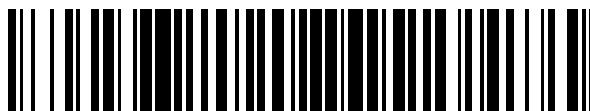


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 618 530**

51 Int. Cl.:

H01F 29/02 (2006.01)

H01H 9/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **25.05.2011** **E 11004288 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **21.12.2016** **EP 2528072**

54 Título: **Arrollamiento de transformador**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
21.06.2017

73 Titular/es:

ABB SCHWEIZ AG (100.0%)
Brown Boveri Strasse 6
5400 Baden, CH

72 Inventor/es:

WEBER, BENJAMIN;
PATEL, BHAVESH;
TEPPER, JENS y
CHUDOBBA, UDO

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 618 530 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

Arrollamiento de transformador

5 La invención se refiere a un arrollamiento de transformador, que comprende un arrollamiento principal de transformador y un arrollamiento auxiliar de transformador conectado en serie con el mismo, que a su vez comprende unos módulos de arrollamiento primero, segundo y tercero que presentan unas tomas respectivas, y un interruptor de contactos escalonados unido con las tomas del segundo módulo de arrollamiento, estando formadas las conexiones del
10 segundo módulo de arrollamiento por una toma situada por fuera y la salida del interruptor de contactos escalonados.

En general se conoce que los transformadores de potencia, en particular los transformadores en aceite, para aumentar su flexibilidad en la red de energía eléctrica pueden estar dotados de unos denominados interruptores de contactos escalonados, con lo que finalmente puede adaptarse la relación de transformación del transformador dentro de unos ciertos límites, por ejemplo en un intervalo del 85% al 115% de la tensión nominal. Generalmente se trata de interruptores selectores de conmutación bajo carga, que según las condiciones límite dadas realizan una toma en una de por ejemplo 24 tomas de un arrollamiento auxiliar, que habitualmente está conectado eléctricamente en serie con un arrollamiento principal de transformador respectivo. Además también es posible prever sólo un único arrollamiento, que entonces en su zona posterior, por ejemplo en el último 20% de su arrollamiento, presenta tomas correspondientes. La salida del interruptor de contactos escalonados sirve entonces como salida del arrollamiento principal y auxiliar conectados en serie. Este tipo de interruptores de contactos escalonados son muy complicados y complejos, en particular porque deben poder conmutarse bajo corriente de carga y por sus estrictas exigencias respecto a su aislamiento. Al utilizarse en transformadores en aceite, por su disposición dentro del depósito de aceite y por la inmersión también del interruptor de contactos escalonados en aceite, se reduce en cierto modo esta complejidad al menos con respecto al esfuerzo a realizar para obtener el aislamiento.

Una posibilidad de regulación de este tipo se requiere cada vez más también para los denominados transformadores en seco. Los transformadores en seco presentan por ejemplo con tensiones nominales entre 6kV y 110kV una potencia nominal en el intervalo de unos pocos 100 kVA hasta varios 10 MVA. Por tanto, la potencia nominal de los transformadores en seco se encuentra normalmente por debajo de la potencia nominal de los transformadores en aceite. Los transformadores en seco requieren de menos mantenimiento debido a la ausencia de aceite o del depósito de aceite en comparación con los transformadores en aceite, sin embargo, el esfuerzo para obtener su aislamiento es elevado. Esto también es válido de manera correspondiente para los interruptores de contactos escalonados, de los que pueden dotarse los transformadores en seco.

Por tanto, resulta desventajoso que las disposiciones de interruptores de contactos escalonados conocidas del campo de los transformadores en aceite no puedan aplicarse a transformadores en seco o sólo puedan aplicarse a transformadores en seco con un esfuerzo desmesuradamente elevado.

40 El documento DE 26 20 211 da a conocer un arrollamiento de transformador que comprende un arrollamiento principal de transformador (2) y un arrollamiento auxiliar de transformador (8) conectado eléctricamente en serie con el mismo con un módulo de arrollamiento (8) compuesto por varios segmentos de arrollamiento y con un interruptor de contactos escalonados.

45 Los documentos EP 1 727 257 A1 y DE 39 36 937 A1 dan a conocer un arrollamiento de transformador que comprende un arrollamiento principal de transformador y un arrollamiento auxiliar de transformador que comprende varios módulos de arrollamiento.

50 El documento US 3 176 089 (figura 4) da a conocer un arrollamiento de transformador, que comprende unos módulos de arrollamiento primero (100 (arriba)), segundo (100 (medio)) y tercero (100 (abajo)) con en cada caso al menos unos segmentos de arrollamiento primero, segundo o tercero que presentan unas tomas respectivas, y un interruptor de contactos escalonados (30/15) unido con las tomas del segundo módulo de arrollamiento, estando formadas las conexiones del segundo módulo de arrollamiento por una toma situada por fuera y la salida del
55 interruptor de contactos escalonados, estando unido y conectado eléctricamente en serie el segundo módulo de arrollamiento en sus dos conexiones con los módulos de arrollamiento primero y tercero.

Partiendo de este estado de la técnica, el objetivo de la invención es proporcionar una posibilidad de regulación para arrollamientos de transformador, en particular de transformadores en seco, que evite las desventajas mencionadas. Este objetivo se alcanza mediante un arrollamiento de transformador, que comprende un arrollamiento principal de transformador y un arrollamiento auxiliar de transformador conectado en serie con el mismo, según la reivindicación 1.

65 Al dividir en tres el arrollamiento auxiliar en unos módulos de arrollamiento primero, segundo y tercero, estando previsto un interruptor de contactos escalonados únicamente para el módulo de arrollamiento central, concretamente el segundo módulo de arrollamiento, ventajosamente se reduce un posible aumento de tensión, que debe controlar

el interruptor de contactos escalonados. Así, por ejemplo con un número típico de 24 tomas en cada caso podría prescindirse de 8 en cada uno de los tres módulos de arrollamiento. De este modo se reduce ventajosamente el esfuerzo constructivo así como el esfuerzo para obtener un aislamiento para el interruptor de contactos escalonados, que normalmente no está relleno de aceite y por tanto es especialmente complejo.

5 Precisamente en el campo de aplicación de los transformadores en seco, con un funcionamiento en red, para obtener una regulación normalmente sólo es necesario un aumento de tensión menor del que se encargará un interruptor de contactos escalonados. Esto se debe a las oscilaciones de tensión porcentuales normalmente menores durante el funcionamiento con los niveles de tensión menores de los transformadores en seco, que
10 deberían compensarse mediante un dispositivo de regulación como un interruptor de contactos escalonados. No obstante, será necesario un intervalo de regulación más amplio conocido por los transformadores en aceite, que por ejemplo cubra un intervalo del 80% al 120% de la tensión nominal del transformador en seco, cuando deban compensarse variaciones de tensión a largo plazo y producidas por la infraestructura de la red, por ejemplo cuando se pretende aumentar la tensión en una parte determinada de la red en general en un porcentaje determinado. En
15 este caso, el interruptor de contactos escalonados, tras el aumento de tensión operaría durante el funcionamiento en el intervalo superior de los niveles seleccionables, mientras que por el contrario entonces el intervalo inferior quedaría inutilizado.

20 Por tanto, la invención se basa en la idea principal de proporcionar un interruptor de contactos escalonados que mediante la técnica de regulación cubra la banda de oscilación de tensión que aparece durante el funcionamiento y fijar oscilaciones de tensión a largo plazo mediante el número de segmentos de arrollamiento conectados en serie de los módulos de arrollamiento primero y tercero. En el caso de que estén conectados en serie un número reducido de segmentos de arrollamiento primeros y terceros, la tensión de salida regulable se encontraría de manera correspondiente en un intervalo de tensión inferior, por consiguiente con un número correspondientemente elevado
25 de segmentos de arrollamiento primeros y terceros conectados en serie, en un intervalo superior. Así, ventajosamente las oscilaciones a largo plazo de la banda de tensión pueden compensarse mediante los segmentos de arrollamiento primeros y terceros.

30 Según la invención se propone realizar una adaptación de este tipo del arrollamiento auxiliar a variaciones de tensión a largo plazo en el estado sin corriente y dado el caso también manualmente, porque entonces la interconexión de los segmentos de arrollamiento de los módulos de arrollamiento primero y tercero se realizará de manera correspondiente con un esfuerzo menor, en el caso más sencillo atornillando o fijando de otro modo un cable de unión o similar entre las tomas correspondientes. Entonces, para este caso, éstas se dotarán de medios de fijación correspondientes.

35 La construcción en sí simétrica con tres módulos de arrollamiento, de los que el central está dotado de un interruptor de contactos escalonados, hace que el acortamiento de la carrera del interruptor de contactos escalonados no tenga un efecto negativo sobre el comportamiento de cortocircuito del transformador o del arrollamiento auxiliar de transformador, que en este caso entonces también sería asimétrico. Así, a diferencia de la variante evidente con sólo dos módulos de arrollamiento conectados en serie, concretamente un primer módulo de arrollamiento sin interruptor de contactos escalonados y un segundo módulo de arrollamiento con interruptor de contactos escalonados, se obtiene un comportamiento de funcionamiento mejorado. Además con la disposición con tres módulos de arrollamiento se obtiene una variación más uniforme de la impedancia de cortocircuito del transformador en las diferentes posiciones de toma.

45 Según una forma de configuración preferida del arrollamiento auxiliar de transformador, el segundo módulo de arrollamiento presenta una pluralidad de segmentos de arrollamiento conectados eléctricamente en serie. El número de segmentos de arrollamiento y su número de espiras respectivo determinan la banda de regulación de la tensión, que puede implementarse por medio del interruptor de contactos escalonados. Según los requisitos en la red eléctrica pueden ser suficientes por ejemplo como máximo ocho, pero también en casos especiales incluso dos o tres segmentos de arrollamiento para un segundo módulo de arrollamiento, para implementar la característica de regulación deseada. El aumento de tensión, que puede alcanzarse en un caso ideal con un segmento de arrollamiento respectivo, se encuentra por ejemplo en el intervalo del 1% - 2% de la tensión nominal, de modo que para todos los segmentos de arrollamiento en conjunto se obtiene por ejemplo un aumento de en total +/-5%,
50 dependiendo esto en gran medida de las condiciones límite respectivas. El término tensión nominal se refiere en este contexto a la tensión nominal de un arrollamiento principal de transformador en conexión en serie con el arrollamiento auxiliar y asciende por ejemplo a 10 kV o 110 kV.

60 Según una forma de configuración adicionalmente preferida del arrollamiento auxiliar de transformador según la invención, los módulos de arrollamiento primero y tercero presentan una pluralidad de segmentos de arrollamiento primeros y terceros conectados eléctricamente en serie. El número de segmentos de arrollamiento de los módulos de arrollamiento primero y tercero determina junto con su número de espiras respectivo el aumento de tensión máximo, con el que puede desplazarse la banda de tensión regulable del segundo módulo de arrollamiento con interruptor de contactos escalonados para variaciones de tensión a largo plazo. Como finalmente se trata de un ajuste por desplazamiento, resulta útil limitar el número a menos segmentos de arrollamiento con un número de espiras superior de manera correspondiente de tal modo que por ejemplo se obtengan en cada caso cuatro
65

segmentos de arrollamiento por módulo de arrollamiento, que por ejemplo presentan un aumento de en cada caso el 2,5% de la tensión nominal.

5 Según otra variante de la invención, el contacto de las tomas respectivas necesario para una conexión en serie de los módulos de arrollamiento primero y/o tercero se implementa por medio de una unión por conductor y/o cable que puede separarse mecánicamente. Normalmente, una variación de la interconexión de los módulos de arrollamiento primero y tercero sólo es necesaria con variaciones a largo plazo de las condiciones de red, por ejemplo con un aumento reducido de la tensión nominal. Esto puede implementarse de manera especialmente sencilla durante un ciclo de mantenimiento periódico, por ejemplo uniendo manualmente cables correspondientes u otras uniones eléctricas con las tomas deseadas en cada caso. Para ello son concebibles por ejemplo uniones por apriete o tornillos.

15 Según otra forma de realización del arrollamiento auxiliar de transformador según la invención, al menos una parte de las tomas de los módulos de arrollamiento primero y/o tercero está unida con las entradas de un interruptor selector respectivo, de modo que así puede fijarse el número de segmentos de arrollamiento primeros o terceros conectados eléctricamente en serie con el segundo módulo de arrollamiento. Esta variante resulta ventajosa en particular cuando también pueden producirse variaciones a corto o medio plazo de la tensión de red, de modo que el desplazamiento del segundo módulo de arrollamiento debe adaptarse con la frecuencia correspondiente. Normalmente, un interruptor selector de este tipo conmutará sin corriente y puede conmutar manualmente o también con un accionamiento. Mediante una conmutación sólo en el estado sin corriente, el interruptor selector puede configurarse de manera correspondientemente sencilla y también compacta. En este caso las tomas de los módulos de arrollamiento primero o tercero se dotarán por ejemplo de contactos deslizantes correspondientes, por los que puede guiarse un consumidor móvil.

25 De manera especialmente preferida, el número de segmentos de arrollamiento conectados en serie del primer módulo de arrollamiento y el número de segmentos de arrollamiento conectados en serie del tercer módulo de arrollamiento es más o menos el mismo, en el caso ideal es idéntico. Al estar conectado a ambos lados del segundo módulo de arrollamiento un número similar de segmentos de arrollamiento, la simetría de todo el arrollamiento auxiliar se ve favorecida de manera correspondiente y se mejora el comportamiento de funcionamiento. No obstante, finalmente resulta decisivo no el número de segmentos de arrollamiento conectados en serie de manera activa sino el número de espiras del arrollamiento conectadas en serie de manera activa, porque según la invención está previsto prever dentro del mismo módulo de arrollamiento también segmentos de arrollamiento con diferentes números de espiras. De este modo, por ejemplo también se aumentaría adicionalmente de manera ventajosa la flexibilidad de la regulación de la tensión.

35 También ventajosamente el contacto de los módulos de arrollamiento primero y/o tercero para la unión respectiva con las conexiones del segundo módulo de arrollamiento se produce en la toma situada en cada caso por fuera, adyacente al segundo módulo de arrollamiento. Las tomas están dispuestas en la superficie de arrollamiento generalmente a lo largo de un trayecto, formando la primera y la última toma en cada caso una toma externa. La disposición de las tomas en la superficie de arrollamiento se correlaciona generalmente dentro de unos ciertos límites con la disposición de los segmentos de arrollamiento en el arrollamiento. Si ahora se utiliza la toma adyacente geoméricamente en cada caso al segundo módulo de arrollamiento para la conexión eléctrica en serie, entonces se evitan segmentos de arrollamiento abiertos innecesarios con un potencial finalmente aumentado entre segmentos de arrollamiento activos. Esto aumenta ventajosamente la seguridad operativa. El arrollamiento principal de transformador sirve en este caso para introducir la parte principal de la tensión inducida en todo el arrollamiento, por ejemplo el 85%, mientras que el arrollamiento auxiliar contribuye por ejemplo como máximo con un 30% a la tensión inducida, refiriéndose por ejemplo en cada caso un 10% al primer, segundo y tercer módulo de arrollamiento. Sin embargo, también es concebible una distribución del 12%, 6% y 12%. Las ventajas mencionadas anteriormente de un arrollamiento auxiliar según la invención se extienden de manera comparable también a un arrollamiento de transformador según la invención.

Esto es válido del mismo modo para un arrollamiento de transformador trifásico correspondiente y un transformador en seco con un arrollamiento de transformador según la invención.

55 Por las reivindicaciones dependientes adicionales se deducirán otras posibilidades de configuración ventajosas.

Mediante los ejemplos de realización representados en los dibujos se describirán en más detalle la invención, otras formas de realización y otras ventajas.

60 Muestran:

la figura 1, un primer arrollamiento auxiliar de transformador a modo de ejemplo

la figura 2, un segundo arrollamiento auxiliar de transformador a modo de ejemplo así como

65

la figura 3, unos módulos de arrollamiento primero y segundo a modo de ejemplo en una vista en sección.

La figura 1 muestra un primer arrollamiento auxiliar de transformador 10 a modo de ejemplo con unos módulos de arrollamiento primero 12, segundo 14 y tercero 16. Se supondrá que los módulos de arrollamiento están separados galvánicamente, sin embargo, normalmente se considerará que están dispuestos en el mismo cuerpo de arrollamiento alrededor de un eje de rotación común. El primer módulo de arrollamiento 12 presenta tres primeros segmentos de arrollamiento 18, que están conectados en serie galvánicamente y para el contacto con sus conexiones respectivas se guían como tomas 24, 26 por la superficie del cuerpo de arrollamiento no mostrado de manera explícita. De manera análoga al primer módulo de arrollamiento 12 está construido un tercer módulo de arrollamiento 16, que presenta tres terceros segmentos de arrollamiento 22 conectados en serie, cuyas conexiones se guían como tomas 30, 32 por la superficie del cuerpo de arrollamiento no mostrado.

Un segundo módulo de arrollamiento 14 comprende cinco segundos segmentos de arrollamiento 20 conectados eléctricamente en serie a modo de ejemplo, cuyas conexiones se guían como tomas 28 por la superficie del cuerpo de arrollamiento no mostrado. Las tomas 28 del segundo módulo de arrollamiento 14 están unidas eléctricamente con las entradas de un interruptor de contactos escalonados 34, que opcionalmente une eléctricamente una de las tomas 28 con su salida. Esto ocurre por medio de un contacto 36 que puede moverse en el sentido de la flecha 38, que establece una unión eléctrica respectiva con los contactos deslizantes unidos en las tomas. Las conexiones 40, 42 del segundo módulo de arrollamiento 14 están formadas por una toma situada por fuera y la salida de un interruptor de contactos escalonados 34. Por medio de los contactos 44, 46, las conexiones 40, 42 están unidas galvánicamente con las tomas 26, 32 situadas en cada caso por fuera y adyacentes al segundo módulo de arrollamiento 14, de los módulos de arrollamiento primero 12 y tercero 16. Los contactos 44, 46 son por ejemplo cables aislados o barras de cobre u otros conductores. De este modo, los módulos de arrollamiento 12, 14, 16 están conectados eléctricamente en serie.

Las tomas 24, 28 del primer módulo de arrollamiento 12 están dotadas de dispositivos de contacto correspondientes, de modo que por medio de un contacto 52 opcionalmente puede establecerse una unión eléctrica con una primera conexión 48 del arrollamiento auxiliar de transformador. Esto puede producirse tanto por medio de una unión por cable o conductor que se dispondrá y fijará manualmente como por medio de un interruptor selector, que desde el punto de vista eléctrico cumple con la misma función. Éste está configurado preferiblemente de tal modo que sólo conmuta en el estado sin corriente para de este modo reducir su complejidad constructiva. De manera análoga, las tomas 30, 32 del tercer módulo de arrollamiento 22 pueden unirse por medio de un contacto con una segunda conexión 50 del arrollamiento auxiliar de transformador. Por tanto, una conexión del arrollamiento auxiliar de transformador se produce por sus dos conexiones 48, 50.

La figura 2 muestra un segundo arrollamiento auxiliar de transformador 60 a modo de ejemplo. Éste corresponde en cuanto a sus componentes esenciales al primer arrollamiento de transformador 10 de la figura 1. Sin embargo, en este ejemplo se han juntado los módulos de arrollamiento primero y segundo en un módulo de arrollamiento común 62. Sin embargo, éste está separado galvánicamente de un tercer módulo de arrollamiento 64. Esta separación es necesaria para poder introducir la salida del interruptor de contactos escalonados en el tercer módulo de arrollamiento y evitar un cortocircuito con los segundos segmentos de arrollamiento no activos en la zona posterior (mostrada a la derecha en la figura) del módulo de arrollamiento común 62.

La figura 3 muestra unos módulos de arrollamiento primero y segundo a modo de ejemplo en una vista en sección 70. Esta vista en sección se asemeja relativamente a la construcción real de un enrollamiento auxiliar de transformador según la invención, porque en este caso se representa la construcción enrollada por capas alrededor de un eje de arrollamiento 90. Un primer módulo de arrollamiento a modo de ejemplo está indicado con el número de referencia 72 y un segundo módulo de arrollamiento a modo de ejemplo con el número de referencia 74. Sin embargo, las líneas continuas con las que se representan los módulos de arrollamiento 72, 74, no describen un conductor eléctrico, sino más bien el esquema de arrollamiento de un conductor enrollado alrededor del eje de arrollamiento 90, es decir, el perfil de sección transversal de segmentos de conductor dispuestos uno al lado de otro. El conductor está enrollado en varias capas de arrollamiento 80, 82, 84, 86, 88 en forma de meandro de la zona radialmente interna a la zona radialmente externa. El primer módulo de arrollamiento 72, que esencialmente también correspondería a un tercer módulo de arrollamiento, presenta tres tomas 76 a modo de ejemplo. El segundo módulo de arrollamiento 74 presenta nueve tomas 78 a modo de ejemplo, que entonces se unirán con un interruptor de contactos escalonados no mostrado. El número de arrollamientos de los segmentos de arrollamiento interconectados entre tomas adyacentes es claramente superior en el caso del primer módulo de arrollamiento 72 en comparación con el segundo módulo de arrollamiento 74, porque sólo sirve para fijar el desplazamiento de la banda de regulación de tensión del segundo módulo de arrollamiento, que normalmente puede tener una graduación menos fina.

Lista de números de referencia

- 10 primer arrollamiento auxiliar de transformador a modo de ejemplo
- 12 primer módulo de arrollamiento

ES 2 618 530 T3

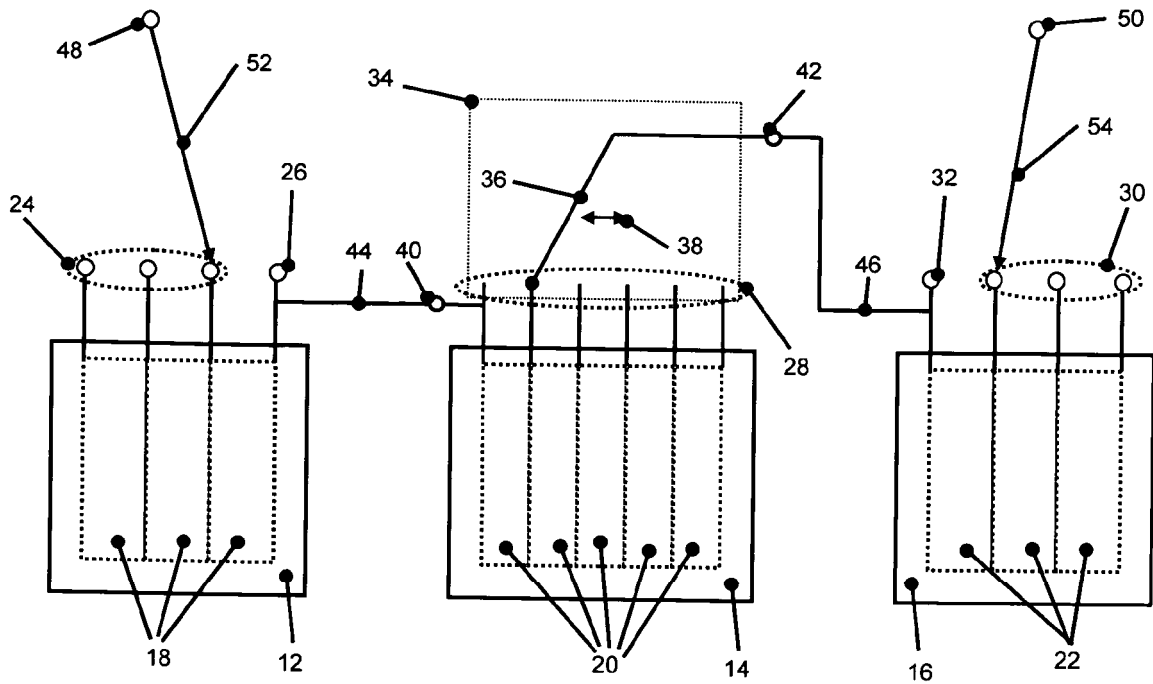
	14	segundo módulo de arrollamiento
	16	tercer módulo de arrollamiento
5	18	segmentos de arrollamiento del primer módulo de arrollamiento
	20	segmentos de arrollamiento del segundo módulo de arrollamiento
	22	segmentos de arrollamiento del tercer módulo de arrollamiento
10	24	tomas del primer módulo de arrollamiento
	26	toma situada por fuera adyacente al segundo módulo de arrollamiento
15	28	tomas del segundo módulo de arrollamiento
	30	tomas del tercer módulo de arrollamiento
	32	toma situada por fuera adyacente al segundo módulo de arrollamiento
20	34	interruptor de contactos escalonados
	36	contacto móvil
25	38	dirección de movimiento del contacto
	40	primera conexión segundo módulo de arrollamiento
	42	segunda conexión segundo módulo de arrollamiento
30	44	contacto entre módulos de arrollamiento primero y segundo
	46	contacto entre módulos de arrollamiento segundo y tercero
35	48	primera conexión del arrollamiento auxiliar de transformador
	50	segunda conexión del arrollamiento auxiliar de transformador
	52	contacto de la primera conexión del arrollamiento auxiliar de transformador
40	54	contacto de la segunda conexión del arrollamiento auxiliar de transformador
	60	segundo arrollamiento auxiliar de transformador a modo de ejemplo
45	62	módulo de arrollamiento común
	64	tercer módulo de arrollamiento
	70	módulos de arrollamiento primero y segundo a modo de ejemplo en una vista en sección
50	72	primer módulo de arrollamiento a modo de ejemplo
	74	segundo módulo de arrollamiento a modo de ejemplo
55	76	tomas del primer módulo de arrollamiento
	78	tomas del segundo módulo de arrollamiento
	80	primera capa de arrollamiento de segundo módulo de arrollamiento
60	82	segunda capa de arrollamiento de segundo módulo de arrollamiento
	84	tercera capa de arrollamiento de segundo módulo de arrollamiento
65	86	cuarta capa de arrollamiento de segundo módulo de arrollamiento

ES 2 618 530 T3

- 88 quinta capa de arrollamiento de segundo módulo de arrollamiento
- 90 eje de arrollamiento

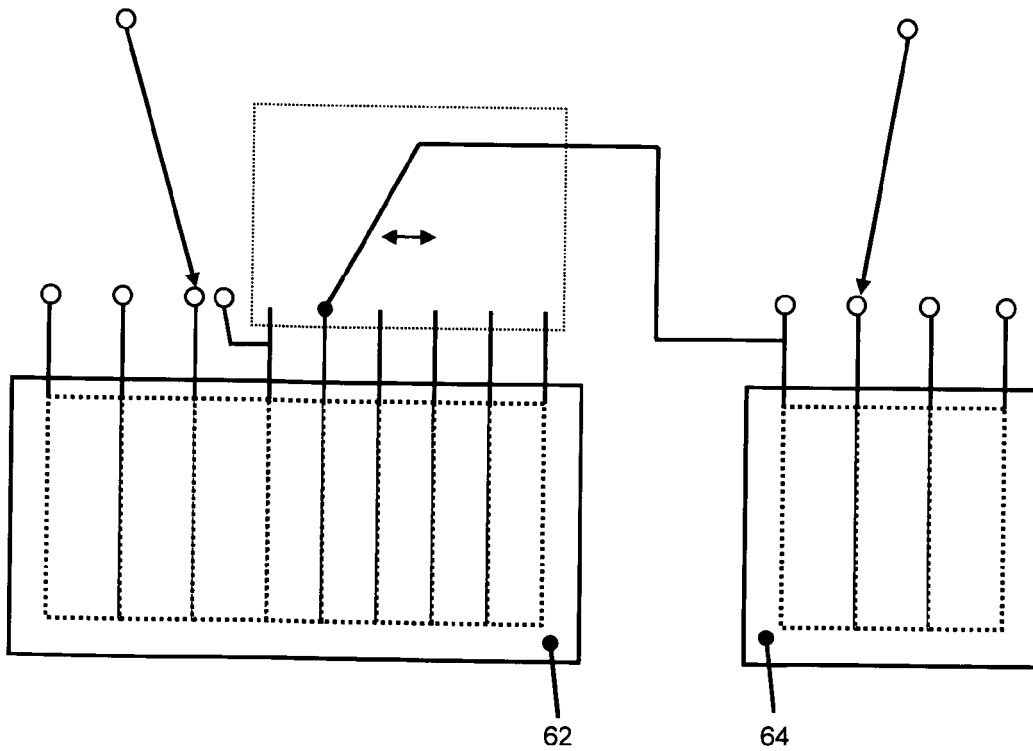
REIVINDICACIONES

1. Arrollamiento de transformador, que comprende un arrollamiento principal de transformador y un arrollamiento auxiliar de transformador (10, 60) conectado eléctricamente en serie con el mismo, que a su vez comprende unos módulos de arrollamiento primero (12, 72), segundo (14, 74) y tercero (16, 64) con en cada caso al menos unos segmentos de arrollamiento (18, 20, 22) primero (18), segundo (20) o tercero (22) que presentan unas tomas (24, 26, 28, 30, 32, 76, 78) respectivas y un interruptor de contactos escalonados (34) unido con las tomas (28, 76) del segundo módulo de arrollamiento (14, 74), que opcionalmente une eléctricamente una de las tomas (28, 76) del segundo módulo de arrollamiento (14, 74) con su salida, estando formadas las conexiones (40, 42) del segundo módulo de arrollamiento (14, 74) por una toma situada por fuera y la salida del interruptor de contactos escalonados (34), estando unido y conectado eléctricamente en serie (44, 46) el segundo módulo de arrollamiento (14, 74) en su primera conexión (40) mencionada con al menos un segmento de arrollamiento (18) del primer módulo de arrollamiento (12, 72) y en su otra conexión (42) mencionada con al menos un segmento de arrollamiento (22) del tercer módulo de arrollamiento (16, 64).
2. Arrollamiento de transformador según la reivindicación 1, caracterizado por que el segundo módulo de arrollamiento (14, 74) presenta una pluralidad de segmentos de arrollamiento (20) conectados eléctricamente en serie.
3. Arrollamiento de transformador según la reivindicación 1 o 2, caracterizado por que los módulos de arrollamiento primero (12, 72) y tercero (16, 64) presentan una pluralidad de segmentos de arrollamiento (18 o 22) conectados eléctricamente en serie.
4. Arrollamiento de transformador según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el contacto (44, 46, 52, 54) de las tomas (24, 26, 28, 30, 32, 76, 78) respectivas necesario para una conexión en serie de los módulos de arrollamiento primero y/o tercero se implementa por medio de una unión por conductor y/o cable que puede separarse mecánicamente.
5. Arrollamiento de transformador según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que al menos una parte de las tomas (24, 26, 30, 32, 76) de los módulos de arrollamiento primero (12, 72) y/o tercero (16, 64) está unida con las entradas de un interruptor selector respectivo, de modo que así puede fijarse el número de segmentos de arrollamiento (18, 22) conectados eléctricamente en serie con el segundo módulo de arrollamiento (14, 74).
6. Arrollamiento de transformador según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el número de segmentos de arrollamiento (18) conectados en serie del primer módulo de arrollamiento (12, 72) y el número de segmentos de arrollamiento (22) conectados en serie del tercer módulo de arrollamiento (16, 64) son idénticos.
7. Arrollamiento de transformador según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el contacto (44, 46) de los módulos de arrollamiento primero (12, 72) y/o tercero (16, 64) para la unión respectiva con las conexiones del segundo módulo de arrollamiento (14, 74) se produce en la toma (26, 32) situada en cada caso por fuera, adyacente al segundo módulo de arrollamiento (14, 74).
8. Arrollamiento de transformador según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que está realizado de manera trifásica.
9. Transformador en seco, que comprende un núcleo de transformador y un arrollamiento de transformador según una de las reivindicaciones 1 u 8.



10

Fig. 1



60

Fig. 2

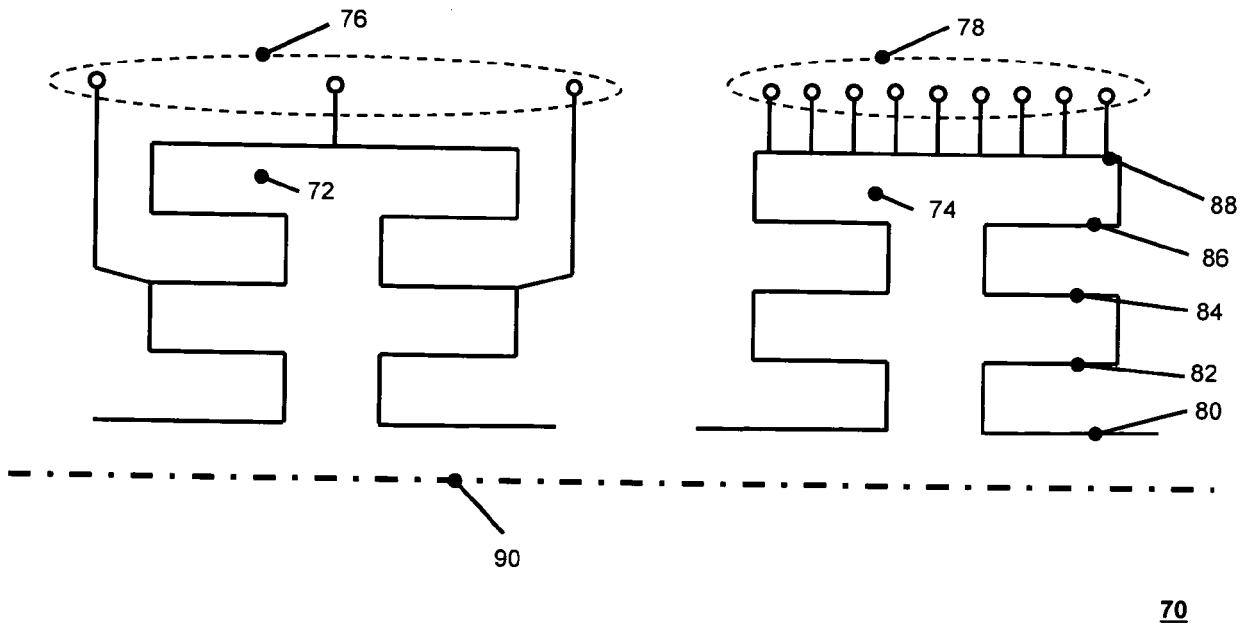


Fig. 3

70