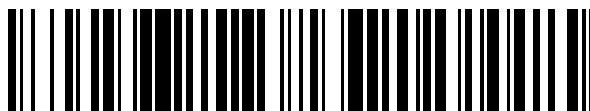


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 378 712**

51 Int. Cl.:
H01F 30/12 (2006.01)
H01F 5/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **08018770 .1**
96 Fecha de presentación: **28.10.2008**
97 Número de publicación de la solicitud: **2182533**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **05.05.2010**

54 Título: **Transformador**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
17.04.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
17.04.2012

73 Titular/es:
**ABB TECHNOLOGY AG
AFFOLTERNSTRASSE 44
8050 ZÜRICH, CH**

72 Inventor/es:
**Zillmann, Karl-Heinz;
Mönig, Wolfgang y
Weber, Benjamin**

74 Agente/Representante:
Ungría López, Javier

ES 2 378 712 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

Transformador

5 La invención se refiere a un transformador con al menos un brazo de núcleo, sobre el que están dispuestos tres arrollamientos adyacentes axialmente, cuyas líneas de salida están conducidas en cada caso aisladas unas de las otras.

Los transformadores, que se necesitan para rectificadores de corriente, es decir, rectificadores o bien onduladores, presentan en cada caso varios arrollamientos, que están constituidos por un arrollamiento de baja tensión y un arrollamiento de alta tensión, por medio de los cuales se transforma la tensión alterna bifásica o trifásica respectiva al nivel deseado de la tensión.

10 Una corriente rectificada de este tipo presenta regularmente una ondulación residual, es decir, una porción de tensión alterna todavía remanente de una tensión de alimentación filtrada o regulada, después de que ésta ha sido rectificada por un rectificador y filtrada por un condensador y/o regulada por un regulador de tensión hacia abajo a un nivel más bajo.

15 Para reducir adicionalmente esta ondulación residual, se emplean con frecuencia circuitos rectificadores de 12, 18 y 24 fases. De esta manera, se suprime con frecuencia totalmente un condensador de filtración. Otra ventaja importante es la corriente de entrada casi sinusoidal y la carga reducida de la red y del transformador implicada con ello con potencia reactiva de distorsión, Es un inconveniente el transformador más complicado de arrollar, que posee en el lado secundario un circuito de triángulo y un circuito de estrella con la misma tensión polar respectiva. A través de esta disposición resulta un desplazamiento de fases de 30° con 12 fases. Para el desplazamiento de fases de 20° con 18 fases o de 15° con 24 fases deben añadirse de manera correspondiente dos fases adyacentes, con lo que el transformador necesario es todavía más caro, puesto que para cada fase se necesita, respectivamente, un arrollamiento completo, es decir, arrollamiento de baja tensión y arrollamiento de alta tensión con derivación separada.

25 Si se disponen tales arrollamientos adyacentes entre sobre un brazo común, entonces entre los arrollamientos dispuestos adyacentes entre sí hay que prever un espacio intermedio dimensionado suficientemente grande, que se necesita para la conducción aislada necesaria de los conductores de arrollamiento. Condicionado por ello, resulta una extensión espacial correspondiente de estos transformadores unida con una necesidad de espacio correspondiente.

30 Pero con frecuencia no se dispone del espacio necesario para ello, lo que conduce a problemas considerables de espacio o solamente permite variantes de circuito más sencillas, que van unidas con el inconveniente de ondulación residual no deseada, es decir, restos de tensión alterna.

Se conoce a partir del documento JP2000243636 A un transformador para un inversor trifásico con un arrollamiento primario de tres partes y con un arrollamiento secundario de nueve partes, en el que el arrollamiento primario está configurado de tal forma que se reduce un a distorsión de la corriente primaria.

35 Se conoce a partir del documento US 6208230 B1, que se considera como el estado más próximo de la técnica, un transformador con tres transformadores de una fase en configuración trifásica para la alimentación de corriente de un convertidor de control de corriente en circulación trifásica con una disposición de puente de doce impulsos, en la que cada uno de los transformadores de una fase posee un núcleo de dos brazos y los arrollamientos primarios y los arrollamientos secundarios están arrollados sobre al menos uno de los brazos del núcleo de dos brazos, de manera que el transformador está excitado constantemente por doce impulsos y se reduce el volumen total de los arrollamientos primarios.

40 Partiendo del estado de la técnica descrito anteriormente, el cometido de la invención es crear un transformador del tipo mencionado al principio, que permite por medio de medidas técnicas un aprovechamiento mejorado del espacio y de esta manera permite con el menor volumen de construcción posible un número lo más grande posible de arrollamientos.

45 Este cometido se soluciona de acuerdo con la invención por medio de los rasgos característicos de la reivindicación 1.

50 De acuerdo con ello, está previsto que cada arrollamiento esté formado por un arrollamiento de baja tensión próximo al núcleo, que está envuelto en cada caso por un arrollamiento de alta tensión asociado, que la distancia axial de los arrollamientos entre sí se reduzca al mínimo y que las líneas de salida de los arrollamientos de baja tensión estén conducidas axialmente. En este caso, las derivaciones de los arrollamientos de alta tensión pueden estar conducidas siempre en dirección radial hacia fuera.

La solución prevista de acuerdo con la invención del problema del espacio se consigue, por lo tanto porque se

reduce a un mínimo la distancia axial mutua de tres arrollamientos que están dispuestos adyacentes entre sí en cada caso sobre un brazo de núcleo, cuyo mínimo se determina a través de la distancia de aislamiento necesaria de los arrollamientos así como la influencia mutua que resulta de ello como consecuencia de las repercusiones eléctricas.

- 5 Esto se posibilita porque las líneas de salida de los arrollamientos de baja tensión no se conducen como hasta ahora en dirección radial, lo que eleva claramente la distancia axial del arrollamiento, sino que se conducen de acuerdo con la invención axialmente, es decir, paralelamente al eje del arrollamiento, en la zona entre el arrollamiento de baja tensión y el arrollamiento de alta tensión.

- 10 De manera ventajosa, en este caso se ha revelado que es favorable que las líneas de salida conducidas axialmente, es decir, paralelamente al eje de arrollamiento o bien al brazo del núcleo, estén provistas en cada caso con un tubo flexible retráctil como aislamiento y como protección. Este aislamiento está diseñado de acuerdo con las cargas eléctricas, por ejemplo en el caso de una potencia total de aproximadamente 5 MVA con 2 kV de tensión nominal, 230 kV de tensión de prueba y 60 kV de tensión de impacto y tiene con preferencia un espesor del aislamiento (= espesor de pared) de al menos 5 mm, con preferencia 6 mm, es decir, en total 12 mm, a los que se suma el espesor de los conductores.

Para conseguir una configuración favorable para el montaje, de acuerdo con un forma de realización preferida de la invención, está previsto que las líneas de salida de los arrollamientos de baja tensión estén conducidas en un lado paralelamente al brazo del núcleo, es decir, que todas las conexiones eléctricas de los arrollamientos de baja tensión están dispuestas sobre un lado del transformador configurado de esta manera.

- 20 De manera alternativa, de acuerdo con otra forma de realización de la invención, también puede estar previsto que las líneas de salida de uno de los arrollamientos dispuesto axialmente en el exterior estén conducidas hacia un lado y las líneas de salida de los otros dos arrollamientos de baja tensión estén conducidas axialmente paralelas al brazo del núcleo hacia el lado opuesto. Esta configuración se contempla especialmente cuando está disponible espacio suficiente.

- 25 Por razones de simetría con respecto a las propiedades eléctricas como también a las propiedades mecánicas, se prefiere la forma redonda circular del arrollamiento. Si se conducen ahora axialmente las líneas de salida de los arrollamientos de baja tensión que se encuentran en el interior, es decir, paralelamente al eje de arrollamiento a lo largo de la periferia hacia fuera, se producen forzosamente puntos de interferencia en la periferia que conducen en los arrollamientos de alta tensión arrollados encima en el lado exterior forzosamente a desviaciones locales con respecto a la forma circular, por ejemplo a secciones transversales ovaladas del arrollamiento.

- 30 Aquí se ha revelado ya que es ventajoso que las líneas de salida de los arrollamientos de baja tensión estén conducidas desplazadas entre sí en torno a 120° en la periferia, paralelamente al brazo del núcleo. De esta manera se consigue, al menos aproximadamente, una homogeneización de la periferia del arrollamiento. Al mismo tiempo a través de la división espacial de las líneas de salida de los diferentes arrollamientos de baja tensión en la periferia se reduce el peligro de una influencia eléctrica mutua posible en una medida decisiva.

En lugar de la forma circular, de acuerdo con la invención se puede aplicar evidentemente también una forma rectangular o una forma ovalada para la configuración de la sección transversal de la bobina. No obstante, en este caso, se contempla de manera ventajosa siempre una geometría del arrollamiento lo más uniforme posible.

- 40 Para con seguir una configuración lo más uniforme posible de cada arrollamiento completo, es decir, que está constituido por arrollamiento de baja tensión y arrollamiento de alta tensión, de acuerdo con un desarrollo ventajoso de la configuración de acuerdo con la invención está previsto disponer en la zona entre los arrollamientos parciales, es decir, entre el arrollamiento de baja tensión y el arrollamiento de alta tensión, unos distanciadores similares a cáscaras distribuidos de manera uniforme sobre la periferia de material aislante.

- 45 Estos distanciadores sirven para rellenar el espacio no ocupado por una línea de salida del arrollamiento y de esta manera compensar cualquier desviación del arrollamiento con respecto a la configuración uniforme pretendida y de este modo no permitir que se produzcan en absoluto desviaciones no deseadas. De manera correspondiente, el espesor de estas cáscaras de aislamiento está dimensionado de tal forma que corresponde aproximadamente al espesor de una línea de salida.

- 50 Con preferencia, cada uno de los distanciadores en forma cáscara, que están dispuestos entre los arrollamientos posee en la dirección circunferencial una anchura tal que entre las cáscaras distanciadoras adyacentes con relación a la periferia permanece en cada caso un intersticio, en el que se puede insertar la línea de salida respectiva. En este caso, una cáscara distanciadora de este tipo se extiende como máximo sobre la periferia hasta el punto de que, por ejemplo, en el caso de tres cáscaras distanciadoras, resulta una superficie residual no cubierta, cuya anchura corresponde a la de tres líneas de salida.

- 55 Dado el caos, estas cáscaras de aislamiento pueden estar configuradas de forma modular o del tipo de caja de

- construcción, de manera que en la fabricación de un arrollamiento, la posición respectiva de la línea de salida correspondiente está ya predeterminada. Así, por ejemplo, para la conducción unilateral de las líneas de salida respectivas puede estar previsto que para el primer arrollamiento más alejado del lado de conexión no esté previsto ningún espacio intermedio, para el arrollamiento central siguiente esté previsto, respectivamente, un espacio intermedio y para el primer arrollamiento así como para el arrollamiento central y para el tercer arrollamiento siguiente en el lado de conexión estén previstos, en total, tres espacios intermedios. De esta manera, los espacios intermedios previstos en cada caso están alineados con los espacios intermedios asociados de los arrollamientos vecinos.
- De acuerdo con otra configuración ventajosa de la invención, paralelamente a los espacios intermedios para las líneas de salida respectivas de los arrollamientos de baja tensión, en los distanciadores en forma de cáscara pueden estar previstos también intersticios para canales de refrigeración, a través de los cuales fluye o bien circula un gas, por ejemplo aire u otro fluido como refrigerante.
- De acuerdo con otra variante de configuración ventajosa se ha revelado conveniente fundir los arrollamientos completos, es decir, los arrollamientos formados por el arrollamiento de baja tensión y el arrollamiento de alta tensión, junto con el aislamiento de las líneas de salida con resina sintética, para que después de la fabricación del arrollamiento completo no se produzcan daños o bien perjuicios de los arrollamientos individuales.
- En principio, el transformador de acuerdo con la invención puede presentar tres o más brazos de núcleo provistos, respectivamente, con tres o más, por ejemplo cuatro arrollamientos de baja tensión dispuestos adyacentes entre sí y arrollamientos de alta tensión arrollados encima, cuyos extremos de los brazos están conectados en cada caso por medio de yugos. En este caso, se ha revelado que es conveniente disponer los brazos de núcleo individuales adyacentes entre sí en un plano común.
- En el caso de cuatro o más arrollamientos por cada brazo de núcleo, las líneas de salida están conducidas, como ya se ha explicado anteriormente, en la periferia del arrollamiento de baja tensión respectivo igualmente hacia el lado y en concreto o bien sólo hacia un lado o, por ejemplo, simétricamente hacia ambos lados.
- Éstas y otras configuraciones ventajosas y mejoras de la invención son objeto de las reivindicaciones dependientes.
- Con la ayuda de un ejemplo de realización representado en el dibujo adjunto se explican y describen en detalle la invención, configuraciones ventajosas y mejoras de la invención así como ventajas especiales de la invención. En este caso:
- La figura 1 muestra un transformador con una disposición de arrollamiento convencional de acuerdo con el estado de la técnica en representación esquemática desde el lado.
- La figura 2 muestra un transformador de acuerdo con la invención, respectivamente, con tres arrollamientos dispuestos adyacentes sobre un brazo del núcleo.
- La figura 3 muestra una sección transversal a través de un arrollamiento según las líneas de intersección A-A en la figura 2 con líneas de salida de los arrollamientos de baja tensión conducidas a través del mismo.
- En la figura 1 se muestra un transformador 10, por ejemplo para la utilización para rectificadores u onduladores, en representación esquemática desde el lateral, que está configurado con una disposición convencional de arrollamientos 1 a 3 de acuerdo con el estado de la técnica, en el que tres arrollamientos 12 respectivos están dispuestos adyacentes sobre un brazo de núcleo común 22. En general, están previstos tres brazos de núcleo 22, que están arrollados con arrollamientos designados en cada caso con los números 1 a 9. Los arrollamientos 12 están constituidos, respectivamente, por un arrollamiento de baja tensión 14 y un arrollamiento de alta tensión 16 que se conecta radialmente en aquél.
- La estructura de núcleo del transformador está constituida en el ejemplo mostrado en la figura 1 del estado de la técnica por tres brazos de núcleo 22 dispuestos paralelos entre sí, en cuyos extremos un yugo continuo 24 cierra, respectivamente, el círculo magnético.
- Los arrollamientos 12 dispuestos en cada caso sobre un brazo de núcleo 22 tienen en este caso una distancia tal entre sí que se garantiza un aislamiento suficiente para las líneas de salida 20, conducidas radialmente en medio, de los arrollamientos de baja tensión 14. Las líneas de salida 18 de los arrollamientos de alta tensión 16 están conducidas de la misma manera radialmente en la periferia exterior de cada arrollamiento 12.
- No obstante, este tipo de construcción no es muy economizador de espacio y se necesita un espacio considerable para un transformador de este tipo. El espacio está dimensionado, en general, escaso y con frecuencia se aprovecha bien, de manera que existe el deseo estricto de dimensiones más reducidas para tales transformadores.
- Aquí entra la invención, que se refiere a un transformador 11 mostrado en la figura 2 igualmente en representación

esquemática desde el lateral.

El transformador 11 mostrado en la figura 2 está previsto de la misma manera para la utilización para rectificadores y/u onduladores y de acuerdo con ello posee igualmente, en total, nueve arrollamientos 32, que se identifican igualmente, es decir, de la misma manera que el transformador mostrado en la figura 1, con los números 1 a 9.

5 Cada uno de los arrollamientos 32 dispuestos en cada caso adyacentes entre sí está constituido por un arrollamiento de baja tensión 34 y por un arrollamiento de alta tensión 36 arrollado radialmente encima en el lado exterior, que es atravesado en el centro por un brazo de núcleo 22, que está conectado en cada caso en ambos extremos mecánicamente con un yugo 24 y de esta manera cierra el círculo magnético.

10 También aquí las líneas de salida 28 del arrollamiento de alta tensión 36 están guiadas en cada caso radialmente hacia fuera, mientras que las líneas de salida 30 del arrollamiento de baja tensión 34 están conducidas en cada caso en su periferia axialmente, es decir, paralelamente a su eje de arrollamiento o bien paralelamente a la dirección de extensión de los brazos de núcleo 22 del transformador 11, en la zona entre el arrollamiento de baja tensión 34 y el arrollamiento de alta tensión 36, respectivamente, hacia un lado.

15 En la figura 3 se muestra una vista en sección de la sección transversal de un arrollamiento 32 a lo largo de la línea de intersección A-A en la figura 2, en la que se puede reconocer la zona mencionada anteriormente entre el arrollamiento de baja tensión 34 y el arrollamiento de alta tensión 36 como intersticio anular 35.

20 Esta zona designada como intersticio anular 35, en la que están conducidas las líneas de salida 30, ya es necesaria por razones del aislamiento eléctrico de los dos arrollamientos parciales, a saber, el arrollamiento de baja tensión 34 y el arrollamiento de alta tensión 36, que se encuentran en diferentes niveles de tensión. A ello hay que añadir que también las líneas de salida 30 deben estar aisladas frente a los otros arrollamientos 3. Esto conduce a una elevación del intersticio anular 35 de al menos 20 mm, en el que se extienden las líneas de salida 30 y que está relleno, por lo demás, con material aislante como distanciador 38.

25 De acuerdo con la invención, en este intersticio anular 35 representado con más detalle en la figura 3 están conducidas axialmente las líneas de salida 30 respectivas de los arrollamientos de baja tensión 34 de los arrollamientos 32 dispuestos adyacentes sobre un brazo de núcleo común 22.

30 Como se puede reconocer claramente en la figura 2, se podría reducir considerablemente la distancia lateral de los arrollamientos 32 entre sí como consecuencia de la disposición de acuerdo con la invención de las líneas de salida 30 paralelamente al eje de arrollamiento o bien al eje longitudinal del brazo de núcleo 22, lo que tiene como consecuencia, en comparación con transformadores 10 convencionales del estado de la técnica, una anchura claramente menor del transformador 11 de acuerdo con la invención con los mismos datos de potencia.

35 En la figura 3 se reproduce, como ya se ha mencionado, una representación en sección a través de un arrollamiento 32 a lo largo de la línea de intersección A-A indicada en la figura 2. Muestra alrededor de un núcleo 22 en primer lugar un arrollamiento de baja tensión 34. Aquí se conecta la zona ya mencionada igualmente, designada como intersticio anular 35, en la que están dispuestas las líneas de salida 30, que se extienden axialmente, de los arrollamientos de baja tensión 34 con un desplazamiento angular de aproximadamente 120° con respecto a la periferia.

40 Además, en el intersticio anular 35 están previstos unos distanciadores 38, que sirven para separar eléctricamente el arrollamiento de baja tensión 34 y el arrollamiento de alta tensión 35 uno del otro así como para obtener la forma circular del arrollamiento 32. Al mismo tiempo, en el intersticio anular 35 están dispuestos también unos canales 40 que se extienden axialmente para fluido de refrigeración, que circula a través de ellos y en este caso absorber el calor que resulta de la carga de corriente de los arrollamientos 32.

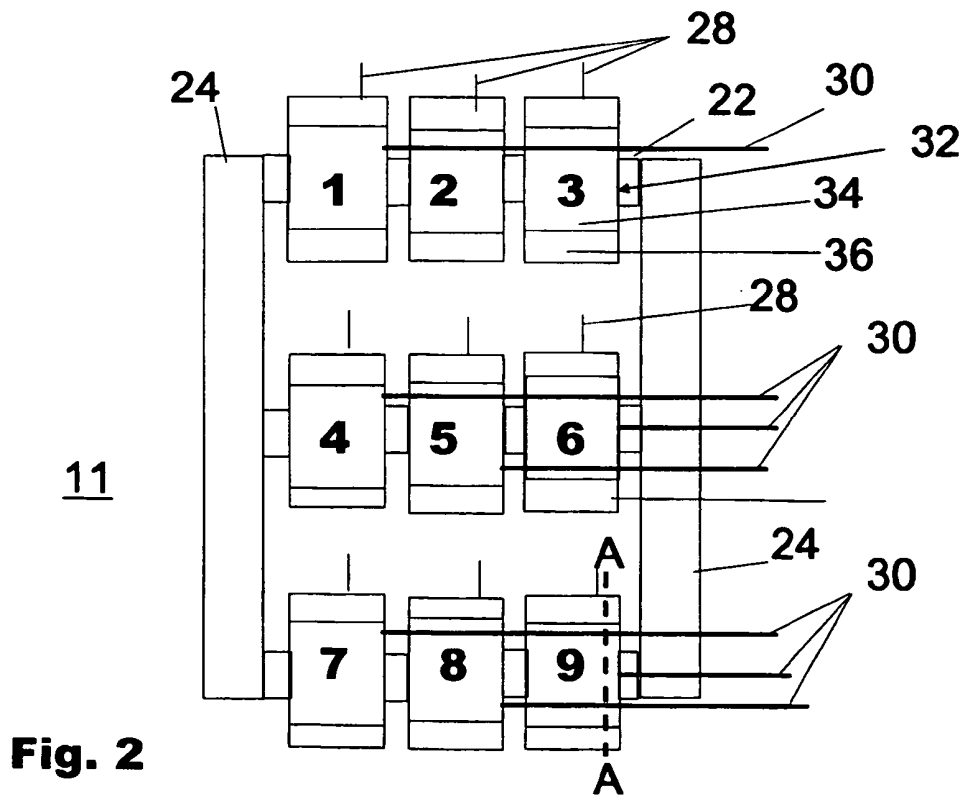
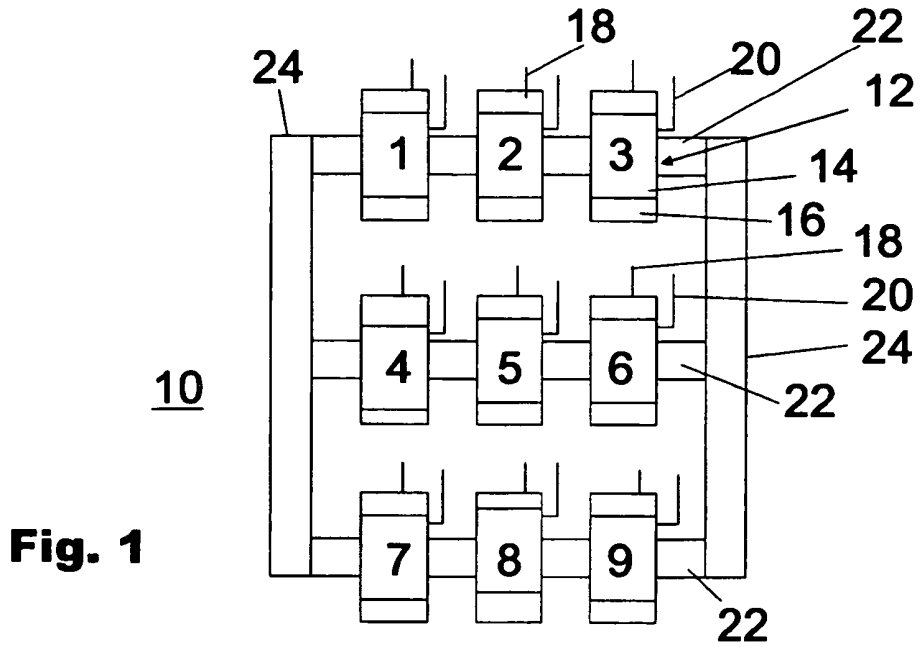
Lista de signos de referencia

- 10 Transformador
- 11 Transformador
- 45 12 Arrollamiento
- 14 Arrollamiento de baja tensión
- 16 Arrollamiento de alta tensión
- 18 Línea de salida de alta tensión
- 20 Línea de salida de baja tensión
- 50 22 Brazo del núcleo
- 24 Yugo
- 28 Línea de salida de alta tensión
- 30 Línea de salida de baja tensión
- 32 Arrollamiento
- 55 34 Arrollamiento de baja tensión

35	Intersticio anular
36	Arrollamiento de alta tensión
38	Distanciador
40	Canal de refrigeración

REIVINDICACIONES

- 5 1.- Transformador (11) con al menos un brazo de núcleo (22), sobre el que están dispuestos tres arrollamientos (32) adyacentes axialmente, cuyas líneas de salida (28, 30) están conducidas en cada caso aisladas unas de las otras, **caracterizado** porque cada arrollamiento (32) está formado por un arrollamiento de baja tensión (34) próximo al núcleo, que está envuelto en cada caso por un arrollamiento de alta tensión (36) asociado y porque las líneas de salida (30) de los arrollamientos de baja tensión (34) están conducidas axialmente de tal forma que se reduce al mínimo la distancia lateral de los arrollamientos (32) entre sí.
- 10 2.- Transformador de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado** porque las líneas de salida (30) de los arrollamientos de baja tensión (3) están conducidas paralelamente al brazo del núcleo, respectivamente, en la zona (35) entre el arrollamiento de baja tensión (34) y el arrollamiento de alta tensión (36).
- 3.- Transformador de acuerdo con la reivindicación 1 ó 2, **caracterizado** porque las líneas de salida (30) de los arrollamientos de baja tensión (34) están desplazados 120° entre sí con relación a la periferia paralelamente al brazo del núcleo (22).
- 15 4.- Transformador de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque las líneas de salida (30) de los arrollamientos de baja tensión (34) están conducidas por un lado lateralmente al brazo del núcleo (22).
- 20 5. Transformador de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque las líneas de salida (30) de uno de los arrollamientos (34) dispuesto axialmente en el exterior están conducidas hacia un lado y las líneas de salida (30) de los otros dos arrollamientos de baja tensión (34) están conducidas axialmente paralelas al brazo del núcleo (22) hacia el lado opuesto.
- 6.- Transformador de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque las líneas de salida (30) conducidas axialmente paralelas al brazo del núcleo (22) están provistas en cada caso con un tubo flexible retráctil.
- 25 7.- Transformador de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizado** porque entre los arrollamientos de baja tensión (34) y los arrollamientos de alta tensión (36) que los rodean están insertados distanciadores (38) similares de cáscaras, cuya extensión radial corresponde aproximadamente al espesor de una línea de derivación (30) y que generan de esta manera un intersticio anular (35) entre el arrollamiento de baja tensión (34) y el arrollamiento de alta tensión (36).
- 30 8.- Transformador de acuerdo con la reivindicación 7, **caracterizado** porque entre cada uno de los dos distanciadores (38) similares a cáscaras, que están insertados entre los arrollamientos de baja tensión y de alta tensión (34, 36), permanece un intersticio libre paralelo al eje para una línea de salida (30).
- 9.- Transformador de acuerdo con la reivindicación 7 u 8, **caracterizado** porque cada distanciador (38) similar a una cáscara, que está insertado entre los arrollamientos de baja tensión y de alta tensión (34, 36), presenta una anchura tal que se extiende sobre una zona angular de > 120°.
- 35 10.- Transformador de acuerdo con una de las reivindicaciones 7 a 9, **caracterizado** porque en el intersticio anular (35) está previsto al menos un canal (40) para la circulación con fluido de refrigeración.
- 40 11.- Transformador de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque están previstos tres brazos de núcleo (22) provistos, respectivamente, con tres arrollamientos (32) dispuestos adyacentes entre sí y formados por arrollamientos de baja tensión (34) y por arrollamientos de alta tensión, cuyos extremos de los brazos están unidos, respectivamente, entre sí por medio de yugos (24).



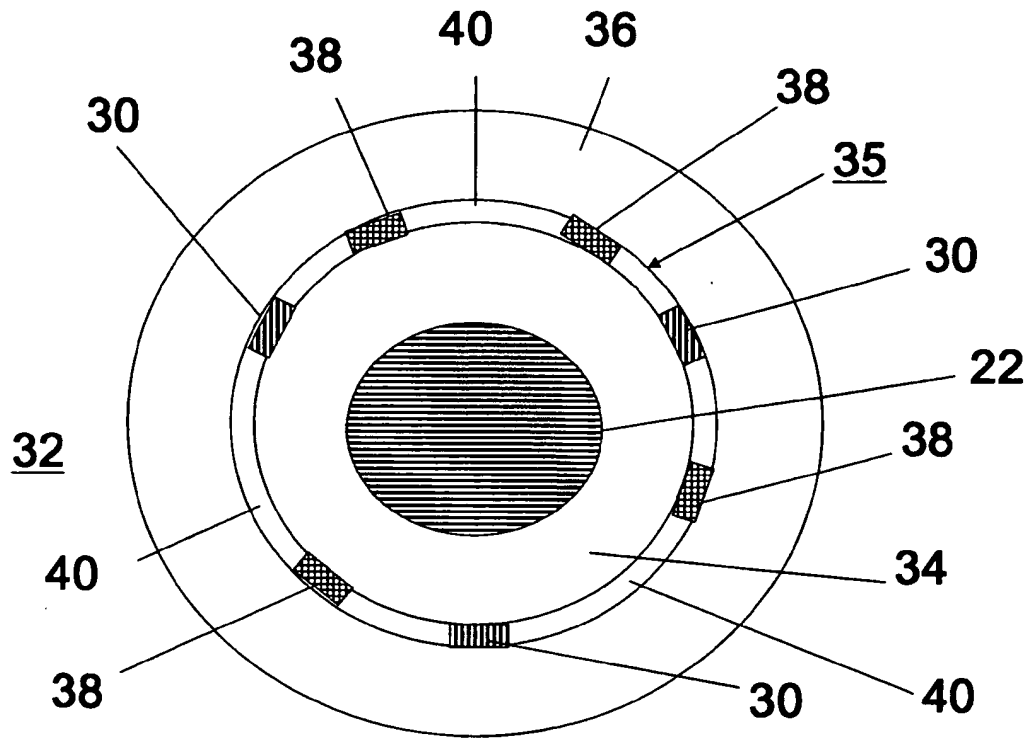


Fig. 3