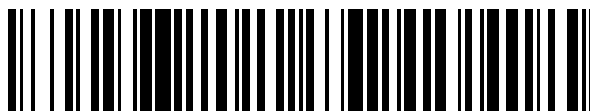


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 532 363**

51 Int. Cl.:

H01F 27/24 (2006.01)

H01F 27/28 (2006.01)

H01F 27/38 (2006.01)

H01F 30/12 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.09.2012** **E 12006409 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.01.2015** **EP 2709124**

54 Título: **Transformador**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
26.03.2015

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

CORNELIUS, FRANK;
ZHANG, JIAHUA;
CARLEN, MARTIN;
STEINMETZ, THORSTEN y
WEBER, BENJAMIN

74 Agente/Representante:

UNGRÍA LÓPEZ, Javier

ES 2 532 363 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

La invención se refiere a un transformador con las características de la reivindicación 1 de la patente.

Un ejemplo de un transformador se describe en la publicación US-A-2010103585.

5 Se conoce, en general, que en las redes de distribución de energía eléctrica se emplean transformadores para acoplar entre sí fuentes de alimentación de diferentes planos de la tensión. Tales transformadores se realizan en un plano de la tensión próximo al consumidor o bien próximo al generador con frecuencia como transformadores secos y presentan, por ejemplo, tensiones nominales en el intervalo de 1kV a 6kV en el lado de baja tensión y tensiones nominales en el intervalo de 10kV a 30kV en el lado de alta tensión, existiendo potencias nominales correspondientes en el intervalo de, por ejemplo, 0,5 MVA a 10 MVA. Pero también en el campo de las instalaciones de energía eólica encuentran aplicación tales transformadores, dirigiéndose aquí la potencia nominal de un transformador de acuerdo con la potencia de una instalación de energía eólica correspondiente. En virtud de las corrientes nominales altas en la zona de baja tensión, que pueden tener, por ejemplo, algunos 100^a, los desarrollos de baja tensión están realizados con frecuencia arrollados a partir de un conductor de banda, de manera que la anchura de un conductor de banda corresponde la mayoría de las veces a la longitud axial completa de un arrollamiento respectivo del transformador. De acuerdo con la forma de realización y los requerimientos del transformador, el número de arrollamientos en el lado de baja tensión está, por ejemplo, en la zona de diez arrollamientos, en particular también en el caso de aplicaciones para instalaciones de energía eólica, donde la tensión generada en el lado del generador es correspondientemente reducida y debe colocarse a través del transformador en un nivel de trabajo más elevado.

Para fines de regulación, un modo de proceder conocido consiste en proveer con preferencia el (los) arrollamiento(s) en el lado de alta tensión de un transformador con varias tomas, que se pueden seleccionar, por ejemplo, por medio de un conmutador de fases respectivo, de manera que el comportamiento de multiplicación del transformador es variable de esta manera en una zona de regulación. En aplicaciones para instalaciones de energía eólica es necesaria una posibilidad elevada de regulación, para asegurar una adaptación del transformador a las condiciones marginales que resultan a partir de diferentes condiciones del viento.

La parte activa de un transformador presenta un circuito cerrado de hierro y al menos un arrollamiento de alta tensión y un arrollamiento de baja tensión con arrollamientos cerrados de número entero alrededor del brazo de núcleo respectivo. La tensión inducida por cada bucle de conductor cerrado depende de la frecuencia de la red, de la densidad del flujo y de la sección transversal del núcleo.

Es un inconveniente, por una parte, que un conmutador de fases dispuesto en el lado de alta tensión es muy complejo de fabricar en virtud de la alta sollicitación de la tensión y que la regulación de la tensión se puede realizar mínima en aquella fase de la tensión, que corresponde a la tensión inducida de un arrollamiento completo. En el caso de una regulación de la tensión, la fase de regulación mínima está limitada, por lo tanto, a la diferencia de la tensión entre dos arrollamientos. Esto es especialmente desfavorable en los arrollamientos de banda en el lado de baja tensión mencionados anteriormente, porque en virtud del número total relativamente reducido de arrollamientos, por ejemplo en el intervalo de diez, no es posible una regulación fina en la zona de por ejemplo +/- 15 %, por ejemplo en etapas de ,5 % alrededor de la multiplicación nominal.

Partiendo de este estado de la técnica, el cometido de la invención es preparar un transformador, que posibilita en el lado de baja tensión una regulación de la tensión en etapas pequeñas de la tensión, pudiendo fabricarse más fácilmente un conmutador escalonado correspondiente en virtud de la sollicitación de la tensión entonces más reducida.

Este cometido se soluciona por medio de un transformador del tipo mencionado al principio. Éste caracteriza porque la sección transversal del brazo de núcleo y/o de un yugo de núcleo configurado del núcleo de transformador presentan en un plano imaginario de la sección transversal transversalmente a su extensión respectiva al menos dos zonas separadas por medio de una abertura y porque al menos un arrollamiento del arrollamiento adicional respectivo está guiado a través de la abertura.

La idea básica de la invención consiste en reducir la tensión inducida de un arrollamiento completo, que está previsto para fines de regulación, porque éste no rodea la sección transversal del núcleo de brazo completo o bien de un yugo de núcleo del núcleo del transformador sino solamente una parte de la sección transversal. De esta manera se rodea también sólo una parte del flujo a través del brazo de núcleo o bien a través del yugo de núcleo y se reduce de manera correspondiente la tensión inducida en tal arrollamiento. A tal fin está previsto de acuerdo con la invención que la sección transversal del brazo de núcleo o bien la sección transversal del yugo de núcleo presenten en un plano imaginario de la sección transversal transversalmente a su extensión respectiva al menos dos zonas, que están separadas una de la otra por una abertura. La extensión debe entenderse en la dirección longitudinal de una sección de brazo o de yugo respectiva. En principio, no tiene importancia en qué ángulo dentro

del plano de la sección transversal se extienda la abertura, siendo decisivas las condiciones marginales de la técnica de fabricación. Esta abertura posibilita conducir uno o también varios arrollamientos del arrollamiento adicional a través de ella, con lo que se reduce la subida de la tensión del arrollamiento respectivo. De esta manera se consigue un escalonamiento más fino de la tensión del arrollamiento adicional.

- 5 Una abertura puede ser realizada, por ejemplo, por medio de un taladro, que está conducido a través del brazo de núcleo o el yugo de núcleo. En el caso de un núcleo de transformador estratificado se puede crear a través de escotaduras correspondientes en una zona de capas de chapa de la misma manera una abertura similar a un canal para un conductor por ejemplo redondo. De acuerdo con otra forma de realización de la invención, la abertura está realizada como intersticio, que se extiende a lo largo del brazo de núcleo. Un intersticio de este tipo se puede
- 10 realizar fácilmente de acuerdo con el tipo de núcleo de transformador.

Evidentemente, también es posible prever un número correspondientemente elevado de intersticios y, por lo tanto, también de zonas de la sección transversal. La división puede ser, en principio, discrecional para cumplir los requerimientos pañetados a la capacidad de regulación, por ejemplo $1/3$ o $1/4$. Pero también se pueden realizar fases de tensión específicas, colocando varios arrollamientos alrededor de una parte del brazo, por ejemplo 3

15 arrollamientos alrededor de $1/4$ de la sección transversal del brazo de núcleo, 4 arrollamientos alrededor de $1/5$ de la sección transversal del brazo de núcleo o 9 arrollamientos alrededor de $1/10$ de la sección transversal del brazo de núcleo. Si se colocan los arrollamientos por separado alrededor de una parte de la sección transversal del brazo de núcleo, se puede utilizar el circuito a través de la selección del sentido de arrollamiento o bien de la polaridad del arrollamiento (adicional), para dejar actuar a éste o bien por adición o por sustracción. De esta manera es posible

20 reducir el número de los arrollamientos (adicionales) necesario para la capacidad de regulación de la tensión.

Esto debe explicarse con la ayuda de 4 arrollamientos (adicionales) alrededor de $1/5$ de la sección transversal del brazo de núcleo. Sin cambio de la polaridad resulta un número de arrollamientos regulable de:

$$\begin{aligned} 1 &= 1 \\ 1 + 1/5 &= 1,2, \\ 1 + 2/5 &= 1,3, \\ 1 + 3/5 &= 1,6, \\ 1 + 4/5 &= 1,8 \\ 2 &= 2 \end{aligned}$$

- Para una zona de regulación más amplia, se ofrece utilizar tomas de arrollamientos del arrollamiento adicional, que rodean toda la sección transversal del brazo de núcleo. Así, por ejemplo, los arrollamientos conducidos a través de un intersticio respectivo son utilizados en último término exclusivamente para las fases de regulación fina.
- 30

Con cambio de polaridad resulta en el caso de 2 arrollamientos (adicionales) alrededor de $1/5$ de la sección transversal del brazo de núcleo teniendo en cuenta un cambio de polaridad el siguiente ejemplo:

$$\begin{aligned} 1 &= 1 \\ 1 + 1/5 &= 1,2, \\ 1 + 2/5 &= 1,4, \\ 2 - 2/5 &= 1,6, \\ 2 - 1/5 &= 1,8 \\ 2 &= 2 \end{aligned}$$

- 40 Pero también es posible prever al mismo tiempo arrollamientos (adicionales), que abarcan partes de diferentes tamaños de la sección transversal del brazo de núcleo, por ejemplo $1/2$ y $1/4$. Por ejemplo, se puede regular la tensión en etapas de $\pm 25\%$ de la tensión de un arrollamiento completo, dividiendo el área de la sección transversal del brazo de núcleo en tres zonas, cuyos contenidos representan el 50 %, 25 % y 25 % del área de la sección transversal total. De esta manera se consiguen etapas de $\pm 25\%$, $\pm 50\%$ y $\pm 75\%$ de toda la tensión de un
- 45 arrollamiento.

De acuerdo con una forma de realización preferida del transformador de acuerdo con la invención, al menos el arrollamiento adicional está formado por un conductor de banda plana, pero idealmente también el arrollamiento principal. Un conductor de banda plana es adecuado en virtud de su factor de llenado alto de manera especial para un arrollamiento del transformador en el lado de baja tensión, donde en el caso de tensiones nominales

relativamente reducidas en el intervalo de por ejemplo algunos 100V hasta también por encima de 1kV hay que contar con corrientes correspondientemente altas, que pueden exceder, en general, de 1000 A. Además, un conductor de banda plana de acuerdo con la técnica de fabricación se puede conducir también de manera especialmente sencilla a través de un intersticio de acuerdo con la invención, que separa dos zonas del núcleo de brazo una de la otra. Típicamente un conductor de banda plana de este tipo presenta una anchura, que corresponde a la altura axial total del arrollamiento respectivo, de manera que una capa de conductor comprende, respectivamente, exactamente un arrollamiento.

Para el aislamiento eléctrico seguro del conductor de arrollamiento conducido a través del intersticio está previsto de acuerdo con la invención que éste esté rodeado al menos en la zona del intersticio por una capa adicional de un material de aislamiento eléctrico. El intersticio está formado a través del núcleo de transformador típicamente puesto a tierra y, por lo tanto, tiene una importancia especial desde el punto de vista de la técnica del aislamiento, especialmente porque – de acuerdo con el circuito actual del arrollamiento adicional – en el (los) arrollamiento(s) conducido(s) a través del intersticio se puede aplicar también toda la tensión nominal. Pero es opcional también rodear las paredes del intersticio por una capa adicional de material de aislamiento.

De acuerdo con una forma de configuración especialmente preferida del transformador de acuerdo con la invención, el arrollamiento adicional está provisto con varias tomas que acceder a diferentes arrollamientos. De manera ideal, el arrollamiento adicional presenta una zona de escalonamiento fino, que se caracteriza por tomas de arrollamientos del arrollamiento adicional que están conducidas a través del intersticio respectivo. Éstas presentan, respectivamente, una tensión inducida, que es in significativamente menor que la tensión inducida de un arrollamiento que abarca completamente el núcleo de brazo respectivo. Además, puede estar prevista una zona de escalonamiento grosero, que se caracteriza por toma desde arrollamientos que abarcan completamente el brazo de núcleo, respectivamente. A través del circuito en serie correspondiente de la zona de escalonamiento grosero y de la zona de escalonamiento fino se puede conseguir un escalonamiento fino sobre una zona amplia.

De acuerdo con otra variante de acuerdo con la invención del transformador, están previstos medios de conmutación para conectar el arrollamiento principal opcionalmente con una de las tomas del arrollamiento adicional, de manera que de esta forma se puede adaptar el número de los arrollamientos activos al arrollamiento principal y al arrollamiento adicional eléctrico. Dado el caso, están previstos medios de conmutación separados para la zona de escalonamiento grosero y para la zona de escalonamiento fino del arrollamiento adicional.

De acuerdo con otra forma de configuración del transformador, los medios de conmutación comprenden un conmutador de fases y/o componentes electrónicos de potencia. Los conmutadores escalonados han dado buen resultado para la selección opcional y la conexión de tomas de un arrollamiento de transformador como componente estándar. En caso necesario, están previstos también componentes electrónicos de potencia como tiristores o IGBT.

En principio, la invención se puede aplicar también sobre núcleos de tres brazos, núcleos de cinco brazos o también un transformador con vista en planta de forma triangular. Éstos se pueden colocar en capas o también se pueden arrollar, por ejemplo. Pero algunas formas de configuración especiales se representan en detalle a continuación.

De acuerdo con otra variante del transformador de acuerdo con la invención, el núcleo del transformador está formado por un disco anular de núcleo exterior similar a un rectángulo y por al menos dos discos anulares de núcleo interiores cerrados de forma rectangular, de manera que en la zona del brazo entre secciones adyacentes entre sí de los discos anulares de núcleo está formado un intersticio respectivo. La estructura básica de un núcleo de transformado de este tipo corresponde – aparte de los intersticios respectivos – en principio a la estructura de un núcleo de transformador Evans. Los discos anulares de núcleo están fabricados con preferencia, respectivamente, a partir de material de banda arrollado. Además, de la chapa de transformador estándar se puede utilizar a tal fin, por ejemplo, también material de banda amorfo. Pero es evidente que también es posible una estratificación del material de núcleo plano.

Otra variante del transformador de acuerdo con la invención se caracteriza porque el núcleo de transformador está formado por tres discos anulares de núcleo similares a un rectángulo, dispuestos en un triángulo, en el que en la zona del brazo entre secciones adyacentes entre sí de los discos anulares del núcleo está formado un intersticio respectivo. También aquí es posible arrollar un disco de anular de núcleo o bien de un material similar a banda o, en cambio, también estratificarlo a partir de un material similar a chapa.

De acuerdo con otra configuración del transformador de acuerdo con la invención, el núcleo de transformador es un núcleo anular, a través del cual se forma el al menos un brazo de núcleo. Todo el brazo anular se puede considerar entonces como brazo de núcleo de transformador doblado, estando previstos para la formación del intersticio de acuerdo con la invención que se extiende a lo largo del núcleo anular al menos dos módulos de núcleo anular.

De acuerdo con otra configuración según la invención del transformador, radialmente alrededor del arrollamiento principal está dispuesto otro arrollamiento separado galvánicamente del mismo. En este caso, el arrollamiento principal está conectado en el lado de baja tensión y el otro arrollamiento está conectado en el lado de alta tensión. A través de la relación de los arrollamientos activos respectivos en el lado de alta tensión y en el lado de baja

tensión entre sí se determina la relación de multiplicación del transformador. Éste está realizado trifásico en otra forma de configuración. Esto es especialmente conveniente en el caso de empleo en una red de distribución de energía.

5 De acuerdo con otra forma de configuración de la invención, el arrollamiento principal dispuesto alrededor de un brazo de núcleo de transformador está conectado eléctricamente en serie con un arrollamiento adicional, que está dispuesto alrededor del mismo brazo de núcleo. De esta manera, la posición de las fases de la tensión inducida en el arrollamiento adicional corresponde a la posición de las fases de la tensión inducida en el arrollamiento principal, o bien está desplazada, en el caso de una conexión correspondiente con cambio de polaridad alrededor de 180° y en oposición de fases. De esta manera se consigue una regulación longitudinal de la tensión.

10 De acuerdo con otra forma de configuración, el arrollamiento principal dispuesto alrededor de un brazo de núcleo de transformador está conectado eléctricamente en serie con un arrollamiento adicional, que está dispuesto alrededor de un brazo de núcleo de transformador adyacente. De esta manera resulta en el caso de un transformador trifásico un desplazamiento de fases de 120° o bien de 240° entre la tensión inducida en el arrollamiento principal y en el arrollamiento adicional. En el caso de una conexión correspondiente con cambio de polaridad se puede realizar de esta manera una regulación biselada con un ángulo de 60°.

Otras posibilidades de configuración ventajosas se pueden deducir a partir de las otras reivindicaciones dependientes.

Con la ayuda de los ejemplos de configuración representados en los dibujos se describen en detalle la invención, otras formas de realización y otras ventajas. En este caso:

20 La figura 1 muestra una sección transversal ejemplar de un primer núcleo de brazo.

La figura 2 muestra una sección transversal ejemplar de un segundo núcleo de brazo.

La figura 3 muestra un primer núcleo de transformador ejemplar.

La figura 4 muestra un segundo núcleo de transformador ejemplar.

La figura 5 muestra un transformador ejemplar así como

25 La figura 6 muestra un circuito en serie ejemplar de arrollamiento principal y arrollamiento adicional.

La figura 1 muestra una sección transversal ejemplar de un primer brazo de núcleo 10, que está formado por dos módulos de brazo de núcleo del mismo tipo, respectivamente, con las mismas zonas de la sección transversal 12, 14, estando estampado en medio un intersticio 16, que separa las zonas de la sección transversal 12 y 14 una de la otra. Alrededor de la primera zona de la sección transversal 12, que representa el 50 % de toda el área de la sección transversal del brazo de núcleo 10, están dispuestos dos arrollamientos 18, 20 ejemplares de un conductor de banda, que están conducidos a través del intersticio 16 y forman parte de un arrollamiento adicional ejemplar. Puesto que cada uno de los dos arrollamientos rodea solamente el 50 % de toda la sección transversal del brazo de núcleo, de manera correspondiente, la tensión inducida en el funcionamiento en un arrollamiento respectivo representa solamente el 50 % de la tensión de un conductor, que rodea toda la sección transversal del brazo de núcleo. De esta manera, se realiza un escalonamiento más fino de la tensión de las tomas, que se identifican con los signos de referencia 22 y 24. Éstos están previstos para ser conectados con un conmutador escalonado no mostrado, que está conectado, por su parte, con un arrollamiento principal no mostrado.

La figura 2 muestra una sección transversal ejemplar de un segundo brazo de núcleo 30, que está formado por dos módulos de brazos de núcleo, cuyas zonas de la sección trasversal 32 y 34 están divididas aproximadamente en la relación 1:3. La primera zona de la sección transversal 32, que representa aproximadamente el 25 % de toda el área de la sección transversal del brazo de núcleo, está abrazada por una primera espira 38, conducida a través de un intersticio 36, de un arrollamiento adicional, de manera que una segunda espira 40 del arrollamiento adicional abraza toda la sección transversal del brazo de núcleo. De manera correspondiente, la altura de la tensión inducida en la zona en la primera espira 38 representa el 25 % de la tensión inducida en el funcionamiento en la segunda espira 40. De esta manera se realiza un escalonamiento más fino de la tensión de las tomas, que se identifican con los signos de referencia 42 y 44. Éstas están previstas para ser conectadas con un conmutador escalonado no mostrado que, por su parte, está conectado con un arrollamiento principal no mostrado.

La figura 3 muestra un primer núcleo de transformador 50 ejemplar en una representación en sección. Un disco anular de núcleo exterior 52 similar a un rectángulo, por ejemplo con una anchura de 2 m y una altura de 1,5 m, rodea dos discos anulares de núcleo interiores 54, 56 igualmente similares a un rectángulo, de manera que se forma un núcleo de transformador con tres brazos de núcleo 64, en el que cada brazo de núcleo 64 está formado, por su parte, por dos secciones de brazo adyacentes entre sí de discos anulares de núcleo respectivos. Entre las secciones de brazo está estampado un intersticio 58 respectivo, que está previsto para que uno o también varios conductores

de arrollamiento de un arrollamiento adicional dispuesto radialmente dentro alrededor del brazo de núcleo respectivo y no mostrado es/son conducido(s) a través de éste. Un intersticio 58 de este tipo es muy fácil de realizar porque la suma de las anchuras exteriores de los discos anulares de núcleo interiores es menor que la anchura interior del disco anular de núcleo exterior que los rodea. Los discos anulares de núcleo pueden estar fabricados, por ejemplo, de material de banda arrollado, pero también pueden ser de chapa en capas.

La figura 4 muestra un segundo núcleo de transformador 70 ejemplar en una vista en planta superior de la representación en sección. Tres discos anulares de núcleo 72, 74, 76 similares a un rectángulo están dispuestos adyacentes en un triángulo equilátero, formando secciones del brazo adyacentes entre sí un brazo de núcleo 78, 80 respectivo con un intersticio respectivo 82 en medio. Alrededor de una de las dos secciones de brazos de un brazo de núcleo 78, 80 y a través de un intersticio que se encuentra en medio está guiada una primera espira 84 ejemplar de un arrollamiento adicional, que rodea el 50 % del área de la sección transversal del brazo de núcleo correspondiente y en la que se induce durante el funcionamiento una tensión reducida de forma correspondiente. Una segunda espira 86 ejemplar del arrollamiento adicional rodea toda el área de la sección transversal del mismo brazo de núcleo. El arrollamiento adicional se puede conectar por medio de las conexiones 88, 90, por ejemplo, con un conmutador escalonado no mostrado de un arrollamiento principal no mostrado.

La figura 5 muestra un transformador ejemplar 100, que está realizado como transformador de núcleo anular. El núcleo del transformador de forma anular presenta una primera parte 102 radialmente exterior de forma anular u una parte 104 radialmente interior de forma anular, estando impreso en medio un intersticio. Evidentemente también es posible configurar el núcleo de transformador no exactamente de forma circular, sino también por ejemplo de forma poligonal. A lo largo de la extensión en forma de anillo del núcleo de transformador y rodeando a éste están previstos dos arrollamientos principales 106a, b ejemplares y dos arrollamientos adicionales 108a, b ejemplares, que – como no se representa – están conectados en un arrollamiento en el lado de baja tensión. Los arrollamiento adicionales 108a, b rodean solamente una parte de la sección transversal del núcleo y se induce en el funcionamiento una tensión correspondientemente más reducida por cada arrollamiento. En combinación con tomas correspondientes y, por ejemplo, con un conmutador escalonado resulta una posibilidad de regulación más fina del arrollamiento en el lado de baja tensión. De la misma manera, sobre el núcleo anular están dispuestos otros dos arrollamientos 107a, b separados, que están conectados en un arrollamiento de alta tensión.

La figura 6 muestra un circuito en serie ejemplar de un arrollamiento principal 112 y de un arrollamiento secundario 114 e un arrollamiento en el lado de baja tensión con conexiones 120, 122 respectivas. El arrollamiento adicional presenta varias tomas 116, están dispuesto entre tomas adyacentes, respectivamente, un arrollamiento conducido de acuerdo con la invención a través de un intersticio de un núcleo de transformador correspondiente no mostrado, que abraza, por ejemplo, respectivamente 1/6 de una sección transversal del brazo de núcleo respectivo. Un conmutador escalonado 118 está previsto para establecer un contacto eléctrico con una toma 116 seleccionada, respectivamente, y para establecer un circuito en serie del arrollamiento principal 112 con la parte correspondiente del arrollamiento adicional 114.

Lista de signos de referencia

10	Sección transversal ejemplar de un primer brazo del núcleo
12	Primera zona de la sección transversal del primer brazo del núcleo
14	Segunda zona de la sección transversal del primer brazo del núcleo
16	Primer intersticio
18	Primer arrollamiento del arrollamiento adicional alrededor del primer brazo del núcleo
20	Segundo arrollamiento del arrollamiento adicional alrededor del primer brazo del núcleo
22	Primera toma del arrollamiento adicional alrededor del primer brazo del núcleo
24	Segunda toma del arrollamiento adicional alrededor del primer brazo del núcleo
30	Sección transversal ejemplar de un segundo brazo del núcleo
32	Primera zona de la sección transversal del segundo brazo del núcleo
34	Segunda zona de la sección transversal del segundo brazo del núcleo
36	Segundo intersticio
38	Primer arrollamiento del arrollamiento adicional alrededor del segundo brazo del núcleo
40	Segundo arrollamiento del arrollamiento adicional alrededor del segundo brazo del núcleo
42	Primera toma del arrollamiento adicional alrededor del segundo brazo del núcleo
44	Segunda toma del arrollamiento adicional alrededor del segundo brazo del núcleo
50	Primer núcleo de transformador ejemplar
52	Disco anular exterior del núcleo
54	Primer disco anular interior del núcleo
56	Segundo disco anular interior del núcleo
58	Tercer intersticio
60	Cuarto intersticio
62	Zona de arrollamiento similar a un cilindro hueco
64	Tercer brazo del núcleo

	70	Segundo núcleo de transformador ejemplar
	72	Primer disco anular de núcleo
	74	Segundo disco anular de núcleo
	76	Tercer disco anular de núcleo
5	78	Cuarto brazo de núcleo
	80	Quinto brazo de núcleo
	82	Quinto intersticio
	84	Primer arrollamiento del arrollamiento adicional
	86	Segundo arrollamiento del arrollamiento adicional
10	88	Primera conexión de arrollamiento adicional
	90	Segunda conexión de arrollamiento adicional
	100	Transformador ejemplar
	102	Primera parte del núcleo del transformador
	104	Segunda parte del núcleo del transformador
15	106a-b	Arrollamiento principal
	107a-b	Otro arrollamiento separado galvánicamente
	108a-b	Arrollamiento adicional
	110	Circuito en serie ejemplar de arrollamiento principal y arrollamiento adicional
	112	Arrollamiento principal
20	114	Arrollamiento adicional
	116	Tomas
	118	Conmutador escalonado
	120	Primera conexión
	122	Segunda conexión
25		

REIVINDICACIONES

- 1.- Transformador, que comprende un núcleo de transformador (50, 70) con al menos un brazo de núcleo (10, 30, 64, 78, 80, 102 + 104) así como un arrollamiento principal (106a,b, 112) dispuesto alrededor del brazo de núcleo (10, 30, 64, 78, 80, 102 + 104) respectivo en una zona de arrollamiento (62) similar a un cilindro hueco y un arrollamiento adicional (108a,b, 114) dispuesto cerca del núcleo conectado eléctricamente con él, **caracterizado** porque la sección transversal del brazo de núcleo (10, 30, 64, 78, 80, 102 + 104) y/o de un yugo de núcleo configurado del núcleo de transformador (50, 70) presentan en un plano imaginario de la sección transversal transversalmente a su extensión respectiva al menos dos zonas (12, 14, 32, 34) separadas por medio de una abertura y porque al menos un arrollamiento (19, 20, 38, 40, 84, 86) del arrollamiento adicional (108a, b, 114) respectivo está guiado a través de la abertura.
- 2.- Transformador de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado** porque la abertura es un intersticio, que se extiende a lo largo del brazo del núcleo (10, 30, 64, 78, 80, 102 + 104).
- 3.- Transformador de acuerdo con la reivindicación 2, **caracterizado** porque al menos el arrollamiento adicional (108a, b, 114) está formado por un conducto de banda placa.
- 4.- Transformador de acuerdo con la reivindicación 3, **caracterizado** porque el conductor de banda plana está rodeado al menos en la zona de la abertura (16, 36, 58, 60, 82) por una capa adicional de material de aislamiento eléctrico.
- 5.- Transformador de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque el arrollamiento adicional (108a, b, 114) está provisto con varias tomas (22, 24, 42, 44, 116) que acceden a diferentes arrollamientos (18,20, 38, 40, 84, 86) del arrollamiento adicional (108a, b, 114).
- 6.- Transformador de acuerdo con la reivindicación 4, **caracterizado** porque están previstos unos medios de conmutación, para conectar el arrollamiento principal opcionalmente con una de las tomas (22, 24, 42, 44, 116), de manera que de esta manera se puede adaptar el número de los arrollamientos activos del arrollamiento principal (106a, b, 112) y del arrollamiento adicional (108a, b, 114) conectados eléctricamente entre sí.
- 7.- Transformador de acuerdo con la reivindicación 6, **caracterizado** porque los medios de conmutación comprenden un conmutador escalonado (118) y/o componentes electrónicos de potencia.
- 8.- Transformador de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque el núcleo del transformador (50, 70) está formado por un disco anular de núcleo exterior (52) similar a un rectángulo y por al menos dos discos anulares de núcleo interiores (54, 56) rodeados similares a un rectángulo, en el que en la zona del brazo entre secciones adyacentes entre sí de los discos anulares de núcleo (52, 54, 56) está formado un intersticio (16, 36, 58, 60, 82) respectivo.
- 9.- Transformador de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 7, **caracterizado** porque el núcleo de transformador (50, 70) está formado por tres discos anulares de núcleo (72, 74, 76) similares a un rectángulo, dispuestos en un triángulo, en el que en la zona del brazo entre secciones adyacentes entre sí de los discos anulares del núcleo (72, 74, 76) está formado un intersticio (16, 36, 58, 60, 82) respectivo.
- 10.- Transformador de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 7, **caracterizado** porque el núcleo de transformador (50, 70) es un núcleo anular, a través del cual está formado el al menos un brazo de núcleo (10, 30, 64, 78, 80, 102 + 104).
- 11.- Transformador de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque radialmente alrededor del arrollamiento principal (16a, b, 112) está dispuesto otro arrollamiento (107a, b) separado galvánicamente.
- 12.- Transformador de acuerdo con la reivindicación 11, **caracterizado** porque éste está realizado trifásico.
- 13.- Transformador de acuerdo con la reivindicación 12, **caracterizado** porque el arrollamiento principal (16a, b) dispuesto alrededor de un brazo de núcleo de transformador (10, 30, 64, 78, 80) está conectado eléctricamente en serie con un arrollamiento adicional (108a, b 114), que está dispuesto alrededor del mismo brazo de núcleo 10, 30, 64, 78, 80, 102 + 104).
- 14.- Transformador de acuerdo con la reivindicación 12, **caracterizado** porque el arrollamiento principal (106, 112) dispuesto alrededor de un brazo de núcleo de transformador (10, 30, 64, 78, 80, 102 + 104) está conectado en serie eléctricamente con un arrollamiento adicional (108a, b, 114), que está dispuesto alrededor de un brazo de núcleo de transformador (10, 30, 64, 78, 80, 102 + 104) adyacente.

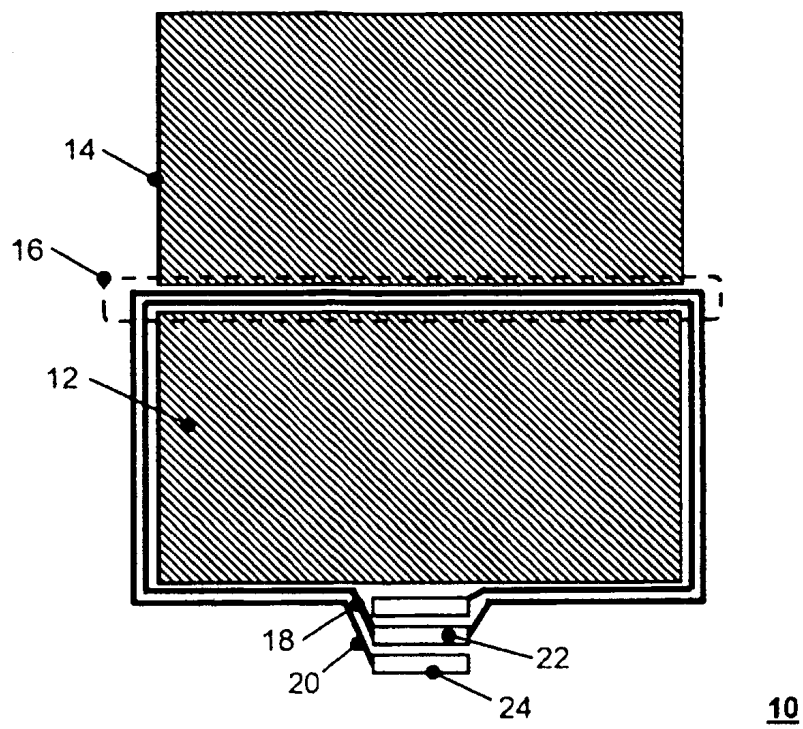


Fig. 1

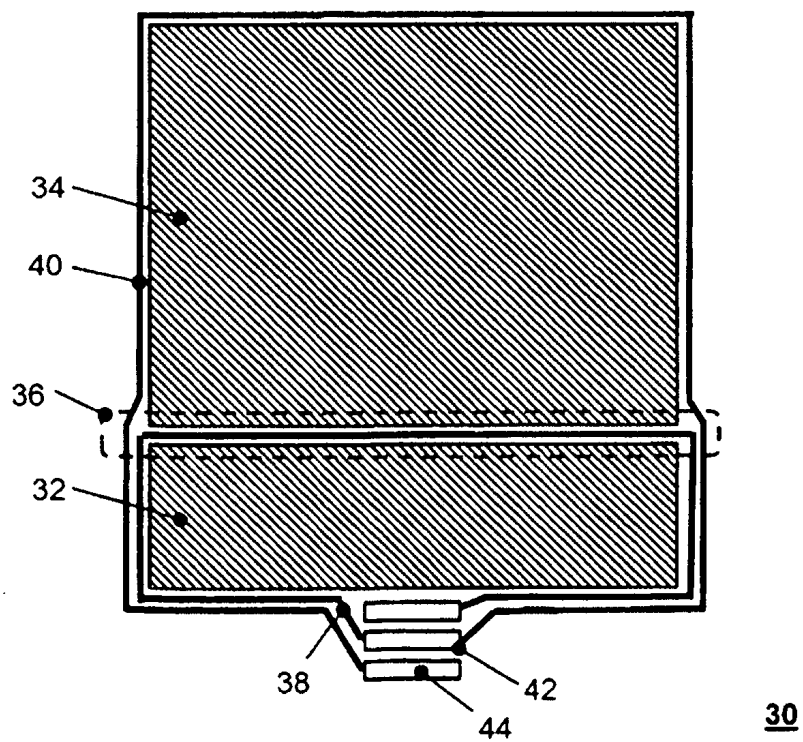
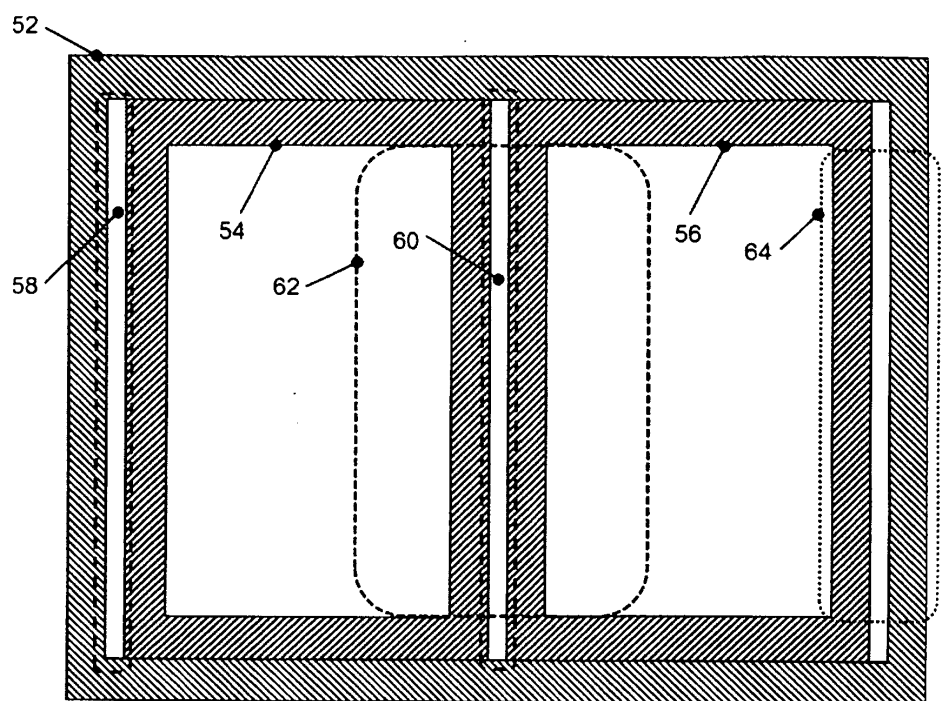


Fig. 2



50

Fig. 3

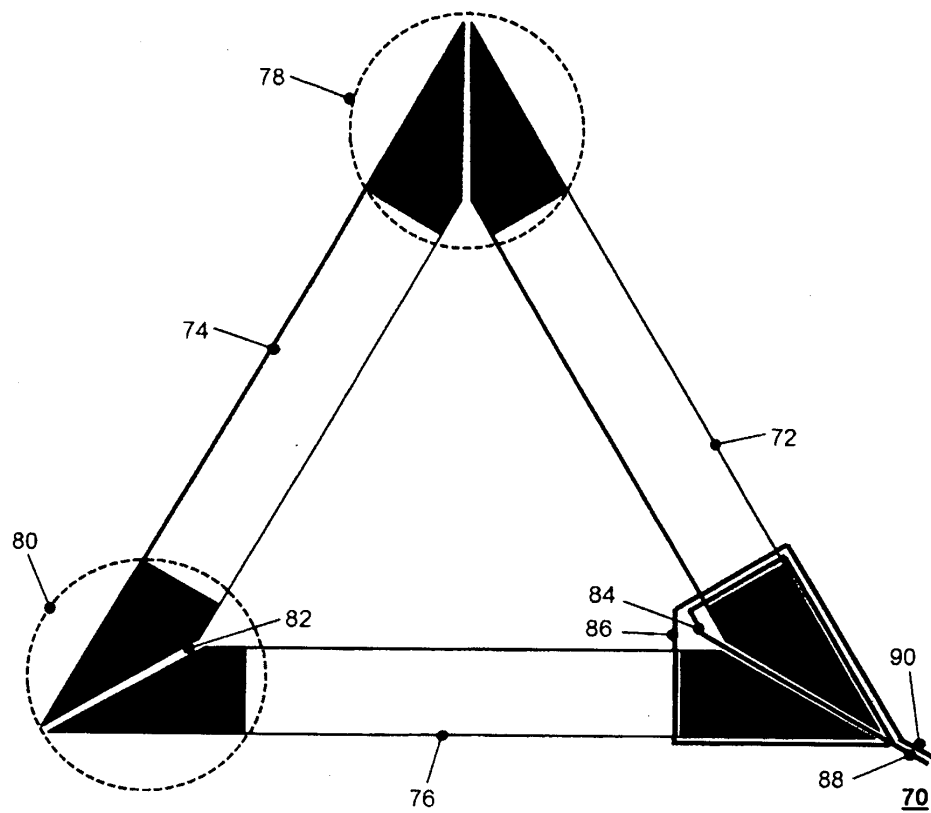


Fig. 4

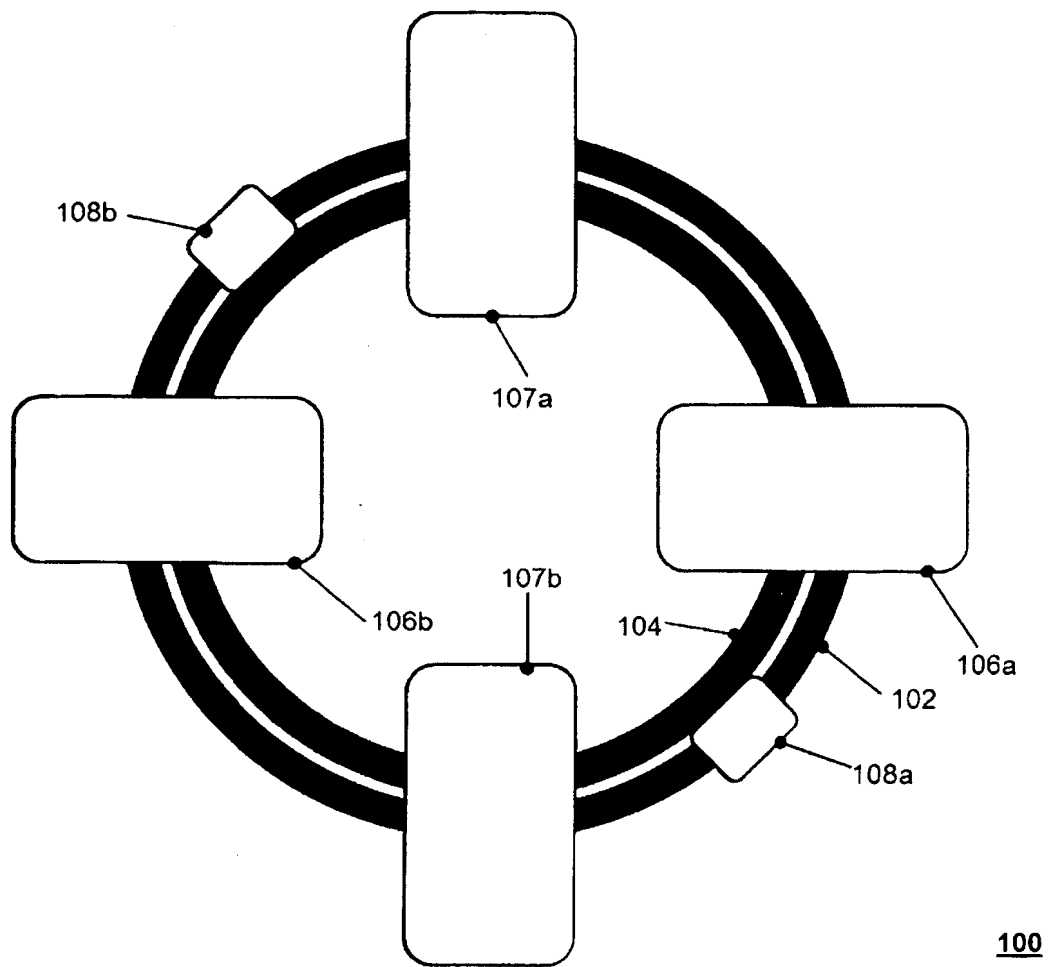


Fig. 5

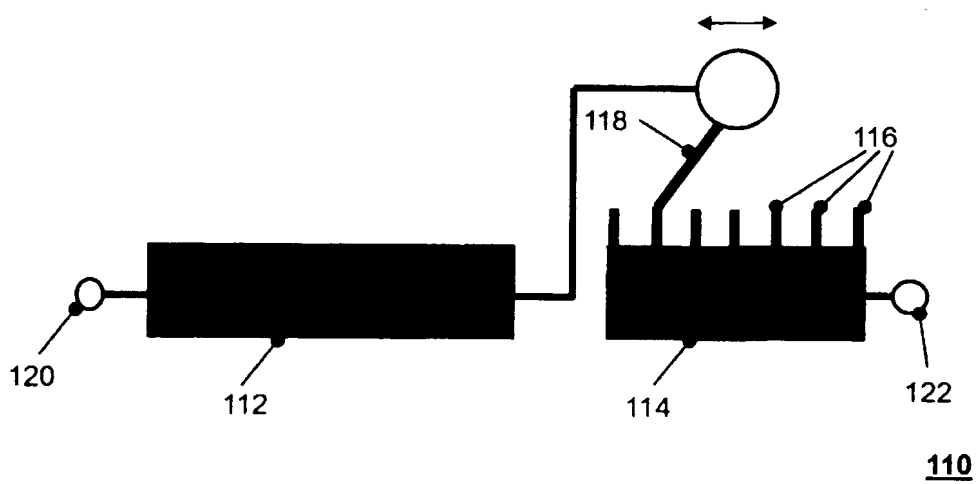


Fig. 6