjunto de conductores (10, 20, 30, 40, 50, 60) se encuentran unidos entre sí eléctricamente y/o mecánicamente.

FIG 2

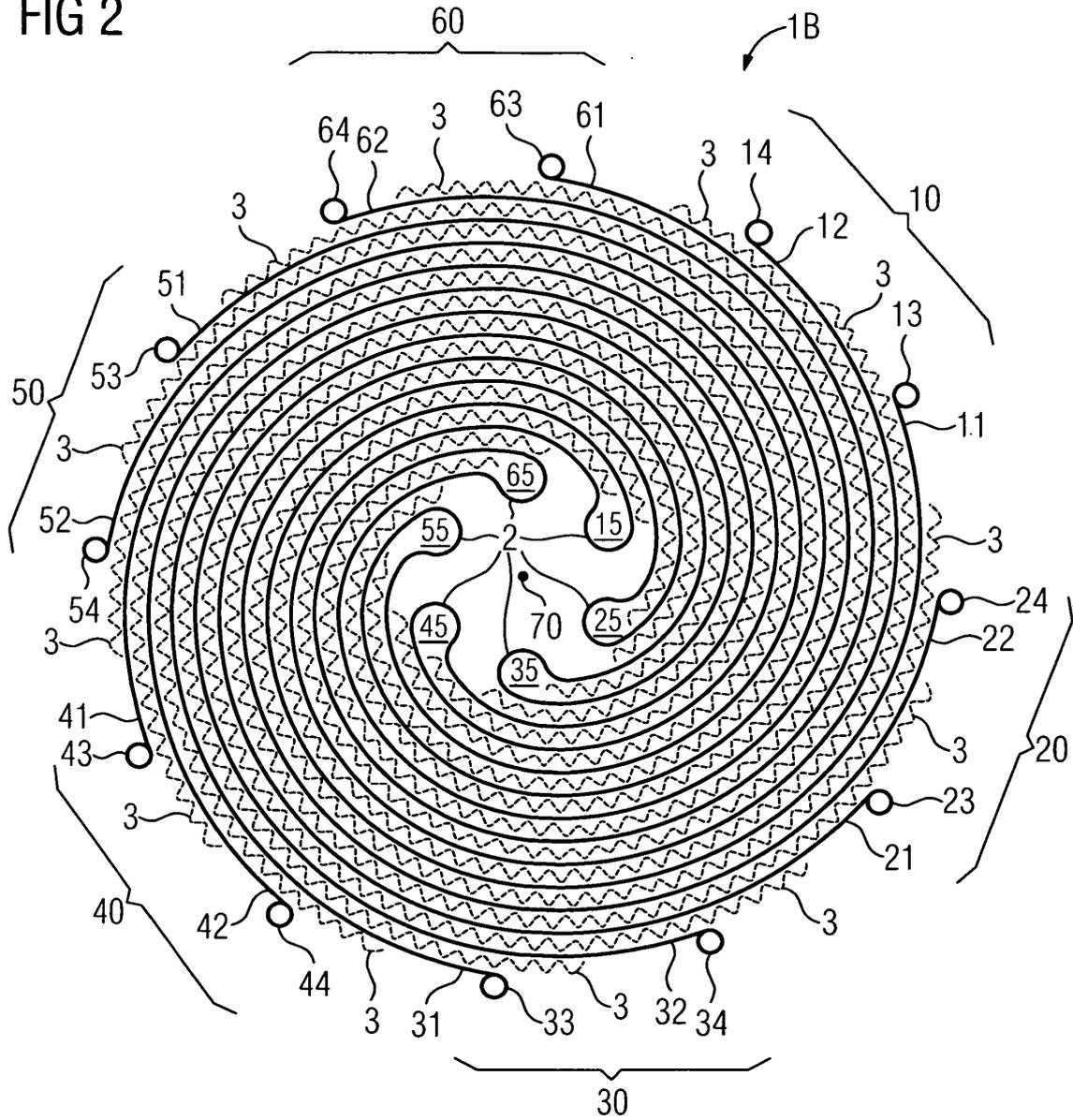


FIG 4

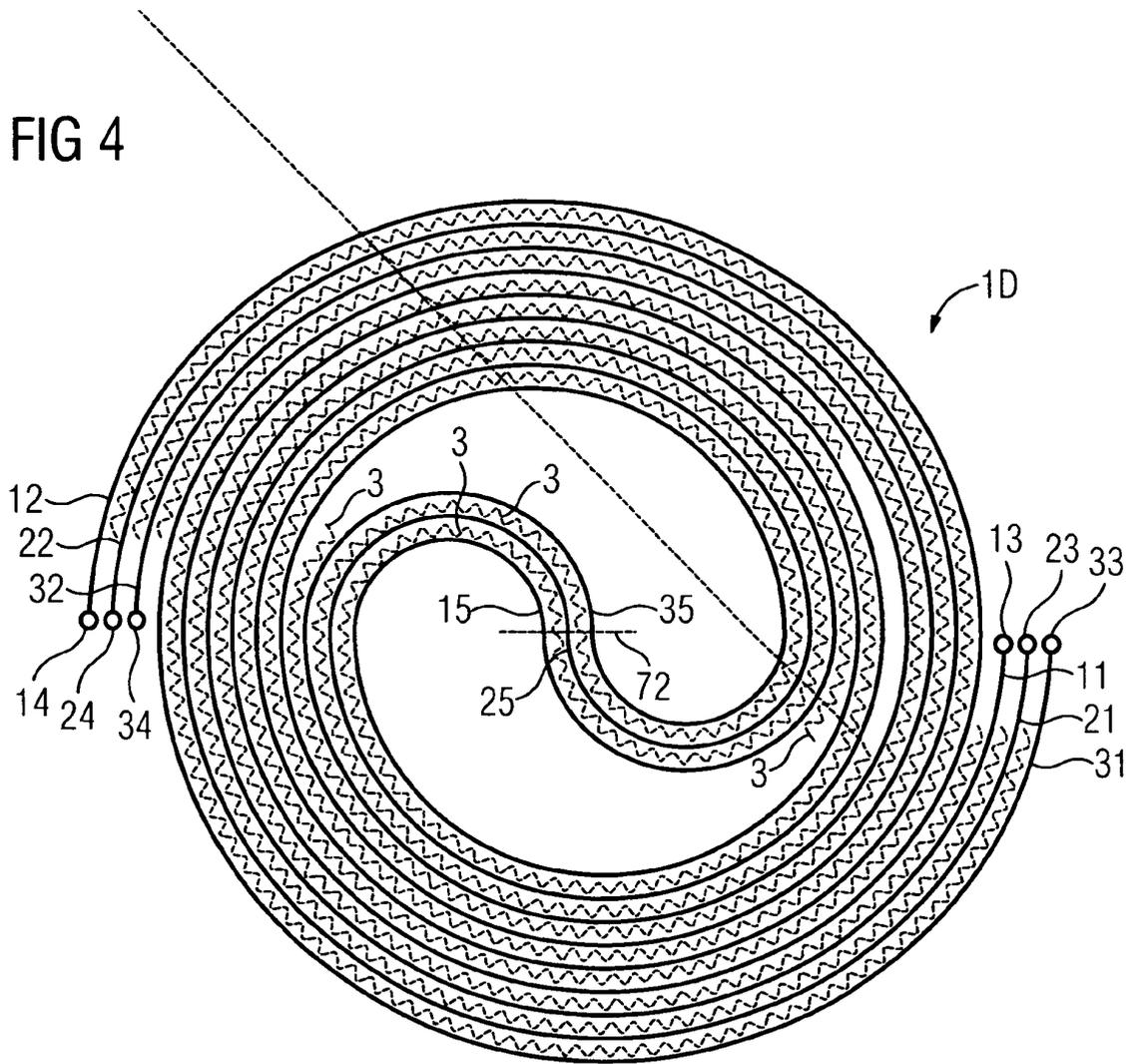


FIG 5

