

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 380 559**

51 Int. Cl.:

H01F 6/04 (2006.01)

H01F 6/00 (2006.01)

H01F 6/06 (2006.01)

H01L 39/16 (2006.01)

H01B 12/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **09290031 .5**

96 Fecha de presentación: **15.01.2009**

97 Número de publicación de la solicitud: **2209129**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **21.07.2010**

54 Título: **Disposición de limitación de la corriente**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
16.05.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
16.05.2012

73 Titular/es:
NEXANS
8, rue du Général Foy
75008 PARIS, FR

72 Inventor/es:
Soika, Rainer y
Stemmler, Mark

74 Agente/Representante:
de Elzaburu Márquez, Alberto

ES 2 380 559 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

Disposición de limitación de la corriente.

El invento se refiere a una disposición de limitación de la corriente con un cable superconductor dispuesto en un criostato, que posee una pared exterior, que se compone de dos tubos metálicos dispuestos concéntricamente entre sí entre los que se crea un aislamiento por vacío y que rodea un espacio libre para el paso de un medio de enfriamiento en el que está dispuestos el cable superconductor. (documento EP 1 681 731 A1).

Un cable superconductor posee en la técnica actual conductores eléctricos de un material compuesto, que contiene material cerámico, que con temperaturas suficientemente bajas suministra el estado de superconducción. La resistencia eléctrica en corriente continua de un cable configurado correspondientemente es cero con un enfriamiento suficiente, siempre que no se rebase una intensidad determinada de la corriente, es decir la intensidad de corriente crítica. Los materiales cerámicos apropiados son por ejemplo YBCO (óxido de itrio-bario-cobre) o BSCCO (óxido de bismuto-estroncio-calcio-cobre). Las temperaturas suficientemente bajas para llevar un material de esta clase al estado superconductor se hallan por ejemplo entre 67 K y 110 K. Los medios de enfriamiento adecuados son por ejemplo nitrógeno, helio, neón e hidrógeno o mezclas de ellos.

Una disposición de limitación de la corriente como la que se describe más arriba puede ser insertada en un tramo cualquiera de cable o también en un cuadro de conexión como elemento de transmisión, con, respectivamente en la que se transmiten corrientes más o menos altas. Debe evitar, que en el caso de un cortocircuito en el tramo de transmisión se produzcan daños esenciales del mismo. Debido al aumento esencial de la impedancia de la disposición, que tiene lugar en el caso de un cortocircuito, se activa un mecanismo con el que se separa el tramo de transmisión de la fuente de la corriente de alimentación. El tramo de transmisión puede ser conectado nuevamente después de eliminar la causa del cortocircuito sin que sea necesaria una modificación de la disposición de limitación de la corriente.

Las disposiciones de limitación de la corriente por medio de la utilización de un material superconductor también son conocidas a través de los documentos, que se citan a continuación.

La disposición descrita en el documento US 5 140 290 se compone de una bobina de cobre devanada sobre un cilindro hueco de material superconductor. En el cilindro hueco se aloja un núcleo de un material magnético dulce, por ejemplo hierro.

El documento DE 44 18 050 A1 describe un superconductor de alta temperatura, que puede ser utilizado como limitador inductivo de la corriente. El superconductor de alta temperatura con forma cilíndrica hueca rodea un núcleo magnético dulce. Está rodeado por un refrigerador con un recipiente de vacío, que se halla en el interior de una bobina de reactancia.

El limitador superconductor de corriente según el documento EP 0 620 630 A1 posee un refrigerador de doble pared lleno con nitrógeno, que en su interior cilíndrico contiene un núcleo magnético dulce. En el líquido de enfriamiento del refrigerador se halla un cuerpo superconductor cilíndrico hueco. Forma un apantallamiento del núcleo frente al campo magnético de la bobina devanada exteriormente sobre el refrigerador.

El documento EP 1 681 731 A1 mencionado más arriba describe un componente superconductor para la limitación de corriente. Se compone de un soporte cilíndrico de material superconductor sobre el que se devana un conductor superconductor. En paralelo con él es conecta un conductor normal. Varios de estos componentes se conectan eléctricamente en serie para crear un limitador de corriente.

El invento se base en el problema de simplificar la disposición descrita más arriba.

Este problema se soluciona según el invento por el hecho de que:-

- El criostato posee una pared interior, que rodea una cavidad hueca cilíndrica, que se compone a su vez de dos tubos metálicos dispuestos concéntricamente entre sí entre los que se crea un aislamiento por vacío y que se halla en el interior de la pared exterior y está separada de ella por el espacio libre,

- el cable superconductor construido como cable con dieléctrico frío, que posee un alma superconductora, un dieléctrico, que lo rodea y una pantalla superconductora dispuesta sobre él, es devanado con forma de espiral sobre la pared interior y,

- en la cavidad cilíndrica se dispone un núcleo de hierro.

Esta disposición, que representa un limitador de corriente superconductor se construye por ejemplo de tal modo, que un cable superconductor con dieléctrico frío se devana sobre la pared interior del criostato, que rodea un núcleo de hierro alojado en la cavidad cilíndrica. El núcleo de hierro se halla en la cavidad exteriormente al criostato de cable. Por lo tanto no es afectado por el medio de enfriamiento, que se halla en el espacio libre, sino que permanece a temperatura ambiente incluso durante el funcionamiento de la disposición. La potencia de cortocircuito generada en el caso de un cortocircuito sobre el tramo de transmisión en el que se aloja la disposición es absorbida en su mayor parte por el núcleo de hierro, que debe ser dimensionado correspondientemente. El cable superconductor de la disposición se diseña de tal

modo, que la intensidad crítica de su pantalla sea menor que la intensidad crítica del alma. La pantalla se determina convenientemente de tal manera, que su intensidad crítica equivalga a la intensidad a partir de la que debe tener lugar una limitación de la corriente de cortocircuito. El alma del cable se construye ventajosamente de tal modo, que tanto el aumento de la temperatura en el caso de un cortocircuito, como también las pérdidas en corriente alterna durante el funcionamiento permanente sean tan pequeños, que se garanticen un funcionamiento permanente pobre en pérdidas y tiempos pequeños de recuperación.

En un cable superconductor con dieléctrico frío, como el utilizado en la disposición, la corriente, que circula en pantalla es inducida por el alma. Generalmente posee la misma amplitud que la corriente en el alma, pero está desplazada en fase 180° con relación a ella. Siempre que la pantalla superconductora se haga trabajar ampliamente por debajo de su intensidad crítica, no es posible detectar una caída de tensión óhmica en la pantalla. La limitación de corriente de esta disposición tiene lugar por el hecho de que al alcanzar la intensidad crítica en la pantalla apenas tiene lugar un aumento adicional de la intensidad en ella. El campo magnético generado por el alma ya no es apantallado. Por ello también se propaga fuera de la pantalla y en especial en el núcleo de hierro, alrededor de él con interposición de la pared interior del criostato alrededor del que está dispuesto el cable superconductor. Con ello se produce de manera directa un aumento esencial de la inductividad del conductor, es decir un aumento de su impedancia eléctrica. La corriente de cortocircuito, que fluye por el alma es limitada con ello de manera manifiesta y rápida. El calentamiento, que se produce en los cables superconductores conocidos debido a la elevada corriente de cortocircuito es reducido correspondientemente de manera esencial. Con ello se garantiza, que la disposición no sea dañada por una corriente de cortocircuito. Después de eliminar la causa del cortocircuito sobre el tramo de transmisión vuelve a funcionar sin medidas cualesquiera.

En el dibujo se representa un ejemplo de ejecución del objeto del invento. En él muestran:

La figura 1, una sección longitudinal de una disposición según el invento.

La figura 2, una sección de la figura 1 a lo largo de la línea II-II.

La figura 3, una sección de un cable superconductor utilizable en la disposición.

En la figura 1 se representa en sección un criostato KR, que posee una pared AW exterior y una pared IW interior. La pared AW exterior se compone de dos tubos 1 y 2 metálicos dispuestos concéntricamente entre sí entre los que se prevé un aislamiento 3 por vacío. La pared IW interior dispuesta distanciada de la pared AW exterior se compone igualmente de dos tubos 4 y 5 metálicos dispuestos concéntricamente entre sí, entre los que se prevé un aislamiento 6 por vacío. Los tubos 1 y 2 así como 4 y 5 son ventajosamente de acero bonificado. Ventajosamente poseen una pared relativamente gruesa suficiente para la robustez de la disposición y pueden estar ondulados transversalmente a su dirección longitudinal. En las figuras 1 y 2 se representan los tubos 1 y 2 así como 4 y 5 con líneas sencillas para mayor claridad.

Entre la pared AW exterior y la pared IW interior, que con preferencia es concéntrica con aquella, del criostato se halla un espacio FR libre para el paso de un medio de enfriamiento. En el espacio FR libre se dispone un cable SK superconductor devanado alrededor de la pared IW interior. La construcción del cable SK se desprende de la figura 3. La pared IW interior rodea una cavidad HR cilíndrica en la que está dispuesto un núcleo 7 de hierro. Se extiende sobre toda la longitud de la disposición y de acuerdo con la representación gráfica de la figura 2 posee una sección transversal cuadrada. Sin embargo, el núcleo 7 de hierro también puede poseer otra forma de la sección transversal, por ejemplo puede ser circular. Ventajosamente posee una permeabilidad μ superior a 10.

La disposición según el invento se inserta para su funcionamiento en un tramo de transmisión de corriente eléctrica. Para ello se conectan a los extremos 11 y 12 del cable SK, que salen del criostato KR de manera hermética a presión, cables o contactos correspondientes del tramo de transmisión. Las dimensiones de la disposición dependen en su conjunto del nivel de tensión en el que trabaja el tramo de transmisión. Pueden equivaler a los transformadores comerciales.

El cable SK superconductor es un cable con dieléctrico frío. Se compone de un alma 8 superconductora, un dieléctrico 9, que lo rodea y de una pantalla 10 superconductora asentada exteriormente en él. Como material superconductor se utiliza para el alma 8 ventajosamente BSCCO. Sin embargo, también se puede utilizar YBCO, cuando el alma 8 es estabilizada con material conductor normal. El alma 8 se construye de tal modo, que su intensidad crítica sea mayor que la intensidad crítica de la pantalla 10. La pantalla 10 se compone ventajosamente de YBCO y con preferencia no se estabiliza con un conductor normal. La magnitud de las intensidades críticas depende del nivel de tensión en el que trabaja el tramo de transmisión equipado con esta disposición.

Para la construcción de la disposición según la figura 1 se devana el cable SK superconductor alrededor de la pared IW interior del criostato KR. Sus dos extremos 11 y 12 se doblan ventajosamente en línea recta para el contactado, de manera, que sobresalgan del criostato en la disposición final. En la cavidad HR cilíndrica se introduce después o también antes el núcleo de hierro. La pared IW interior así preparada se introduce después en la pared AW exterior y se fija en ella en lo posible en una posición coaxial. Para ello se pueden utilizar por ejemplo placas 13 y 14 finales con las que se cierra herméticamente el criostato KR, respectivamente su cavidad FR libre. Los extremos 11 y 12 del cable SK se hacen pasar de manera hermética a presión a través de las placas 13 y 14 finales. Las placas 13 y 14 finales también se equipan con elementos de conexión para la entrada y la salida del medio de enfriamiento.

5 La disposición así terminada se conecta para su aplicación en un tramo de transmisión de corriente eléctrica. El cable SK superconductor forma entonces parte de este tramo de transmisión. Debido a un cortocircuito, que se produzca en él, se genera una corriente con una Intensidad más alta. Si esta es mayor que la intensidad crítica de la pantalla 10 del cable SK, aumenta bruscamente y esencialmente la resistencia eléctrica de él con la consecuencia es un aumento brusco de la impedancia de la disposición. Esto es registrado en un circuito de vigilancia correspondiente y da lugar a la desconexión instantánea del tramo de transmisión. Entonces se puede eliminar la causa del cortocircuito.

10 Con la mayor intensidad, que sobrepasa la intensidad crítica de la pantalla 10, pierde la pantalla 10 su función de apantallamiento, de manera, que el campo magnético del alma 8 penetra en el núcleo 7 de hierro. La resistencia eléctrica del alma 8 y con ello del cable SK es incrementada con ello – como ya se mencionó – esencialmente de manera brusca, de manera, que se desconecte al tramo de transmisión. El cable SK y con ello la totalidad de la disposición no son dañados por ello. El breve calentamiento del medio de enfriamiento es pequeño. Es anulado rápidamente de manera, que la disposición conserva su pleno funcionamiento después de la reparación o de la reconexión.

REIVINDICACIONES

1. Disposición de limitación de la corriente con un cable superconductor dispuesto en un criostato, que posee una pared exterior, que se compone de dos tubos metálicos dispuestos concéntricamente entre sí entre los que se crea un aislamiento por vacío y que rodea un espacio libre para el paso de un medio de enfriamiento en el que está dispuestos el cable superconductor, caracterizada porque

5

- El criostato (KR) posee una pared (IW) interior, que rodea una cavidad (HR) hueca cilíndrica, que se compone a su vez de dos tubos (4, 5) metálicos dispuestos concéntricamente entre sí entre los que se crea un aislamiento (6) por vacío y que se halla en el interior de la pared (AW) exterior y está separada de ella por el espacio libre (FR), el cable superconductor construido como cable (SK) con dieléctrico frío, que posee un alma (8) superconductora, un dieléctrico (9), que lo rodea y una pantalla superconductora dispuesta sobre él, es devanado con forma de espiral sobre la pared interior,- en la cavidad (HR) cilíndrica se dispone un núcleo (7) de hierro.

10

2. Disposición según la reivindicación 1, caracterizada porque la intensidad crítica del alma (8) del cable (SK) superconductor es mayor que la intensidad crítica de la pantalla (10) de él.

