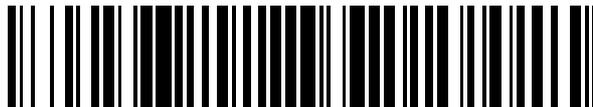


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 453 979**

51 Int. Cl.:

H01F 27/12 (2006.01)

H01F 27/02 (2006.01)

H01F 27/32 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **08.12.2011** **E 11009670 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.02.2014** **EP 2602800**

54 Título: **Transformador de aceite**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
09.04.2014

73 Titular/es:

ABB TECHNOLOGY AG (100.0%)
Affolternstrasse 44
8050 Zürich, CH

72 Inventor/es:

GUSTAFSSON, ANDREAS;
WEDIN, ERIK;
ENGSTRÖM, JOHAN;
FORSBERG, ERIK;
SCHMIDT, LARS y
BRENDEL, HARTMUT

74 Agente/Representante:

UNGRÍA LÓPEZ, Javier

ES 2 453 979 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 de aceite

5 La invención se refiere a un transformador de aceite, que comprende un recipiente del transformador, un núcleo del transformador montado en el mismo, al menos un serpentín del transformador cilíndrico hueco vertical con al menos un canal de enfriamiento axial dispuesto alrededor de un miembro del núcleo del transformador, una cámara de aceite dispuesta en un lado frontal axial del serpentín del transformador, donde está prevista al menos una primera abertura que conduce de la cámara interna a la correspondiente parte frontal del serpentín del transformador y
10 donde está prevista al menos una segunda abertura dentro de los límites alrededor de la cámara de aceite.

Se conoce que los transformadores en las redes de distribución de energía con un índice de voltaje de por ejemplo 110 kV o 380 kV suelen diseñarse como transformadores de aceite. El núcleo del transformador con sus serpentines está dispuesto en un recipiente lleno de aceite, donde el aceite es en un lado el medio de aislamiento y en el otro
15 lado el medio de enfriamiento. Generalmente el aceite circula entre los canales de enfriamiento a través de los enrollamientos del serpentín, donde se generan pérdidas de calor durante el funcionamiento del transformador y de un dispositivo de enfriamiento que transfiere el calor del aceite al ambiente del exterior. La circulación del aceite puede generarse por medio de una bomba por ejemplo aunque también es posible la convección natural.

20 El serpentín del transformador tiene que reforzarse mecánicamente para poder soportar las fuerzas mecánicas que tienen lugar entre los enrollamientos vecinos del conductor durante el cortocircuito, lo que puede provocar una corriente temporal de por ejemplo 100 kA o mayor. Especialmente dicho refuerzo mecánico es necesario en la dirección axial del enrollamiento del transformador, donde en la dirección radial la disposición del enrollamiento en forma de anillo alrededor del eje de enrollamiento es lo suficientemente fuerte como para soportar las
25 correspondientes fuerzas del cortocircuito. Comparado con las fuerzas provocadas por el peso del propio serpentín del transformador, las fuerzas axiales durante el cortocircuito pueden, por ejemplo, ser cinco veces mayores.

Así una estructura de sujeción axial es necesaria en ambos extremos axiales del serpentín del transformador, la cual aplica una presión de sujeción axial en los extremos axiales del serpentín y evita la deformación mecánica del
30 serpentín en dirección axial durante el cortocircuito. Esta estructura de sujeción deberá diseñarse de manera que se permita el flujo de aceite a través de esta estructura hacia los canales de enfriamiento internos del serpentín del transformador sujetos al mismo, respectivamente desde los canales de enfriamiento internos a través de la estructura de sujeción en el lado opuesto del enrollamiento del transformador.

35 Generalmente se prevé una cámara de aceite para un flujo de aceite mejorado a través de los canales de enfriamiento de los correspondientes serpentines del transformador. Dicha cámara de aceite tiene normalmente forma de disco y está colocada debajo de un serpentín vertical correspondiente y está conectada de forma fluida con sus canales de enfriamiento axiales. El aceite enfriado se presuriza dentro de esta cámara de aceite, para que el aceite fluya hacia arriba a través de los canales de enfriamiento hasta el extremo axial superior del serpentín.
40 Normalmente la sujeción inferior del serpentín está integrada como parte de una cámara de aceite. Así una cámara de aceite comprende un anillo de presión que configura la placa base de la cámara de aceite, así como un anillo separador, donde están previstas paredes bajas contiguas adicionales en los extremos radiales del anillo separador para permitir que la cámara interna aguante la presión del aceite. Además se prevén paneles planos perforados encima del anillo separador, los cuales configuran la cubierta superior de la cámara de aceite. El propósito de la
45 perforación es el paso del aceite de la cámara de aceite interior al enrollamiento del transformador.

Un ejemplo de una cámara de aceite se divulga por ejemplo en el documento presentado US 4424502. *El documento de patente US 4145679 A1 presentado divulga un aparato transformador enfriado y aislado eléctricamente por medio de un dieléctrico líquido vaporizable que tiene un punto de ebullición dentro del intervalo normal de temperatura operativa del transformador. Un espacio superior que contiene aceite (44) se prevé en el lado superior del serpentín del transformador que comprende canales de enfriamiento axiales. Otro ejemplo de un transformador con un circuito de enfriamiento interno de un líquido tal como el aceite se divulga en el documento WO 2010/102669 A1, donde barras de sujeción superiores e inferiores se prevén en la parte superior e inferior del serpentín del transformador que comprende canales de enfriamiento axiales. Las barras inferiores forman cuerpos en forma de canales para guiar el aceite a través de los mismos.*
50

Otros transformadores de aceite con canales de enfriamiento axiales que se extienden a través del serpentín del transformador se divulgan en los documentos EP-2 04 02 73 A1, EP-0 61 63 41 A1, JP-59 15 95 12 y JP-58 15 42
60 13.

Desgraciadamente en el estado de la técnica un dispositivo semejante es por un lado difícil de fabricar ya que el enrollamiento del transformador, que puede pesar varias toneladas, está generalmente montado directamente encima de la cámara de aceite. Por otro lado la efectividad del sistema de enfriamiento no es tan elevada, ya que el aceite es succionado por la parte superior del recipiente, donde el aceite calentado del serpentín del transformador
65 ya se ha mezclado con el resto de aceite.

En base a este estado de la técnica es objeto de la invención proporcionar un transformador de aceite que tenga un sistema de enfriamiento mejorado y que sea más fácil de montar.

Un transformador de aceite de acuerdo con la presente invención se define en la reivindicación 1.

5 Una cámara de aceite como tal deberá entenderse como un espacio interior rodeado por límites, las respectivas paredes, de manera que pueda generarse subpresión en la misma. Las paredes no tienen por qué ser parte de la cámara de aceite necesariamente. Además pueden construirse por medio de paredes o de lados de partes contiguas.

10 Así el flujo de aceite a través de los canales de enfriamiento axiales del serpentín del transformador es dirigido hacia arriba para que incluso si no se hubiera previsto una bomba o dispositivo equivalente para la revolución del aceite, se lleve a cabo un circuito de enfriamiento natural, al menos como solución alternativa. De una manera ventajosa el aceite es aspirado por el extremo axial superior del serpentín del transformador y preferentemente directamente alimentado a un sistema de enfriamiento utilizando una bomba o dispositivo equivalente.

15 La mayor parte de las pérdidas de calor se generan en los enrollamientos del serpentín del transformador. Durante el funcionamiento del transformador el aceite circulante se calienta dentro de los canales de enfriamiento del serpentín del transformador y a continuación se alimenta directamente a un sistema de enfriamiento fuera del transformador. Ya que este aceite no se mezcla con otro aceite dentro del recipiente del transformador, que puede no estar tan caliente, la temperatura del aceite que fluye al sistema de enfriamiento es bastante elevada. Cuanto mayor sea la diferencia de temperatura entre el aceite que se va a enfriar y el ambiente al que deba transferirse el calor, mayor será la efectividad del sistema de enfriamiento. Así el efecto de enfriamiento se ve aumentado de forma ventajosa.

25 Elementos separadores en forma de nervaduras se prevén dentro de la cámara de aceite, que son adecuados para soportar una fuerza de presión en el serpentín del transformador. En caso de cortocircuito la corriente eléctrica a través del enrollamiento puede aumentar temporalmente hasta un valor de 100 kA o más. Así se aplican fuerzas entre los enrollamientos contiguos. En la dirección radial el enrollamiento soporta dichas fuerzas debido a su disposición circular alrededor de un eje central (virtual). En la dirección axial la estructura del enrollamiento del transformador como tal no está prevista para que soporte dichas fuerzas, que pueden suponer cinco veces o más el peso del propio serpentín del transformador. Así deberá preverse una fijación del serpentín en cada uno de los extremos axiales del al menos serpentín del transformador para aplicar una correspondiente fuerza de presión al mismo. Por esta razón los elementos separadores, que pueden estar distribuidos por ejemplo de forma radial o axial, están previstos para que apliquen dicha fuerza de presión en el extremo axial superior del serpentín. Para garantizar un flujo de aceite sin dificultad entre la cámara de aceite y la parte frontal axial del serpentín del transformador, están conectados de forma fluida.

30 Preferentemente el al menos un canal de enfriamiento axial del serpentín del transformador y la al menos una primera abertura están dispuestos de forma al menos aproximadamente congruente en relación a sus secciones transversales. Generalmente una de las paredes en un lado axial de la cámara de aceite es un anillo de presión y en el lado opuesto son paneles planos perforados, que comprenden la al menos una primera abertura como conexión con el correspondiente lado frontal del serpentín del transformador, sus respectivos canales de enfriamiento. Una adaptación aproximadamente congruente de las respectivas disposiciones de las secciones transversales correspondientes mejoró una vez más el flujo de aceite que circula sin dificultad entre la cámara de aceite y los canales de enfriamiento.

35 Preferentemente la al menos una segunda abertura se prolonga desde la cámara de aceite de forma semejante a un tubo. Así se configura un conducto de salida desde la cámara de aceite interna a través del recipiente, que preferentemente termina directamente en un sistema de enfriamiento fuera del transformador, donde el aceite se enfría y se alimenta de nuevo al recipiente del transformador. En caso de que se dispongan varios, en especial tres, serpentines del transformador dentro del recipiente del transformador, pueden configurarse varios conductos como un conducto común de recolección. Además es posible recoger el aceite que sale de la cámara de aceite a presión en una tubería más grande antes de conducirlo al equipo de enfriamiento.

40 Preferentemente la al menos una segunda abertura conduce desde la cámara de aceite directamente a un sistema de enfriamiento fuera del recipiente del transformador, donde se puede configurar una conexión correspondiente como conducto de recogida. Así el aceite calentado se alimenta al sistema de enfriamiento externo a su máxima temperatura. Un sistema de enfriamiento externo puede ser por ejemplo un intercambiador de calor con un ventilador de aire opcional por ejemplo y nervaduras de enfriamiento.

45 Preferentemente la cámara de aceite comprende una placa base en forma de anillo, elementos separadores en forma de nervaduras dispuestos en la misma y paredes bajas contiguas en los extremos radiales externo e interno de la placa base, donde la placa base está fabricada junto con al menos uno de los demás elementos como una parte monolítica. Tal y como se ha explicado antes, una cámara de aceite puede estar sometida a fuerzas de presión, especialmente en el caso de un cortocircuito. Así es necesario que la cámara de aceite soporte cierta

resistencia a la flexión. La resistencia a la flexión de una pieza depende por un lado de la altura de la pieza y por el otro lado de las características del material. Si por ejemplo se colocan dos barras idénticas una sobre otra, la resistencia a la flexión total será dos veces mayor que la de una sola barra. Si por otro lado se considera una barra monolítica del mismo material y el mismo tamaño, la resistencia a la flexión es cuatro veces mayor que la de una sola barra y dos veces mayor que la de dos barras independientes debido a una dependencia cuadrática entre el espesor y la resistencia a la flexión de las partes monolíticas.

Debido a que los elementos separadores de acuerdo con la invención tienen forma de nervaduras similares a una barra, estos son adecuados además para contribuir a una mayor resistencia a la flexión de la cámara de aceite. Así, una disposición de, por ejemplo, un anillo de presión de 9 cm y un anillo separador de 5 cm puede reemplazarse por una cámara de aceite al menos en parte monolítica de por ejemplo 11 cm de altura con una resistencia a la flexión equivalente y suficiente. Preferentemente se utiliza el procedimiento de fresado para fabricar dicha cámara de aceite al menos en parte monolítica. Esto suele venir soportado por sistemas CAD, para que pueda aplicarse una variación casi ilimitada de formas al mismo.

Preferentemente los elementos separadores en forma de nervaduras están formados en sus paredes laterales de manera que difieren de un plano perpendicular a la placa base, para que la distancia axial de fluencia a lo largo de las paredes laterales se vea prolongada. Dichos elementos separadores deberán cumplir además requisitos de aislamiento, cada uno de los lados frontales del serpentín de un transformador está a un nivel de alto voltaje durante el funcionamiento del transformador, mientras que el núcleo del transformador adyacente está a potencial de tierra. Puesto que el espesor total de la cámara de aceite se ve reducido ventajosamente por la invención, también está dentro del alcance de la invención conseguir al menos la misma capacidad de aislamiento axial proporcionada por medio de una cámara de aceite equivalente de acuerdo con el estado de la técnica.

Preferentemente la parte monolítica consiste en material laminado. Un material laminado consiste en diversas capas planas que están adheridas entre sí por medio de alta presión. Así se produce un bloque monolítico extremadamente rígido, que además es adecuado para ser fresado en la forma que se desee. De acuerdo con otro aspecto de la invención, la pieza respectiva del bloque monolítico consiste en al menos predominantemente tablero prensado. Este es un material de base celulósica de gran rigidez y excelente capacidad de aislamiento eléctrico, lo cual es muy adecuado para su uso en transformadores de aceite, por ejemplo como elemento de apoyo.

Otras realizaciones ventajosas de la invención se mencionan en las reivindicaciones dependientes.

La invención se explicará ahora en mayor detalle por medio de una realización ejemplar y en referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

La Figura 1 muestra un transformador de aceite ejemplar,
 La Figura 2 muestra una tercera cámara de aceite ejemplar,
 La Figura 3 muestra una cuarta cámara de aceite ejemplar,
 La Figura 4 muestra una quinta cámara de aceite ejemplar y
 La Figura 5 muestra un ejemplo de resistencia a la flexión de una barra laminada.

La Figura 1 muestra un transformador de aceite ejemplar 10 en un dibujo en sección. Un núcleo del transformador 14 con tres miembros 28 y dos serpentines del transformador verticales 16, 18 ejemplares, montados sobre el mismo está dispuesto dentro del recipiente del transformador 12. El recipiente del transformador 12 está lleno de aceite del transformador 30, que está previsto en un lado con fines de aislamiento eléctrico así como de enfriamiento.

Los serpentines del transformador 16, 18 son cilindros huecos que están dispuestos a lo largo de un correspondiente eje central virtual 40 y sujetos entre una fijación inferior del serpentín 24, 26 y una cámara de aceite superior 20, 22, que están contruidos de tal manera que pueda aplicar una fuerza de presión al serpentín, equivalente a las fijaciones inferiores del serpentín 24, 26. Las fijaciones inferiores del serpentín 24, 26 corresponden en principio más o menos a las cámaras de aceite 20, 22, por lo que comprenden una placa base con una abertura interna para un miembro del transformador 28 y elementos separadores dispuestos en la misma, a la vez que se forman canales de flujo 58 entre elementos separadores contiguos. Los canales de enfriamiento axiales 34, 36 están previstos a través de los serpentines del transformador 16, 18, de manera que el aceite del transformador 30 pueda fluir a través de ellos tal y como indica la flecha 38. Así el aceite del transformador se calienta a la vez que fluye a través de los canales de enfriamiento 34, 36 del transformador y se alimenta a continuación en las cámaras de aceite 20, 22. Las segundas aberturas de las cámaras de aceite son tubos prolongados 42, 44, que están conectados a un conducto recolector 48 para alimentar el aceite a través de un tubo de succión 50 a un sistema de enfriamiento 52. El sistema de enfriamiento 52 se configura como un intercambiador de calor con un ventilador no mostrado, que transfiere la energía calorífica al ambiente tal y como indican las flechas 54. Además una bomba no mostrada se prevé para generar una subpresión dentro de las cámaras de aceite 20, 22. También es posible utilizar otros medios para generar subpresión tal como radiadores o similares. Así la subpresión puede generarse además por medio de simples fuerzas de flotabilidad. Después de enfriar el aceite dentro del sistema de enfriamiento 52 este es alimentado de nuevo al recipiente interno del transformador 12 por medio de un tubo de salida 56.

Deberá asumirse que el tubo de salida 56 se prolonga a las zonas correspondientes por debajo de componentes térmicos críticos tal como por ejemplo enrollamientos del transformador 16, 18. Así el aceite enfriado alimentado desde el sistema de enfriamiento 52 se proporciona en dichas zonas, lo que puede requerir un enfriamiento reforzado, si no se utilizan por ejemplo radiadores.

5 La Figura 2 muestra una tercera cámara de aceite 60 ejemplar en un dibujo de una vista superior. En una placa base en forma de anillo 62 con abertura interna 68 diversos elementos separadores en forma de nervaduras 72, 74, 76 están dispuestos en dirección radial. Los extremos radiales interno y externo de la placa base 62 están rodeados de paredes bajas contiguas 64, 68, de manera que se forma una cámara interna. Una segunda abertura 72 se prevé en la pared contigua radial externa como salida para el aceite tal y como indica la flecha 78, pero la segunda abertura puede disponerse igualmente a través de las paredes superior o inferior de la cámara de aceite, dependiendo del espacio disponible dentro del transformador. La abertura se prolonga por medio de un tubo que puede alimentar fácilmente el aceite succionado de la cámara de aceite a un sistema de enfriamiento externo. La placa base 62 y las paredes contiguas 64, 66 están realizadas en una pieza monolítica, para que la estabilidad frente a la flexión de la cámara de aceite se vea aumentada de manera ventajosa. Un espesor típico de la placa base en una disposición monolítica semejante puede encontrarse entre los 8-12 cm, mientras que la altura de los elementos separadores, las respectivas paredes contiguas, pueden alcanzar los 6-8 cm.

20 La Figura 3 muestra una cuarta cámara de aceite 80 ejemplar en un dibujo de una vista superior. Esta cámara corresponde en principio a la cámara mostrada en la Figura 2, a la vez que se han previsto paneles planos perforados 82 adicionales que están encima del anillo separador, los cuales configuran la cubierta superior de la cámara de aceite en este dibujo. Cuando se montan en el extremo superior axial del serpentín de un transformador, dichos paneles perforados estarán en el fondo de la cámara de aceite. La colocación y sección transversal de los orificios de perforación, respectivamente las primeras aberturas 86, 87, 88 están adaptadas a la sección transversal y colocación de canales de enfriamiento axiales del enrollamiento de un transformador que se va a disponer debajo. La segunda abertura prolongada, el respectivo conducto de salida está marcada con el número de referencia 84. Dichos paneles planos no son parte de una estructura monolítica, ya que por motivos de fabricación, deberá observarse una accesibilidad plena a la cámara de aceite interna.

30 La Figura 4 muestra una quinta cámara de aceite 90 ejemplar en la sección transversal de una vista lateral. En torno a un eje central virtual 98 está prevista una placa base en forma de disco 92 con una pared contigua radial interna 94 y radial externa 96. La zona interior 100 de la cámara de aceite está formada por las paredes contiguas 92, 94, la placa base 92 y paneles planos 102 encima de esta cámara. Los elementos separadores dentro de la zona interior de la cámara de aceite no se muestran pero se da por hecho que están presentes.

35 La Figura 5 muestra un ejemplo de resistencia a la flexión de una barra laminada en un dibujo 110. Diversas capas 116, 118, 120, 122 de panel prensado están laminadas formando una barra. Entre las capas laminadas se ha añadido pegamento o por ejemplo resina epoxi durante el proceso de laminado. La barra está asentada por sus lados exteriores sobre dos apoyos triangulares 112, 114. Una fuerza de presión 124 se aplica en el centro de la barra. Cuanto menor sea la curvatura de la barra provocada por la fuerza de presión, mayor será la resistencia a la flexión. Debido a la elevada fuerza de adhesión entre las diferentes capas, la resistencia a la flexión de la barra laminada es al menos igual de elevada que la resistencia a la flexión de una barra enorme no laminada del mismo tamaño.

45 Lista de signos de referencia

- 10 transformador de aceite ejemplar
- 12 recipiente del transformador
- 14 núcleo del transformador
- 16 primer serpentín cilíndrico hueco vertical del transformador
- 18 segundo serpentín cilíndrico hueco vertical del transformador
- 20 primera cámara de aceite
- 22 segunda cámara de aceite
- 24 primera fijación del serpentín
- 26 segunda fijación del serpentín
- 28 miembro del transformador
- 30 aceite del transformador
- 32 apoyo de presión
- 34 primer canal de enfriamiento axial
- 36 segundo canal de enfriamiento axial
- 38 dirección del flujo a través del canal de enfriamiento
- 40 eje central virtual
- 42 prolongación de la segunda abertura del primer serpentín del transformador
- 44 prolongación de la segunda abertura del segundo serpentín del transformador

48	primer tubo de succión
50	segundo tubo de succión
52	sistema de enfriamiento
54	aire calentado
56	tubo de salida
60	tercera cámara de aceite ejemplar
62	placa base en forma de anillo
64	pared contigua radial interna
66	pared contigua radial externa
68	abertura interna
70	segunda abertura
72	elemento separador radial interno en forma de nervadura
74	elemento separador radial central en forma de nervadura
76	elemento separador radial externo en forma de nervadura
78	dirección del flujo hacia fuera de la cámara de aceite
80	cuarta cámara de aceite ejemplar
82	paneles planos
84	prolongación de la segunda abertura de la cuarta cámara de aceite
86	primera primera abertura de la cuarta cámara de aceite
87	segunda primera abertura de la cuarta cámara de aceite
88	tercera primera abertura de la cuarta cámara de aceite
90	quinta cámara de aceite ejemplar
92	placa base en forma de anillo
94	pared contigua radial interna
96	pared contigua radial externa
98	eje central virtual
100	zona interior de la quinta cámara de aceite
102	panel plano
110	ejemplo de resistencia a la flexión de una barra laminada
112	primer apoyo
114	segundo apoyo
116	primera capa de barra laminada
118	segunda capa de barra laminada
120	tercera capa de barra laminada
122	cuarta capa de barra laminada
124	fuerza

REIVINDICACIONES

1. Transformador de aceite (10), que comprende

- 5 • un recipiente del transformador (12),
 • un núcleo del transformador montado (14) en el mismo,
 • al menos un serpentín cilíndrico hueco vertical del transformador (16, 18) con al menos un canal de enfriamiento axial (34, 36) dispuesto en torno a un miembro (28) del núcleo del transformador (14),
 10 • una cámara de aceite (20, 22, 60, 80, 90) dispuesta *dentro del recipiente del transformador en el lado superior del serpentín vertical del transformador (16, 18) y que forma una fijación del serpentín para el serpentín del transformador aplicando presión al serpentín del transformador, donde elementos separadores en forma de nervadura (72, 74, 76) se proporcionan dentro de la cámara de aceite y son adecuados para soportar una fuerza de presión (124) en el serpentín del transformador (16, 18)*, donde se proporciona al menos una primera abertura (86, 87, 88) que conduce de la cámara interna (100) de la cámara de aceite al *lado superior* de serpentín del transformador (16, 18) *dentro de la cámara de aceite* y donde se proporciona al menos una segunda abertura (70) dentro de los límites alrededor (64, 66, 94, 96) de la cámara de aceite (20, 22, 60, 80, 90), donde la cámara de aceite es una cámara a presión y donde al menos una primera abertura (86, 87, 88) es un puerto de entrada *para el flujo de aceite* a la cámara de aceite y la al menos una segunda abertura (70) es un puerto de salida (78) *del flujo de aceite* al exterior de la cámara de aceite.

20 2. Transformador de aceite de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado por que** la cámara de aceite (20, 22, 60, 80, 90) está conectada de forma fluida con el lado frontal axial superior (40) del serpentín del transformador (16, 18).

25 3. Transformador de aceite de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, **caracterizado por que** el al menos un canal de enfriamiento axial (34, 36), del serpentín del transformador (16, 18) y la al menos una primera abertura (86, 87, 88) están dispuestos de manera congruente en relación a sus secciones transversales.

30 4. Transformador de aceite de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** la al menos una segunda abertura (70) se prolonga (42, 44) desde la cámara de aceite (20, 22, 60, 80, 90) de manera semejante a un tubo.

35 5. Transformador de aceite de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** la al menos una segunda abertura (70) conduce desde la cámara de aceite (20, 22, 60, 80, 90) a un sistema de enfriamiento (52) fuera del recipiente del transformador (12).

40 6. Transformador de aceite de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** la cámara de aceite (20, 22, 60, 80, 90) comprende una placa base en forma de anillo (62, 92), estando los elementos separadores en forma de nervadura (72, 74, 76) dispuestos en la placa base *dentro de la cámara de aceite* y las paredes bajas contiguas (64, 66, 94, 96) en el extremo radial exterior e interior de la placa base (62, 92) mientras que la placa base (62, 92), está fabricada junto con al menos una de las paredes contiguas (64, 66, 94, 96) como una parte monolítica.

45 7. Transformador de aceite de acuerdo con la reivindicación 6, **caracterizado por que** los elementos separadores en forma de nervadura (86, 87, 88) están formados en sus paredes laterales de manera que difieren de un plano perpendicular a la placa base (62, 92) para que la distancia de fluencia a lo largo de las paredes laterales se vea prolongada.

50 8. Transformador de aceite de acuerdo con la reivindicación 6 o 7, **caracterizado por que** la parte monolítica consiste en material laminado.

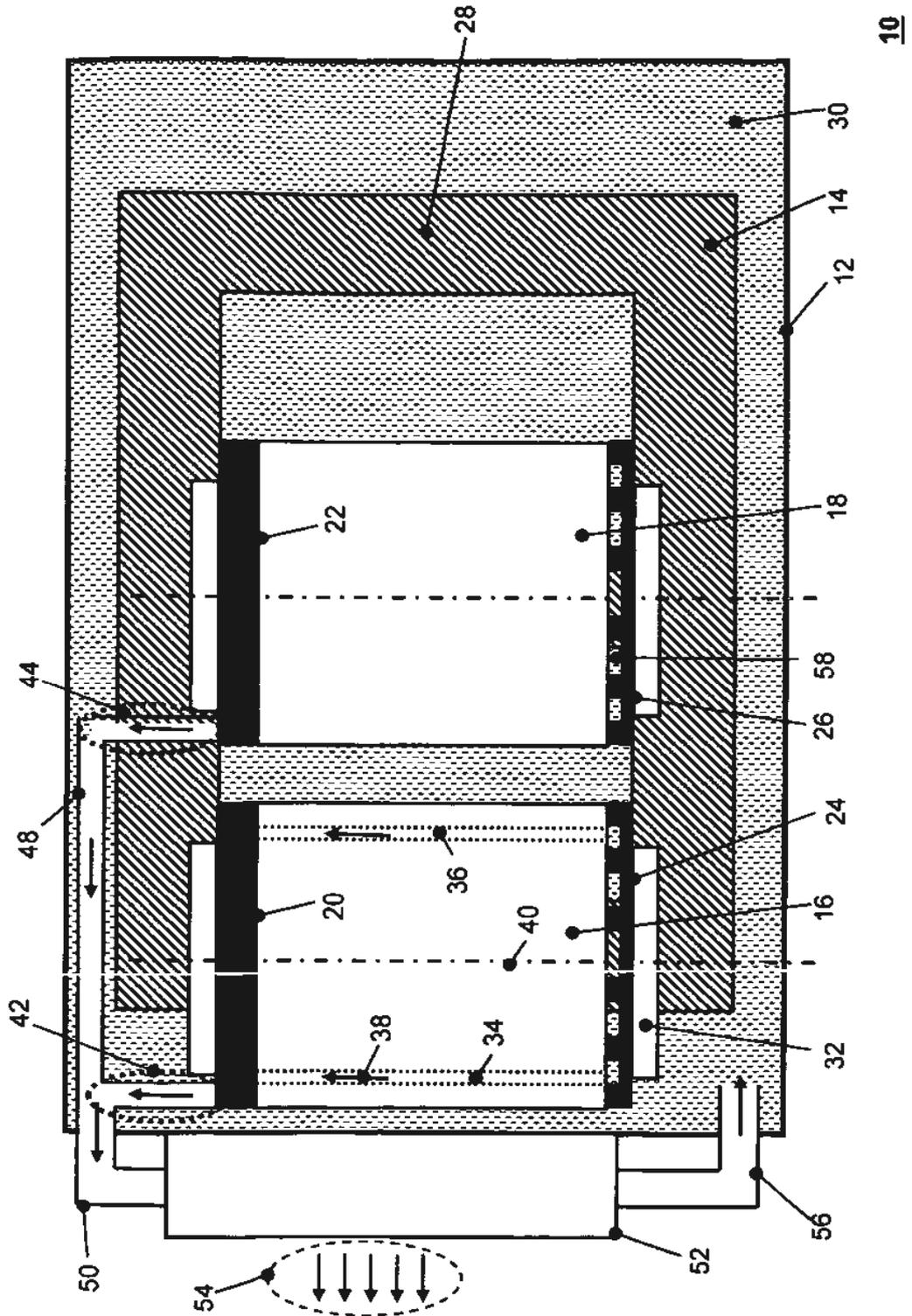


Fig. 1

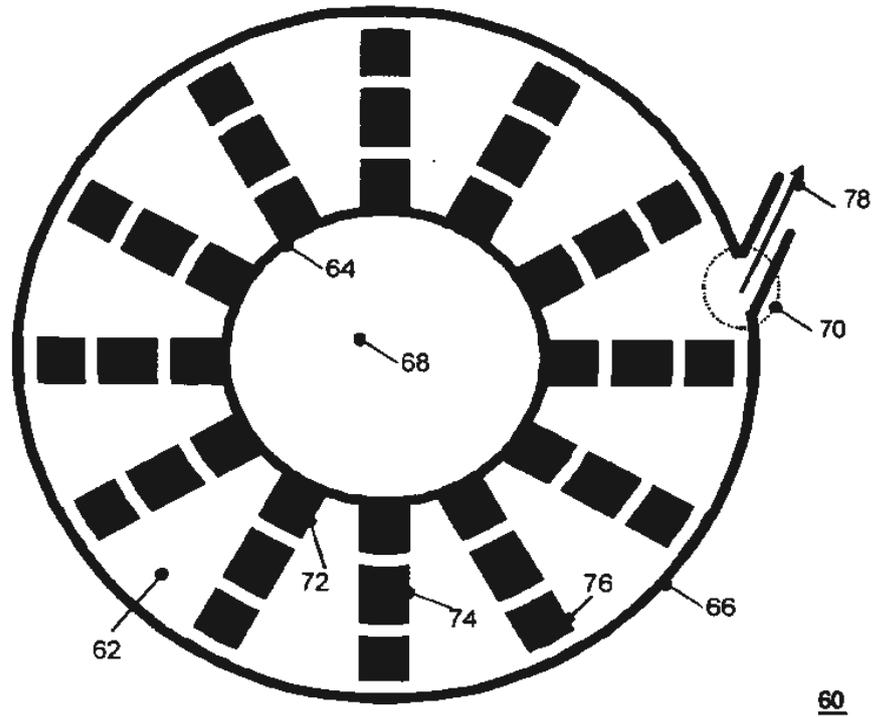


Fig. 2

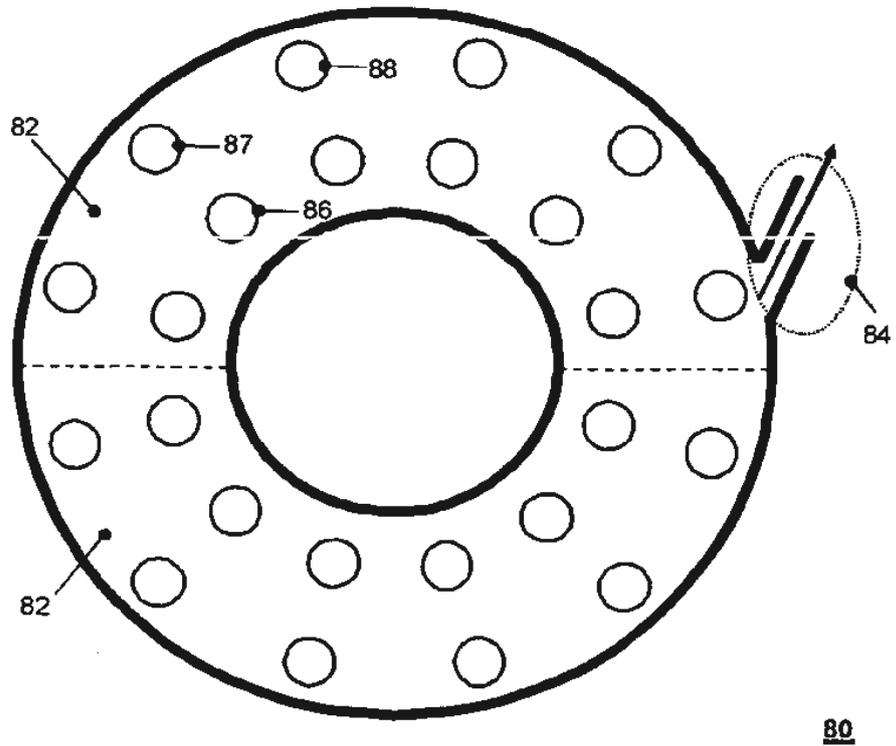


Fig. 3

