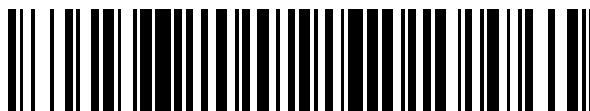


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 526 249**

51 Int. Cl.:

H01H 33/66

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **08.06.2010** **E 10165165 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.11.2014** **EP 2264731**

54 Título: **Contacto para ampolla de vacío de media tensión con corte de arco mejorado, ampolla de vacío y disyuntor, como un disyuntor seccionador de alternador asociados**

30 Prioridad:

10.06.2009 FR 0953852

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

08.01.2015

73 Titular/es:

**SCHNEIDER ELECTRIC ENERGY FRANCE
(100.0%)**

**35, rue Joseph Monier
92500 Rueil-Malmaison, FR**

72 Inventor/es:

**SCHLAUG, MARTIN;
ERNST, UWE;
KANTAS, SAÏD;
GODECHOT, XAVIER;
DALMAZIO, LAËTITIA y
PARASHAR, RAMA SHANKER**

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 526 249 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

Contacto para ampolla de vacío de media tensión con corte de arco mejorado, ampolla de vacío y disyuntor, como un disyuntor seccionador de alternador asociados

Campo técnico

- 5 La invención se refiere al campo de los interruptores de vacío de media tensión, habitualmente llamados ampollas de vacío o también ampollas bajo vacío.

Se refiere de manera más particular a la mejora de su capacidad de corte de arcos de corriente de cortocircuito.

La aplicación principal es aquella en la cual una ampolla de vacío se utiliza como interruptor de corte en un disyuntor, como un disyuntor seccionador de alternadores en la salida de las centrales de producción de energía.

10 Técnica anterior

Las ampollas de vacío se utilizan desde hace muchos años en los equipos eléctricos de distribución de media tensión para cortar corrientes de cortocircuito del orden de unos kA, tradicionalmente 25 kA, en unos kV, tradicionalmente 36 kV. En este tipo de equipo de distribución, las ampollas de vacío deben soportar, además, el paso de una corriente permanente, tradicionalmente del orden de 1.250 A, sin experimentar un calentamiento excesivo. En efecto, su implantación en la red de distribución hace que dichas ampollas de vacío estén en la posición cerrada en el funcionamiento normal de la red y las atraviese la corriente nominal permanente.

- Es sabido que para cortar estas corrientes de cortocircuito, es necesario diseñar los contactos de arco de tal modo que en su extremo uno frente al otro, se generen unos flujos magnéticos axiales intensos con el fin de realizar la extinción del arco durante la separación mutua de los contactos. Cuanto más altas son las corrientes de cortocircuito más deben serlo también los flujos magnéticos generados con un reparto óptimo entre contactos, es decir tan uniforme como sea posible en su superficie, para obtener un corte efectivo de arco.

- A causa de la necesidad para estos contactos de ampolla de vacío de tener que soportar la corriente permanente, su(s) material(es) constitutivo(s) era(n) también por lo general a base de cobre o de aleaciones con un alto porcentaje de cobre, es decir unos materiales que presentan una baja resistividad eléctrica y, por lo tanto, que experimentan un escaso calentamiento cuando lo(s) atraviesa la corriente permanente. Ahora bien, estos materiales tienden por naturaleza a limitar los flujos magnéticos mediante corrientes de Foucault que los atraviesa.

- De este modo, en esta aplicación de implantación en la red eléctrica de distribución, hay una cierta incompatibilidad en la realización de los contactos entre la necesidad para estos de soportar una corriente permanente y, por lo tanto, de presentar una relativa baja resistividad eléctrica y la necesidad para estos de realizar un corte de arco eficaz mediante los flujos magnéticos que estos generan y, por lo tanto, de presentar una relativa alta resistividad eléctrica.

Ya se han propuesto varias soluciones para mejorar los flujos magnéticos generados por los contactos de una ampolla de vacío permitiendo al mismo tiempo soportar unas corrientes permanentes en la posición cerrada.

- Algunas soluciones existentes consisten bien en implantar unos materiales adicionales de tipo ferromagnético en la parte de devanado del contacto y/o en la parte de electrodo, bien en realizar unas ranuras en el cuerpo de contacto con el fin de reducir las corrientes de Foucault localmente, o bien en combinar ambas.

- En lo que se refiere a la implantación de materiales ferromagnéticos, se puede citar la patente US 6 747 233 B1 que da a conocer la utilización de anillos magnéticos con unas saturaciones y permitividades μ diferentes con el fin de tener unos campos magnéticos de perfil y valor diferentes en función del valor de la corriente, es decir diferentes para corrientes débiles o fuertes. De manera más precisa, se prevé la implantación combinada de un material magnético saturable 101, 401 con un material magnético no saturable 102, 402 en un cuerpo de contacto 104, 404 que es macizo y esencialmente conductor a su vez solidario con una parte de la varilla de conexión mecánica 103 esencialmente conductora. De acuerdo con la forma de realización considerada, el valor relativo de resistividad eléctrica de los materiales saturables es opuesto al de los materiales no saturables. De este modo, de acuerdo con la forma de realización ilustrada en las figuras 1A a 3, el material saturable 101 presenta una fuerte resistividad eléctrica y se implanta alrededor de un material no saturable 102 de baja resistividad eléctrica. Se puede considerar que el principal inconveniente de la utilización de materiales ferromagnéticos en un contacto está relacionado con el hecho de que estos se imantan y por lo tanto experimentan de algún modo la fuerza creada por el campo magnético. Esta fuerza se invierte cada 10 ms para una corriente alterna sinusoidal a 50 Hz. La presencia de esta fuerza de forma permanente sobre los materiales que supuestamente controlan el arco en cortocircuito tiende a fragilizar la propia estructura del contacto. Además, el valor del campo magnético obtenido al insertar los materiales ferromagnéticos no es necesariamente superior al que se obtiene sin estos.

Se pueden citar las patentes DE 195 03 661 y US 4 390 762 cada una de las cuales da a conocer una solución combinada de realización de ranuras y de implantación adicional de materiales ferromagnéticos.

De manera más precisa, la patente DE 195 03 661 da a conocer un contacto 1 que comprende un tubo cilíndrico hueco 2, como parte de varilla de conexión mecánica, al cual está unida la parte de contacto propiamente dicha 3 la cual es magnética. Esta parte de contacto magnético 3 está vaciada en su centro y comprende una parte cilíndrica maciza de devanado 4 y una parte de disco de electrodo 8 separadas entre sí por una cuña magnética 9 y una placa de acero inoxidable o de cerámica 10. Se practican tres ranuras idénticas 5 en forma de espiral repartiéndose a 120° una de la otra en el contacto 3 vaciado desde su diámetro interno 7 confundido con el diámetro externo del tubo 2 hasta su diámetro externo 6. Dicha geometría permite obtener un campo magnético que se extiende axialmente repartiéndose al mismo tiempo radialmente y, por lo tanto, crear un arco giratorio que alcanza una mayor superficie de los contactos. En otras palabras, este documento da a conocer la generación de un campo magnético radial que hace girar el arco en una zona anular en la periferia de los contactos.

La patente US 4 390 762 da a conocer, por su parte, un contacto con una parte de varilla de conexión mecánica tubular 1 a la cual está fijada una base cilíndrica 2 vaciada en su centro la cual constituye la parte de devanado del contacto y en la cual está fijada una corona anular de contacto de reducida altura 4. La varilla de conexión mecánica 1 y la base cilíndrica están compuestas fundamentalmente de cobre mientras que la corona anular de contacto 4 está compuesta a base de una matriz de cromo saturada con cobre. Como se puede ver en la figura 2, la parte de devanado 2 comprende dos partes concéntricas 3 separadas entre sí por un acero de alta calidad 6 el cual rellena un hueco anular 5 que se extiende verticalmente. En una parte de la altura de cada una de estas partes 3 se practican unas ranuras rectilíneas que se extienden radialmente. Estas ranuras se reparten uniformemente por la periferia y están orientadas con la misma inclinación con respecto al eje del cilindro 2, sin cruzarse con este último. La estructura así dada a conocer en este documento permite aumentar la resistencia mecánica de los contactos.

Otra solución existente es la descrita en la publicación en representación de la empresa TOSHIBA, en el manual Proceedings ISDEIV 1988, página 131, y titulada « Recent Technical Developments of high-voltage and high-power vacuum circuit breakers ». Esta solución trata sobre la elección de diferentes materiales de contacto. Si el contacto está habitualmente fabricado con cobre en su casi totalidad, las dos caras en contacto con el arco se fabrican de preferencia con aleación de cobre. La estructura de devanados descrita consta de unas secciones de 90°. Otra solución existente es la descrita en la publicación en representación de la empresa TOSHIBA, en el manual Proceedings ISDEIV 1998, páginas 417-418, y titulada "Physical and theoretical aspects of a new vacuum arc control technology". Esta solución consiste en la adición de un segundo devanado más pequeño que el primer devanado. El inconveniente de estas dos soluciones es que los campos magnéticos generados por los devanados descritos se oponen mutuamente, lo que tiende a reducir considerablemente el campo magnético total efectivo.

En lo que se refiere a la realización de ranuras, estas consisten habitualmente en unos cortes rectos o inclinados en la parte de los contactos (electrodos) los cuales se apoyan mutuamente uno en el otro: estos cortes se extienden por lo general radialmente al eje de la ampolla de vacío. El resultado obtenido es que el recorrido tomado por las corrientes de Foucault se ve interrumpido por estas ranuras. Por lo que se reduce el efecto perjudicial de estas corrientes de Foucault. El inconveniente de dichas ranuras es que no se pueden realizar en todas las configuraciones de contacto: en efecto, en algunas configuraciones, su presencia podría inducir un nuevo cebado entre contactos y de este modo ser la causa de una disminución de los rendimientos de resistencia dieléctrica y de capacidades de corte de las corrientes capacitivas.

Por otra parte, desde hace algunos años, el aumento de los rendimientos de las ampollas de vacío permite su utilización como interruptor de corte en la salida directa de alternador de centrales de producción de energía eléctrica. Dicho esto, las tensiones a las cuales están sometidas son del orden de 36 kV con unas corrientes de cortocircuito que hay que cortar de unos kilo amperios, tradicionalmente desde 63 kA, 80 kA hasta 160 kA. Las corrientes permanentes en la salida directa de los alternadores también pueden alcanzar unos valores considerables de 9,5 kA hasta 26 kA. Igualmente, realizar una ampolla de vacío susceptible a la vez de soportar estas corrientes permanentes y de cortar estas corrientes de cortocircuito de muy elevado valor puede llevar a conferirle unas dimensiones inaceptables en términos de costes.

Por ello, la solicitante ya ha propuesto en las solicitudes de patente WO 2007/110251 y WO 2007/082858 una solución cinemática que consiste en insertar un interruptor de corte en el circuito eléctrico únicamente durante un corte de arco de cortocircuito y, por lo tanto, en aislarlo del circuito eléctrico principal para evitar que lo atraviese la corriente permanente.

Se conoce de los documentos JP 06103859 y JP 200208009 un contacto de ampolla de vacío con dos devanados cilíndricos huecos con ranuras inclinadas, estando los dos devanados centrados en el eje longitudinal del contacto y concéntricos uno dentro del otro. Cada devanado puede generar un campo magnético, superponiéndose los campos magnéticos para generar un campo magnético axial total.

El objetivo de la invención es ofrecer un diseño de ampolla de vacío mejorado que le permita bien insertarse en un circuito eléctrico durante un corte de arco de cortocircuito de muy alto valor, o bien que la atraviese la corriente nominal de una forma continua (permanente).

Un objetivo particular de la invención es ofrecer un diseño de ampolla de vacío que le permita utilizarla como disyuntor en la salida directa de alternador de centrales de producción de energía eléctrica.

Descripción de la invención

Para ello, la invención se refiere a un contacto eléctrico para ampolla de vacío de media tensión que se extiende según un eje longitudinal Y, y que comprende:

- una parte de conexión mecánica que se extiende según el eje longitudinal Y;
- un cuerpo de contacto que comprende:
 - un primer cilindro hueco que comprende unas ranuras realizadas en forma de hélice alrededor de su eje y que desembocan cada una a ambos lados de su espesor, estando dicho primer cilindro hueco centrado en el eje longitudinal Y presentando un extremo solidarizado con la parte de conexión mecánica, careciendo el hueco del cilindro de material, constituyendo el primer cilindro un primer devanado adaptado para generar un campo magnético;
 - un segundo devanado montado eléctricamente en paralelo con el primer devanado y adaptado para generar un campo magnético el cual se superpone al campo magnético generado por el primer devanado;
 - una placa circular del mismo diámetro que el exterior del cilindro hueco, estando también dicha placa centrada en el eje longitudinal Y y solidarizada con el extremo del primer cilindro hueco opuesta a la solidarizada con la parte de conexión mecánica.

De acuerdo con la invención, el segundo devanado está formado por una pieza adicional maciza que comprende dos porciones cilíndricas y una corona anular no cerrada sobre sí misma y centrada en las dos porciones cilíndricas, estando cada extremo de la corona no cerrada sobre sí misma solidarizada por medio de un brazo con una de las porciones cilíndricas. La disposición de esta pieza adicional es tal que las dos porciones cilíndricas están entradas en el eje longitudinal y la corona anular dispuesta concéntricamente en el primer devanado. Una de las porciones cilíndricas está solidarizada con la parte de conexión mecánica y la otra de las porciones cilíndricas está solidarizada con la placa circular de contacto. El hueco del primer devanado y el espacio entre la corona anular y las porciones cilíndricas macizas carecen de material.

El control del valor y de la distribución del campo magnético que se produce según el eje longitudinal de un interruptor o ampolla de vacío es un parámetro clave para el control de un arco. De este modo, evitar cualquier contracción del arco es garantía de un corte de arco exitoso. Un campo magnético de valor elevado y repartido uniformemente con respecto a las superficies de contacto permite una difusión del arco por todas estas superficies. Para una aplicación como disyuntor de alternador, es necesario cortar corrientes superiores a 63 kA. Los inventores han constatado que con las dimensiones de contactos necesarias para cortar dichos arcos, del orden de entre 90 y 150 mm, y con unas estructuras y materiales de acuerdo con el estado de la técnica, se producía un desplome del campo magnético generado en la parte central de los contactos.

En comparación con las soluciones del estado de la técnica sin un segundo devanado, la solución de acuerdo con la invención permite obtener un campo magnético axial de mayor valor y repartido de manera constante por la superficie de contacto. También permite una alimentación de la corriente en la parte central de la superficie de contacto. De este modo, el arco entre contactos puede controlarse mejor y, por tanto, aumentarse los rendimientos de corte de una corriente de cortocircuito para un diámetro de contacto dado.

En comparación con una solución de acuerdo con el estado de la técnica con un segundo devanado en forma de un cilindro hueco, la pieza maciza adicional con corona anular permite aumentar el campo magnético axial AMF generado con un valor de entre un 25 y un 30 %, para una cantidad relativa de corriente dada y con elementos idénticos (parte de conexión mecánica, cuerpo de contacto, primer devanado, placa circular de extremo).

Dicho de otro modo, por medio de la invención, se puede:

- configurar el rendimiento del campo magnético total efectivo dentro de una amplia gama;
- alimentar con corriente al centro y a la periferia de los contactos según un ratio definido entre estos: en efecto, los dos devanados están montados eléctricamente en paralelo y constituyen, por lo tanto, unas resistencias eléctricas en paralelo, permiten tener un porcentaje dado de corriente que pasa a uno y al otro;
- reducir la resistencia total de la ampolla de vacío.

El diámetro exterior del primer devanado y de la placa circular está comprendido entre 90 y 150 mm, lo que resulta perfectamente adecuado para una aplicación en la cual las corrientes de cortocircuito que hay que cortar tienen un valor superior a 63 kA.

La invención también se refiere a una ampolla de vacío de media tensión que comprende al menos un contacto eléctrico descrito con anterioridad.

La ampolla de vacío puede comprender un par de contactos eléctricos con un contacto fijo descrito con anterioridad y un contacto móvil descrito con anterioridad.

La invención también se refiere a un disyuntor, como un disyuntor seccionador de alternador que comprende al menos una ampolla de vacío como anteriormente.

La invención se refiere por último a la utilización de dicho disyuntor, como un disyuntor seccionador de alternador en la cual a la ampolla de vacío únicamente la atraviesa una corriente de cortocircuito.

Breve descripción de los dibujos

Se mostrarán mejor otras ventajas y características de la invención detallada hecha a título ilustrativo y no limitativo en referencia a las siguientes figuras, en las que:

- 5 – la figura 1 es una vista en sección vertical parcial de una ampolla de vacío de media tensión de acuerdo con la invención;
- la figura 2 es una vista en perspectiva y en sección parcial realizada a la altura de un contacto de acuerdo con el estado de la técnica;
- 10 – las figuras 3A y 3B son respectivamente una vista en perspectiva y en sección parcial realizada a la altura de un contacto de acuerdo con la invención;
- la figura 3C es una vista en sección longitudinal de un contacto de acuerdo con las figuras 3A y 3B;
- la figura 4A es una vista esquemática realizada a la altura de un contacto de ampolla de vacío de media tensión y que muestra un perfil de campo magnético generado por un contacto de acuerdo con el estado de la técnica con un único devanado;
- 15 – las figuras 4B a 4D son unas vistas esquemáticas realizadas a la altura de un contacto de una ampolla de vacío de media tensión y que muestran diferentes perfiles de campo magnético generado por un contacto con dos devanados;
- 20 – la figura 5 es una vista en sección transversal realizada a la altura de un devanado de un contacto de acuerdo con la invención y proyectada en un plano.

Descripción detallada de formas particulares de realización

Como se representa en la figura 1, una ampolla de vacío 1 de acuerdo con la invención se extiende según un eje longitudinal Y y comprende esencialmente un par de contactos uno 2 de los cuales es fijo y el otro 3 es móvil entre una posición abierta (véase la parte representada a la derecha) y una posición cerrada (véase la parte representada a la izquierda) bajo la acción de una varilla de accionamiento 4. Los contactos 2 y 3 son de gran tamaño (diámetro > 35 mm).

La separación de los contactos 2, 3 en una ampolla de vacío tiene habitualmente como objetivo cortar un arco de corriente que se puede producir dentro del espacio 5 de separación entre estos contactos.

Sea cual sea la posición cerrada o abierta de los contactos 2, 3 estos están dispuestos en una pantalla 6 a su vez en el interior de la envolvente 7 de la ampolla en el interior de la cual impera el vacío.

El corte de corrientes alternas de valor elevado precisa un control del arco que se crea. Los medios de control del arco son habitualmente parte integrante de la ampolla de vacío. Por lo tanto, deben garantizar que la energía del arco a la altura de los contactos 2, 3 se mantiene por debajo de unos límites aceptables para poder cortar la corriente y mantener la tensión transitoria de restablecimiento TTR. Un tipo de control de arco conocido se llama corrientemente control de arco por campo magnético axial (en inglés *Axial Magnetic Field* AMF). Estos medios de control de arco por campo magnético axial AMF consisten en crear un campo magnético en paralelo al eje longitudinal Y de la ampolla 1.

Estos medios de control de arco AMF de acuerdo con el estado de la técnica se considera que impiden una contracción del arco y, como consecuencia, lo amplían en una zona de las superficies de los contactos enfrentadas entre sí que es lo más ancha posible. Esto tiene normalmente como resultado la distribución de la energía del arco por una superficie más grande y, por lo tanto, permitir el corte de la corriente en el cero natural de la corriente alterna.

Dicho de otro modo, unos medios de control de arco AMF eficaces exigen la obtención de un campo magnético realmente generado por el devanado que sea alto y se distribuya uniformemente con el fin de difundir el arco eficazmente por las superficies de los contactos enfrentadas entre sí.

De este modo, estos medios de control de arco AMF están formados de acuerdo con el estado de la técnica por un elemento en forma de una bobina o en otras palabras devanado que es un cilindro 8 hueco dispuesto como se representa en la figura 2, es decir que se extiende a la periferia del contacto. El hueco 80 del devanado 8 carece de material. El devanado cilíndrico hueco 8 comprende unas ranuras 81 realizadas en forma de hélice alrededor del eje longitudinal Y y que desembocan al menos en su exterior.

Cada contacto 2, 3 de acuerdo con el estado de la técnica comprende una parte de conexión mecánica 20, 30 y un cuerpo de contacto 21, 31 solidarizado con esta conexión mecánica. El cuerpo 21, 31 comprende el devanado 8 y una parte de electrodo 22, 32 en forma de una placa circular. Esta placa 22 o 32 constituye la superficie de contacto físico muto con la otra placa 32 o 22 cuando los contactos están en la posición cerrada. Estas superficies de contacto 22, 32 son, por lo tanto, las superficies por las cuales se debe difundir el arco lo más uniforme y más ampliamente posible.

Cada uno de los devanados 8 está solidarizado tanto con la parte de conexión mecánica 20 o 30 como con la placa circular 22 o 32.

Tradicionalmente, los devanados 8 y las partes de electrodos 22, 32 de acuerdo con el estado de la técnica tienen un diámetro exterior $\varnothing_{\text{ext}}$ comprendido entre 50 y 80 mm para cortar las corrientes comprendidas entre 30 y 50 kA.

5 Ahora bien, para las aplicaciones en las cuales la corriente que hay que cortar tiene un valor superior a 63 kA, por ejemplo 80 kA o más, es necesario aumentar los diámetros exteriores de los contactos y, por lo tanto, los de los devanados. Dicha aplicación especialmente considerada es aquella en la que la ampolla de vacío se utiliza como disyuntor de alternador en la salida de una central de producción de energía. Los diámetros exteriores pueden estar comprendidos entre 90 y 150 mm, por ejemplo del orden de 120 mm.

10 Ahora bien, los inventores han demostrado que unos contactos con dichos diámetros superiores comprendidos entre 100 y 150 mm y realizados con los mismos materiales y con la misma geometría que en el estado de la técnica, se producía una distribución no homogénea por la superficie de contacto físico del campo magnético AMF creado con un desplome en la parte central. El fenómeno queda demostrado por la curva en línea de puntos en la figura 4A que es representativa del campo magnético AMF creado por un contacto de acuerdo con el estado de la técnica y
15 calculado mediante un software de modelado 3D FEA. Se observa en esta curva que el campo magnético AMF experimenta un desplome cerca del eje longitudinal Y de la ampolla según el eje radial X de la ampolla. Además, la corriente que hay que cortar llega a la periferia de las superficies de electrodos 22, 32. Por construcción, la corriente pasa desde la parte 20 en dirección a la parte 8 que se encuentra en la periferia del contacto.

20 De este modo, para unos contactos 2, 3 con un gran diámetro (comprendido entre 90 y 150 mm), y realizados con los materiales y con las estructuras de acuerdo con el estado de la técnica, se reduce la eficacia de los medios de control de arco por campo magnético axial AMF. El arco que hay que cortar tiende, por lo tanto, a contraerse y/o a concentrarse en la periferia de los contactos.

Una solución ya propuesta de acuerdo con el estado de la técnica, consiste en disponer un segundo devanado 9 de manera concéntrica con el primer devanado 8. De este modo, este segundo devanado 9 está montado eléctricamente en paralelo con el primer devanado 8 y está adaptado para generar un campo magnético el cual se
25 superpone al campo magnético generado por el primer cilindro 8 y, por lo tanto, permite aumentar el campo magnético total efectivo en la parte central del contacto.

Los dos devanados 8, 9 u 8, 10 se proporcionan para que circule la corriente en el mismo sentido con el fin de que los dos campos magnéticos creados por el paso de esta se superpongan o, dicho de otro modo, se añadan.

30 Se pueden obtener diferentes perfiles de campo magnético axial AMF como se ilustra en las figuras 4B a 4D: plano, con un desplome o con una elevación en la parte central de los contactos. Estos diferentes perfiles se pueden obtener haciendo variar los parámetros que son las propiedades y dimensiones del segundo devanado: diámetro, materiales que lo componen, espesor, altura... Se precisa aquí que las diferentes curvas que ilustran los diferentes perfiles de campo magnético en las figuras 4B a 4D también se han calculado a partir del software 3D FEA.
35 Evidentemente las curvas representadas son ilustrativas y no limitativas.

Estos mismos parámetros también pueden influir en la cantidad de corriente que circula por la parte central del contacto: esto permite reducir e incluso impedir la interacción entre el plasma (creado entre las superficies de contacto 22, 32 de extremo enfrentadas durante un corte de corriente) y la pantalla 6. Además, esto permite distribuir mejor la corriente por la superficie de contacto de extremo y, por lo tanto, difundir mejor el arco de la corriente. Por
40 último, la implantación de un segundo devanado permite reducir la resistencia eléctrica total de la ampolla de vacío 1.

Una forma de realización de un segundo devanado de acuerdo con el estado de la técnica es el que se ilustra en la figura 2.

45 Este consiste en un segundo cilindro hueco 9 que comprende unas ranuras 91 realizadas en forma de hélice alrededor de su eje y que desemboca al menos en su exterior. Este segundo cilindro hueco 9 está centrado en el eje longitudinal Y, dispuesto concéntricamente con el primer cilindro 8, presentando un extremo solidarizado con la parte de conexión mecánica y el otro extremo solidarizado con la placa circular 22. En esta forma de realización, los huecos 80, 90 de los cilindros carecen de material.

Como se ilustra, el segundo cilindro hueco 9 es, de hecho, homotético del primer cilindro hueco 8.

50 El (los) material(es) que componen este segundo devanado cilíndrico hueco 9, su diámetro, el número de ranuras 91 y el ángulo que estas forman se seleccionan en función del diámetro exterior del contacto 2. El perfil del campo magnético axial AMF efectivo total es el resultado de la elección de estos parámetros. La solución de acuerdo con la figura 2 tiene como principal ventaja conservar la simetría cilíndrica del campo magnético en toda la superficie de contacto 22.

55

De acuerdo con una realización especialmente ventajosa, los dos cilindros huecos se realizan a partir de una misma corona cilíndrica mecanizada o fresada: de este modo se puede obtener una base de refuerzo mecánico 89 entre estos (véase la figura 2).

Los dos devanados 8 y 9 están montados eléctricamente en paralelo: de este modo, los dos cilindros están solidarizados con la base de conexión 20 y con la placa de electrodo 22, tradicionalmente mediante soldadura fuerte. Lo mismo sucede para los devanados (no representados) del contacto 3 frente al contacto 2.

Puesto que el devanado 8 en la periferia y el devanado 9 en el centro del contacto 2 constituyen unas resistencias eléctricas en paralelo, permiten tener un porcentaje dado de corriente que pasa por uno 8 y por el otro 9.

Un devanado cilíndrico hueco 9 de reducido diámetro, tradicionalmente con un diámetro exterior Dext del orden del 30 % del diámetro interior $\varnothing_{int}$ del primer devanado 8 tiene como efecto aumentar el campo magnético axial en la parte central del contacto 2. De este modo, se puede, en particular:

- compensar completamente el desplome del campo magnético axial AMF, como se representa en la figura 4C;
- crear una elevación del campo magnético axial AMF en la parte central del contacto, como se representa en la figura 4D. En este caso, el campo magnético tiende también a reducirse ligeramente en la periferia del contacto.

Un devanado cilíndrico hueco 9 de gran diámetro, tradicionalmente con un diámetro exterior Dext del orden del 80 % del diámetro interior $\varnothing_{int}$ del primer devanado tiene como efecto una menor compensación del desplome del campo en la parte central pero un aumento del campo en la zona intermedia entre la parte central y la periferia del contacto, como se puede ver en la figura 4B.

Un segundo devanado 10 de acuerdo con la invención se ilustra en las figuras 3A y 3B.

De acuerdo con la invención, el segundo devanado consiste en una pieza adicional maciza 10 que comprende dos porciones cilíndricas 100a, 100b y una corona anular 102 no cerrada sobre sí misma y centrada en dos porciones cilíndricas 100a, 100b. Cada extremo 1020, 1021 de la corona 102 no cerrada sobre sí misma está solidarizado por medio de un brazo 101, 103 con una de las porciones cilíndricas 100a, 100b.

La distancia prevista entre los dos extremos 1020 y 1021 de la corona anular es mínima y por tanto no tiene influencia sobre el valor del campo magnético creado por el segundo devanado 10 (figura 3A y 3C).

La disposición de esta pieza adicional 10 es tal que las dos porciones cilíndricas macizas 100a y 100b están centradas en el eje longitudinal Y y su corona anular 102 concéntrica con el primer cilindro 8. La porción cilíndrica maciza 100b está solidarizada con la parte de conexión mecánica 20. La porción cilíndrica 100b está solidarizada con la placa circular de contacto 22. El hueco 80 del primer cilindro 8 y el espacio entre la corona anular 102 y las porciones cilíndricas 100a y 100b carecen de material.

Como se puede ver en la figura 4B, con el fin de que la corriente que circula por el devanado adicional 10 y la corriente que circula por el primer devanado 8 tengan el mismo sentido de circulación (desde abajo hacia arriba y en la dirección contraria a las agujas del reloj en la corona 102), el brazo 103 que solidariza el extremo 1020 de la corona 102 con la porción cilíndrica 100b está por debajo del brazo 101 que solidariza el otro extremo 1021 de la corona 102 con la porción cilíndrica 100a. Como se puede ver en la figura 4B, la corriente I_{10} que llega a la base de la porción cilíndrica 100b recorre la corona 102 en el sentido contrario a las agujas del reloj antes de llegar a la parte superior de la otra porción cilíndrica 100a. Como se puede ver en esta misma figura 4B, la corriente I_8 que llega a la base del devanado 8 circula siguiendo un trayecto helicoidal también en sentido contrario a las agujas del reloj.

Aquí también, el (los) material(es) que componen esta pieza adicional 10, su altura, su espesor y el diámetro exterior de la corona anular 102 se seleccionan teniendo en cuenta las dimensiones del contacto 2 y del primer devanado 8 y en función del perfil de campo magnético axial AMF deseado.

De este modo se podrá prever una corona anular 102 con un diámetro exterior Dext comprendido entre un 30 y un 80 % del diámetro interior $\varnothing_{int}$ del cilindro del primer devanado 8. El perfil preciso del campo magnético axial AMF depende del diámetro exterior Dext de la corona anular 102 y de la proporción de corriente que la atraviesa con respecto a la cantidad que atraviesa el primer devanado 8. En la figura 3B, se ha esquematizado el sentido y la distribución de la corriente I desde su llegada de la parte de conexión mecánica 20 hasta su placa de extremo 22.

Una pieza 10 con corona 102 de reducido diámetro, tradicionalmente con un diámetro exterior Dext del orden del 30 % del diámetro interior $\varnothing_{int}$ del primer devanado 8, tiene como efecto aumentar el campo magnético total como se puede ver en la figura 4C.

Una pieza 10 con corona 102 de gran diámetro, tradicionalmente con un diámetro exterior Dext del orden del 80 % del diámetro interior $\varnothing_{int}$ del primer devanado 8, tiene como efecto una menor compensación del desplome del campo en la parte central pero un aumento del campo en la zona intermedia entre la parte central y la periferia del contacto, como se puede ver en la figura 4B.

El espesor del primer devanado cilíndrico 8 viene determinado por la densidad de corriente que pasa a través así como por la resistencia total deseada para la ampolla de vacío. En efecto, la resistencia total de la ampolla de vacío se reduce si el espesor de los devanados 8, 9 o 10 aumenta. El espesor del segundo devanado 9 o 10 está limitado únicamente por el espacio disponible definido entre la parte de conexión mecánica 20, primer devanado 8 y placa de contacto de extremo 22. El (los) material(es) que compone(n) el segundo devanado 9 o 10 es (son) de manera ventajosa el (los) mismo(s) que el (los) que compone(n) el primer devanado 8. Obviamente pueden ser diferentes en la medida en que tengan unas propiedades eléctricas próximas. Un material preferente a la vez para el primer devanado 8 y para el segundo devanado 9 o 10 es el cobre de gran pureza, por ejemplo de tipo OFHC. El cobre OFHC es en efecto conocido por su baja resistencia eléctrica y su aptitud para soldarlo con otros materiales metálicos.

Para un valor de corriente I dado al llegar a la parte de conexión mecánica 20, el segundo devanado de acuerdo con la invención en forma de la pieza maciza 10 permite generar un campo magnético axial AMF más alto en el centro del contacto que aquel únicamente generado por un devanado de acuerdo con el estado de la técnica en forma de cilindro hueco 8 con ranuras 81: la diferencia de valor puede ir hasta un factor de dos a tres. Dicho de otro modo, el campo magnético axial AMF total generado en el centro del contacto por una pieza maciza 10 con cilindro macizo 100 y corona anular 102 dispuesta dentro de la zona hueca 80 del cilindro 8 puede ser de dos a tres veces superior al generado únicamente por un cilindro hueco 8.

La cantidad de corriente que atraviesa la pieza maciza 10 puede de manera ventajosa estar comprendida entre un 5 y un 30 % de la cantidad total de la corriente I que atraviesa el contacto 2. De este modo, se pueden seleccionar unas dimensiones y un material constitutivo de pieza maciza 10 con el fin de que la atraviese una corriente cuya cantidad es igual al 10 % de la cantidad total de corriente I que atraviesa el contacto 2. Para esta cantidad relativa de corriente y con unos elementos idénticos (parte de conexión mecánica 20, cuerpo de contacto 21, primer devanado 8, placa circular de extremo 22), el campo magnético axial AMF generado por la pieza maciza 10 con corona anular 102 de acuerdo con la invención es superior a entre un 25 y un 30 % al campo magnético axial AMF generado por un segundo devanado 9 de forma cilíndrica hueca de acuerdo con el estado de la técnica.

Como se representa en las figura 3A y 3B, el devanado cilíndrico 8 puede estar unido con una base 800, vaciada para dejar que pase el cilindro 100 en contacto con la placa de electrodos 22. De este modo, esta base 80 sirve como refuerzo mecánico sin el principal inconveniente de reducir el campo magnético ya que las corrientes de Foucault que la atraviesan son despreciables a causa de su gran resistividad eléctrica.

El corte de la ranuras 81, 91 se realiza respectivamente en el primer 8 y el segundo 9 devanados cilíndricos de tal modo que se crean unas secciones en forma de hélice alrededor del eje de cada uno de los cilindros considerados y que se extienden desde uno de su extremo hacia el otro (figura 2).

La figura 5 es un ejemplo de representación esquemática en una vista en sección transversal, es decir en un corte paralelo a la superficie 22 realizado a la altura del primer cilindro 8 y proyectado en un mismo plano.

En este corte, se ve que las partes de ranuras 81 están uniformemente repartidas por el diámetro del devanado 8 (un total de 12) y toda de la misma medida.

La invención que se acaba de describir permite obtener las siguientes ventajas:

- aumentar y ofrecer un perfil dado al campo magnético axial AMF efectivo en la superficie de contacto de extremo;
- con un segundo devanado de pieza maciza con corona anular, aumentar más el campo magnético axial AMF efectivo;
- permitir una distribución de la corriente guiando un porcentaje de su cantidad hacia la parte central del contacto, lo que aumenta la superficie disponible para la difusión del arco durante un corte;
- hacer menos alta la probabilidad para un arco de crearse en la periferia del contacto.

REIVINDICACIONES

1. Contacto eléctrico (2, 3) para ampolla de vacío (1) de media tensión que se extiende según un eje longitudinal Y y que comprende:

- una parte de conexión mecánica (20, 30) la cual se extiende según el eje longitudinal Y;
- un cuerpo de contacto (21, 31) que comprende:

- un primer cilindro hueco (8) que comprende unas ranuras (81) realizadas en forma de hélice alrededor de su eje y que desembocan al menos en su exterior, estando dicho primer cilindro hueco centrado en el eje longitudinal Y presentando un extremo solidarizado con la parte de conexión mecánica, careciendo el hueco (80) del primer cilindro de material, constituyendo el primer cilindro un primer devanado adaptado para generar un campo magnético;

- un segundo devanado (9, 10) montado eléctricamente en paralelo con el primer devanado (8) y adaptado para generar un campo magnético el cual se superpone al campo magnético generado por el primer devanado (8), **caracterizado porque** el contacto eléctrico comprende:

- una placa circular (22, 32) del mismo diámetro que el exterior del cilindro hueco, estando también dicha placa (22, 32) centrada en el eje longitudinal Y y solidarizada con el extremo del primer cilindro hueco opuesto al solidarizado con la parte de conexión mecánica,

en el cual el segundo devanado está formado por una pieza adicional maciza (10), que comprende dos porciones cilíndricas (100a, 100b) y una corona anular (102) no cerrada sobre sí misma y centrada en las dos porciones cilíndricas (100a, 100b), estando cada extremo (1020, 1021) de la corona (102) no cerrada sobre sí misma solidarizado por medio de un brazo (101, 103) con una de las porciones cilíndricas (100a, 100b), siendo la disposición de esta pieza adicional (10) tal que las dos porciones cilíndricas (100a, 100b) están entradas en el eje longitudinal Y y la corona anular (102) dispuesta concéntricamente con el primer devanado (8), estando una de las porciones cilíndricas (100a) solidarizada con la parte de conexión mecánica (20) y estando la otra de las porciones cilíndricas (100b) solidarizada con la placa circular de contacto (22), careciendo el hueco (80) del primer devanado (8) y el espacio entre la corona anular (102) y las dos porciones cilíndricas (100a, 100b) de material.

2. Contacto eléctrico de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el cual el diámetro exterior del primer devanado y de la placa circular está comprendido entre 90 y 150 mm.

3. Ampolla de vacío (1) de media tensión que comprende al menos un contacto eléctrico (2, 3) de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 o 2.

4. Ampolla de vacío de acuerdo con la reivindicación 3, que comprende un par de contactos eléctricos con un contacto fijo (2) de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 o 2 y un contacto móvil (3) de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 o 2.

5. Disyuntor, como un disyuntor seccionador de alternador que comprende al menos una ampolla de vacío (1) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 3 o 4.

6. Utilización de un disyuntor, como un disyuntor seccionador de alternador de acuerdo con la reivindicación 5, según la cual únicamente atraviesa a la ampolla de vacío una corriente de cortocircuito.

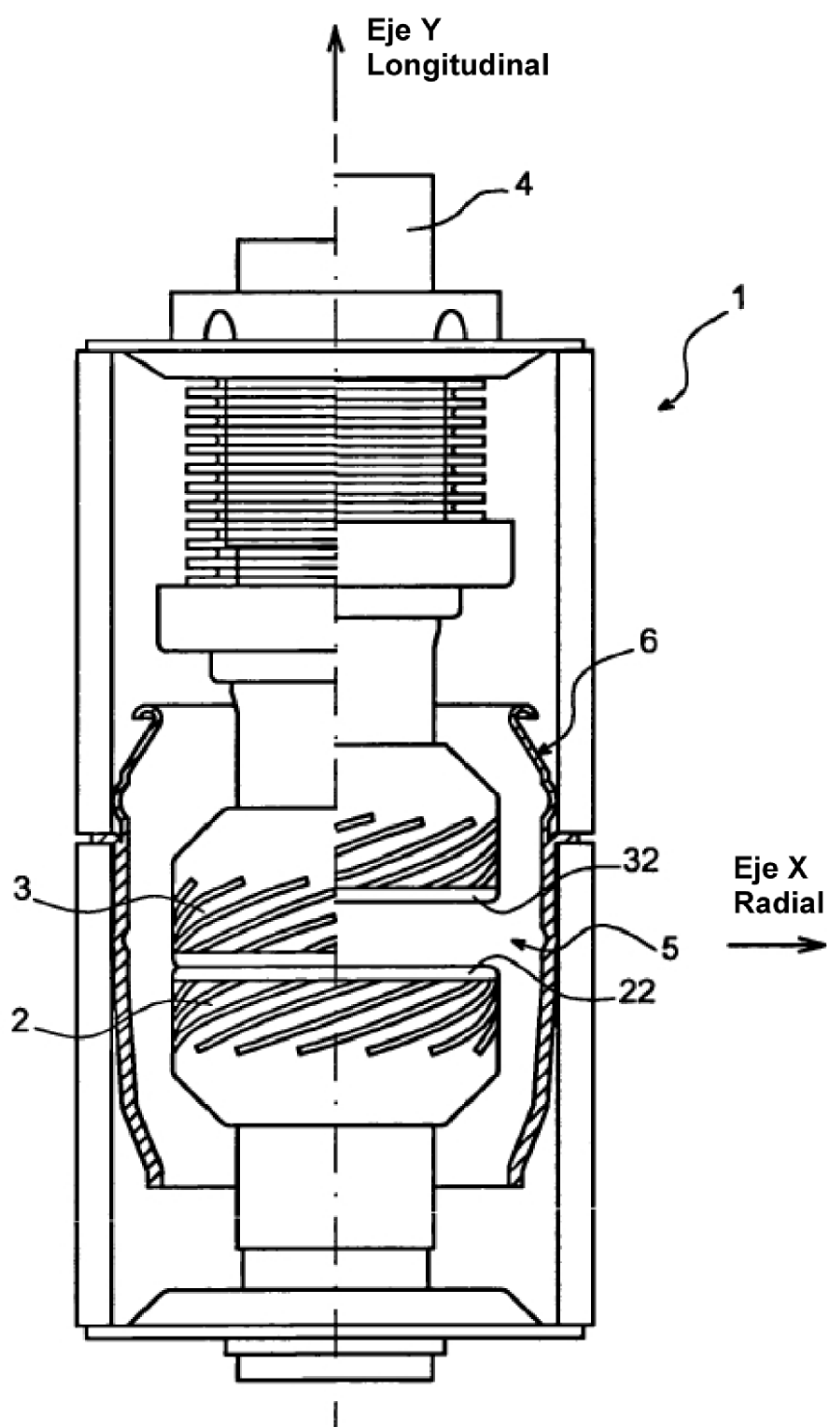
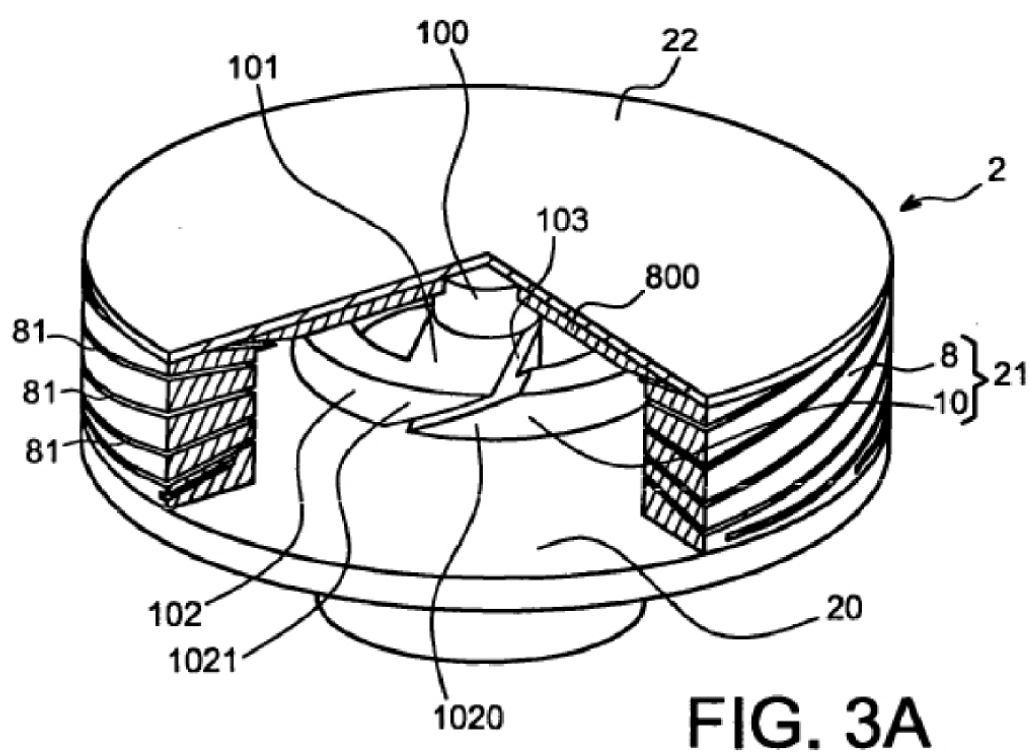
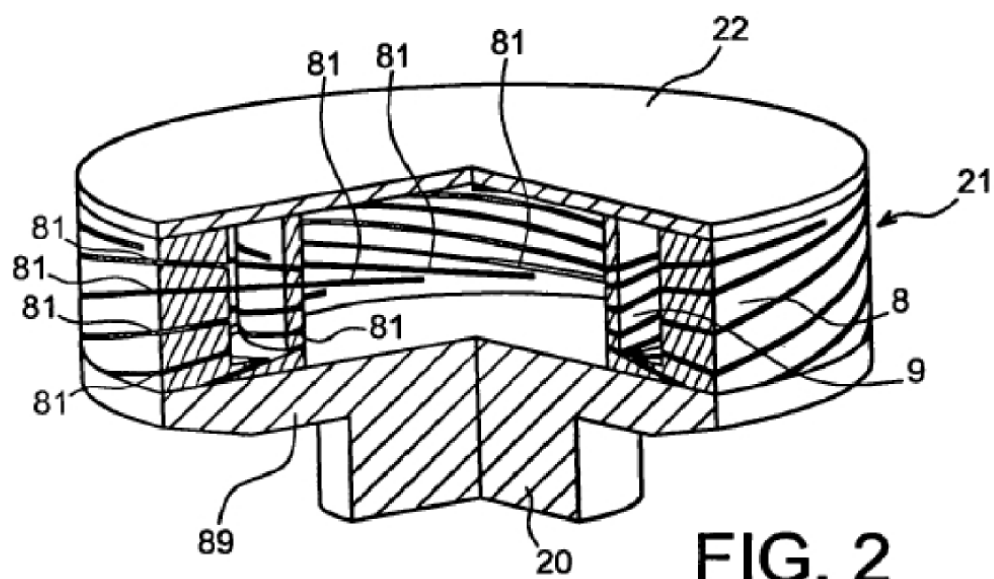


FIG. 1



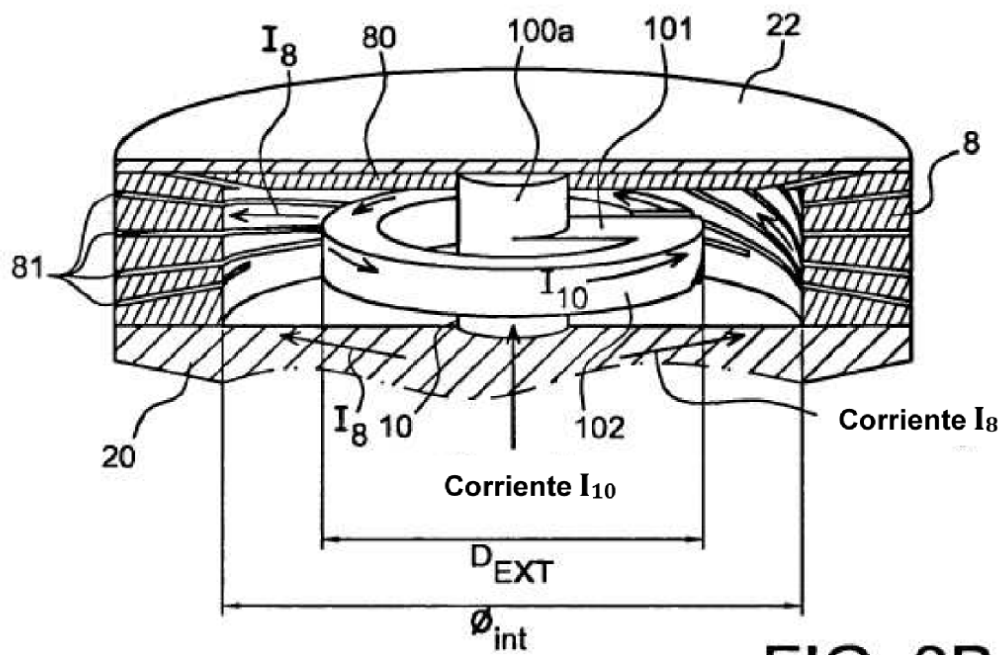


FIG. 3B

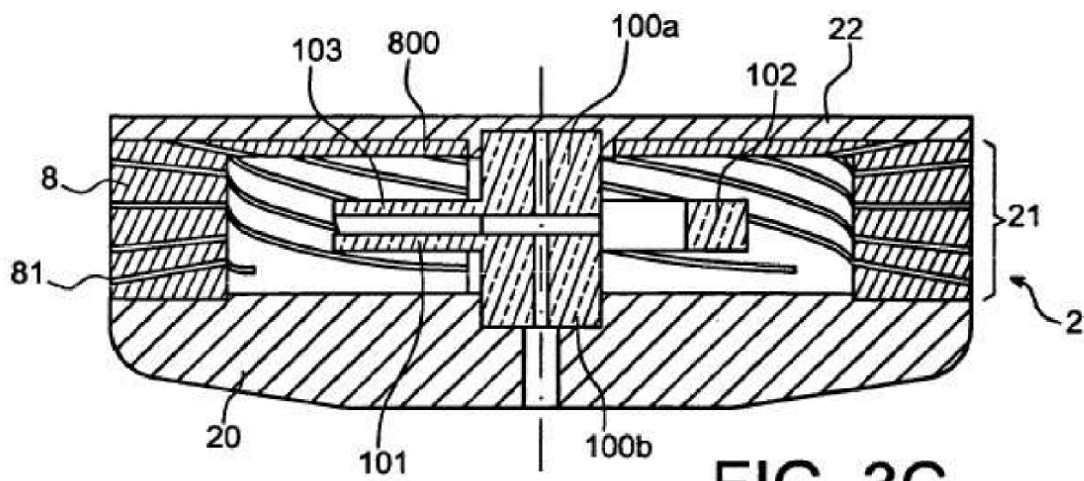


FIG. 3C

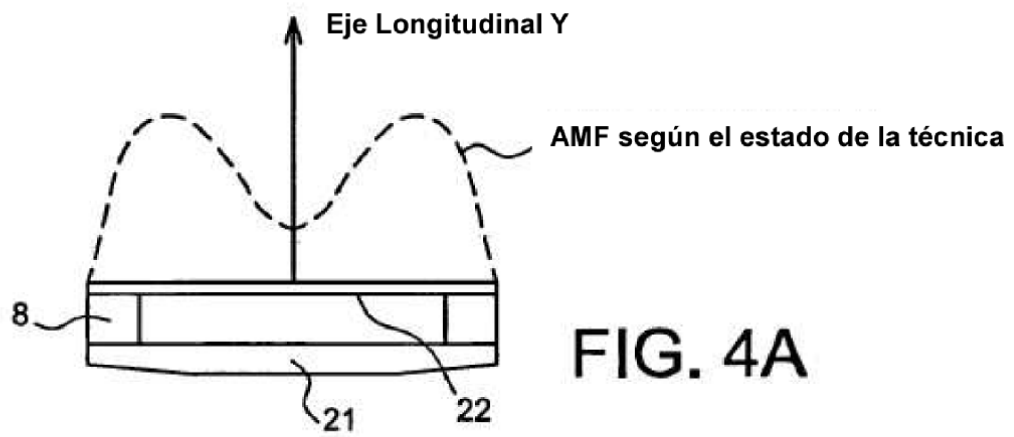


FIG. 4A

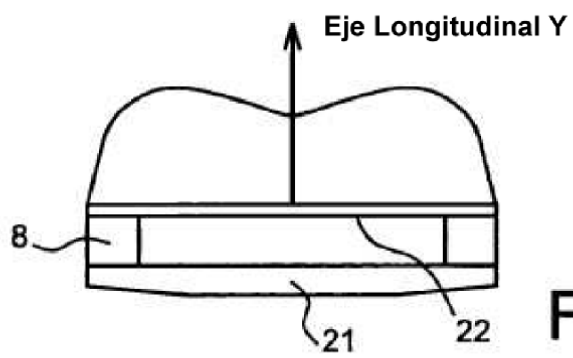


FIG. 4B

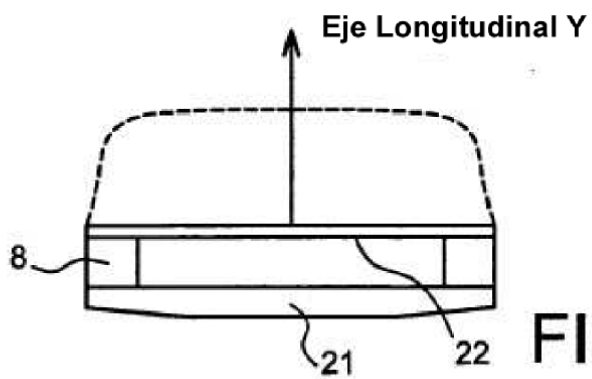


FIG. 4C

