

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 406 808**

51 Int. Cl.:

**H01F 41/02** (2006.01)

**H01F 30/12** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **08.06.2010** **E 10005874 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.03.2013** **EP 2395521**

54 Título: **Método para la fabricación de núcleos de transformador triangular fabricados de metal amorfo**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**10.06.2013**

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**CARLEN, MARTIN, DR.;**  
**DONZEL, LISE, DR. y**  
**SCHAAL, STEPHANE, DR.**

74 Agente/Representante:

**UNGRÍA LÓPEZ, Javier**

**ES 2 406 808 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**

Método para la fabricación de núcleos de transformador triangular fabricados de metal amorfo

5 La invención se refiere a un método para la fabricación de núcleos para transformadores de potencia trifásicos, mientras que el núcleo está compuesto por tres armazones diseñados para combinarse de tal modo que cada pata de núcleo de transformador está compuesta por dos patas de armazón, y las patas de núcleo de transformador se disponen en una configuración triangular.

10 **Descripción del estado de la técnica**

15 Un transformador es un dispositivo que transfiere energía eléctrica de un circuito a otro a través de unos conductores acoplados de forma inductiva – las bobinas del transformador. Para transformar la potencia, los transformadores trifásicos se desarrollaron mucho tiempo atrás. Los transformadores trifásicos tienen un núcleo que comprende tres o cinco extremidades dispuestas en línea y en paralelo y ambos extremos de cada extremidad están conectados con unas culatas comunes. En el caso de un núcleo de cinco patas, las tres extremidades interiores se dotan de devanados de las bobinas, mientras que las extremidades exteriores solo sirven como conductor para el flujo magnético así como también las extremidades interiores. En el caso de los núcleos de tres patas, la totalidad de las tres patas se dota de devanados. Normalmente, los transformadores se forman por medio de chapas de metal, chapas que se apilan o se enrollan para formar el núcleo de transformador.

20 Una disposición de transformador especial es aquella en la que las patas y bobinas de transformador se disponen en las esquinas de un triángulo. Esas extremidades se han conectado con unas culatas que tienen la forma de triángulos. Esta disposición permite ahorrar espacio, proporciona una configuración simétrica para el flujo magnético y ofrece beneficios con respecto a las pérdidas en el núcleo de transformador. Esos transformadores triangulares se conocen como transformador Delta o como Hexaformer. En el presente caso, el núcleo se monta a partir de tres sub-núcleos, estando cada uno formado como un armazón cuasi-rectangular, mientras que cada uno de los tres sub-núcleos se fabrica a partir de unas laminaciones de acero enrolladas de forma continua. El ajuste de la anchura de laminación para obtener la sección transversal requerida se realiza mediante corte longitudinal, que es un proceso mecánico.

25 El documento de la técnica anterior WO 01/82316 da a conocer un núcleo de transformador fabricado de tiras magnéticas para su uso en un transformador de distribución de potencia. El núcleo de transformador tiene una altura deseada y una forma toroidal sustancialmente cilíndrica producida mediante el devanado de una estructura de múltiples capas alrededor de un eje central del toroide de una forma similar a una espiral. Asimismo, una variante de núcleo de transformador triangular se da a conocer en este documento.

30 A pesar de que estos transformadores ahorran espacio, su eficiencia podría ser mejor. Además, la fabricación de tal transformador es compleja y laboriosa.

35 Por lo tanto, es un objeto de la invención el diseño de un método para la fabricación de un núcleo de transformador que ahorre espacio, el cual sea más eficiente que los del estado de la técnica, a la vez que la fabricación de tales núcleos sea menos compleja y laboriosa.

40 Por consiguiente, el método de acuerdo con la invención se caracteriza por el hecho de que la anchura de la cinta de acero se ajusta para obtener la forma circular o poligonal deseada de la sección transversal por medio de corte por láser.

45 Por consiguiente, el método de acuerdo con la invención se caracteriza por el hecho de que la cinta provista para formar el núcleo del transformador es una cinta de metal amorfo, en particular una cinta de acero amorfo. Los núcleos fabricados a partir de acero amorfo tienen unas pérdidas menores. No obstante, debido a la estructura amorfa, el corte longitudinal y/o el corte del metal amorfo es difícil y requiere un cierto grado de conocimientos técnicos.

50 La idea básica de acuerdo con la invención es la provisión de los miembros de núcleo fabricados a partir de un metal amorfo que se encuentra disponible habitualmente como unas láminas que tienen un espesor de aproximadamente 25 micras, provistas como una tira sin fin. Esas láminas se utilizan para la fabricación de dichos armazones mediante el bobinado de la tira de forma continua. De este modo se proporciona conforme a la invención el recorte de la tira a la forma deseada de la sección transversal del armazón por medio de corte por láser.

55 Por consiguiente, el devanado de la tira y su recorte se efectúa preferiblemente de forma simultánea, por lo tanto la forma deseada del miembro de armazón se consigue de forma exacta mediante la conformación por corte de la tira. En consecuencia, la herramienta de corte se coloca cerca del mecanismo de devanado con el fin de definir la anchura de la tira de acuerdo con la capa respectiva con respecto a la sección transversal de la pata de núcleo.

60

65

Conforme a una realización de la invención, el devanado de las capas de tira para formar un armazón se efectúa mediante un mecanismo de devanado que está funcionando, preferiblemente, de forma parcialmente automática o de forma completamente automática.

5 Una característica esencial adicional del método de acuerdo con la invención está caracterizada por que las capas de chapa de metal se fabrican a partir de metal amorfo. Como alternativa, las capas de chapa de metal se fabrican a partir de acero aleado con silicio, acero que es relativamente frágil, asimismo, pero menos frágil que el metal amorfo.

10 Mientras que el devanado de bobina con los transformadores convencionales se realiza por separado mientras que las bobinas acabadas se desplazan con facilidad sobre la pata de núcleo respectiva antes de que la culata se monte sobre la misma, con los transformadores triangulares el devanado se efectúa directamente, debido a que el lazo cerrado de los armazones no permite abrir el mismo y, por lo tanto, no existe posibilidad alguna de prefabricar la bobina y de desplazar la misma sobre la pata de núcleo.

15 La gran ventaja de los núcleos de transformador fabricados de metal amorfo es que tales núcleos tienen unas pérdidas aún menores que los núcleos fabricados de Si-acero, respectivamente que otras aleaciones de hierro con bajas pérdidas con respecto al flujo magnético. Por lo tanto, el uso de metal amorfo es bastante esencial para aumentar la eficiencia del transformador.

20 En el caso de las tiras de metal amorfo, el corte de las tiras es difícil debido a la estructura amorfa del material. El corte mecánico es bastante ineficiente, respectivamente poco preciso, en comparación con el corte por láser de tal modo que, de acuerdo con la presente invención, una realización preferida es el uso de haces de láser para cortar la tira amorfa a una anchura apropiada.

25 En el caso del corte por láser, la anchura de corte puede ajustarse con facilidad y de forma precisa. El proceso permite una alta velocidad. Pueden cortarse al mismo tiempo capas de tiras únicas o un haz de capas. Preferiblemente, es posible colocar el dispositivo de corte por láser cerca del mecanismo de devanado de tal modo que el corte respectivo se realiza para conseguir la anchura de la cinta de metal de acuerdo con la capa respectiva con respecto a la forma deseada de la sección transversal del miembro de extremidad, que puede ser semicircular o poligonal.

30 Preferiblemente, el láser que se usa para recortar los bordes de las tiras amorfas es un láser de CO<sub>2</sub> o es un láser de estado sólido, mientras que la potencia del láser es de por lo menos 2 W, si bien esta puede ser más alta en el caso de cintas que tienen un espesor más grande, por ejemplo cintas fabricadas de Si-acero.

35 Si un haz de capas se corta, la potencia de láser puede elegirse de tal modo que las capas se sueldan entre sí en el corte. Esto tiene el beneficio de que fija las capas entre sí y estas se vuelven más fáciles de manejar cuando se devanan los sub-núcleos. Por lo tanto, es una ventaja adicional del método que se reivindica de acuerdo con la invención recortar las tiras de acuerdo con su capa respectiva con el fin de conseguir la forma deseada de la sección transversal del miembro de armazón.

40 El método de corte por láser conforme a la invención no solo puede aplicarse para la fabricación de núcleos de Delta, sino también para los núcleos de Hexaformer. Con los núcleos de Hexaformer, se usan unas bandas de metal de dos anchuras diferentes para devanar espiras de núcleo, que proporcionan una sección transversal de pata de núcleo hexagonal, cuando estas se colocan de forma adecuada. La segunda anchura es la mitad de la primera anchura y, por lo tanto, puede producirse con facilidad mediante el corte longitudinal de una banda en la mitad. Para el metal amorfo, el corte por láser es también un método preferido para realizar el corte.

50 El uso del corte por láser para la fabricación de núcleos triangulares se prefiere en especial en el caso del metal amorfo, si bien puede aplicarse también a Si-acero.

Estas y más mejoras y realizaciones ventajosas de la invención son la materia objeto de las reivindicaciones dependientes.

55 Por medio de ejemplos de varias realizaciones preferidas de la invención, que se muestran en el dibujo adjunto a la invención, se ilustrarán y se describirán con más detalle mejoras y realizaciones ventajosas de la invención así como ventajas especiales de la invención.

Esto se muestra en

60 Figura 1 una vista lateral de un transformador dotado de bobinas enrolladas sobre un núcleo de transformador de acuerdo con la invención;

65 Figura 2 una vista desde arriba sobre la sección de base del núcleo de transformador de acuerdo con la invención y

Figura 3 una vista esquemática del recorte de la anchura de una tira para un núcleo de transformador de acuerdo con la invención.

5 En la figura 1 se muestra una vista lateral de un transformador 10 que está dotado de bobinas 12 enrolladas sobre un núcleo de transformador 14 de acuerdo con la invención. El transformador 10 se forma mediante tres armazones idénticos 16, armazones 16 que forman unos miembros de núcleo.

10 Los tres armazones 16 se colocan juntos con el fin de formar una columna triangular 14 que es el núcleo de transformador de acuerdo con la invención.

Cada miembro de núcleo 16 tiene dos lados largos y dos lados pequeños, mientras que los dos lados largos son rectos y forman unos miembros de extremidad 18 en los que cada uno se coloca en paralelo con respecto al miembro de extremidad respectivo 18 de un armazón adyacente 16 y, por lo tanto, forman una pata de núcleo 20.

15 Además, la sección transversal de cada miembro de extremidad 18 es o bien semicircular o bien poligonal con el fin de completar la sección transversal de la pata de núcleo 20 para dar un círculo o polígono completo.

20 Las bobinas 12 se enrollan sobre las patas de núcleo 20 después de que el núcleo de transformador triangular 14 se haya acabado.

25 La figura 2 muestra una vista desde arriba sobre la sección de base 15 del núcleo de transformador 14 de acuerdo con la invención que da a conocer la disposición triangular del núcleo de transformador 14. Además de eso, este diseño del transformador 10 ahorra espacio debido a la poca base que requiere el núcleo de transformador 14. Tal como puede verse a partir de la figura 2, la sección transversal de cada miembro de extremidad 18 es semicircular y forma, junto con el miembro de extremidad 18 del miembro de núcleo adyacente 16, una pata de núcleo que tiene una sección transversal circular.

30 La figura 3 es vista desde arriba esquemática sobre una tira o cinta 22 que se proporciona para enrollarse capa a capa del núcleo de transformador 14. Con el fin de conseguir la forma deseada de la sección transversal de los miembros de extremidad 18, es necesario recortar la cinta en consecuencia, debido a que de otro modo la forma no puede conseguirse mediante una configuración de laminación en la que la tira o cinta 22 se lamina para dar una pluralidad de capas.

35 Por lo tanto, el recorte de la anchura de una tira 22 es necesario para conseguir la forma del miembro de extremidad 18 de un armazón 16 para un núcleo de transformador 14 de acuerdo con la invención. De acuerdo con la invención, el recorte se realiza por medio de un láser 24 que tiene un haz de láser 26 mientras que para cortar o recortar la tira o cinta 22 preferiblemente se está usando un láser de CO<sub>2</sub> y que tiene una potencia de por lo menos 10 W.

40 El haz de láser 26 se guía sobre la tira o cinta 22 a lo largo de la línea de corte deseada 28, que se corresponde con la anchura de la tira o cinta 22 que se requiere para la capa respectiva de la espira de núcleo 14, en la que se hace que la tira o cinta 22 avance para devanar el armazón 16 como un miembro de núcleo.

**Lista de referencias**

- 45 10 transformador
- 12 bobina
- 14 núcleo de transformador
- 50 15 base de transformador
- 16 armazón, miembro de núcleo
- 55 18 miembro de extremidad
- 20 pata de núcleo
- 22 tira, cinta, banda
- 60 24 láser
- 26 haz de láser

**REIVINDICACIONES**

1. Método para la fabricación de núcleos para un transformador trifásico (10), mientras que el núcleo (14) está compuesto por tres armazones (16) diseñados para combinarse de tal modo que cada pata de núcleo de transformador (18) está compuesta por dos patas de armazón (18), mientras que las patas de núcleo de transformador (16) se disponen en una configuración triangular, y la sección transversal de las patas de núcleo (20) tiene una forma circular o poligonal, y en el que los armazones de núcleo (16) se fabrican de capas de por lo menos una banda enrollada de forma continua (22) de un material magnético con bajas pérdidas,  
**caracterizado por que**  
la anchura de las bandas (22) se ajusta de acuerdo con la capa respectiva de la pata de núcleo (20) por medio de corte por láser (24).
2. Método de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado por que** el corte por láser (24) de la cinta o banda (22) se realiza al mismo tiempo que el devanado de la banda (22) con el fin de formar el armazón (16).
3. Método de acuerdo con la reivindicación 2, **caracterizado por que** la fabricación de los armazones de núcleo (16) se efectúa mediante el devanado de una primera banda (22) sobre un mandril y por lo menos una segunda banda (22) sobre la primera banda enrollada (22).
4. Método de acuerdo con la reivindicación 2 o 3, **caracterizado por que** la fabricación de los armazones de núcleo (16) se efectúa mediante el devanado de por lo menos una segunda banda (22) de una anchura diferente sobre la primera banda enrollada (22).
5. Método de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado por que** la fabricación de los armazones de núcleo (16) se efectúa mediante el montaje de por lo menos dos espiras de bandas enrolladas (22).
6. Método de acuerdo con por lo menos una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** el láser (24) que se usa para recortar las bandas (22) tiene una potencia de por lo menos 10 W.
7. Método de acuerdo con la reivindicación 1 o 6, **caracterizado por que** el láser (24) es un láser de CO<sub>2</sub>.
8. Método de acuerdo con la reivindicación 1 o 6, **caracterizado por que** el láser (24) es un láser de estado sólido.
9. Método de acuerdo con por lo menos una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** la banda (22) de un material magnético con bajas pérdidas consiste en metal amorfo.
10. Método de acuerdo con por lo menos una de las reivindicaciones anteriores 1 a 8, **caracterizado por que** la banda (22) de un material magnético con bajas pérdidas se fabrica a partir de acero aleado con silicio.
11. Método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** múltiples bandas (22) se cortan y se sueldan de forma simultánea entre sí por medio de un láser (24) lo que da como resultado una cierta estabilidad mecánica del armazón (16).
12. Método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** el núcleo de transformador (14) se atempera para mejorar sus características magnéticas.
13. Método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** el núcleo de transformador (16) se recubre con un material polimérico para proporcionar estabilidad mecánica.

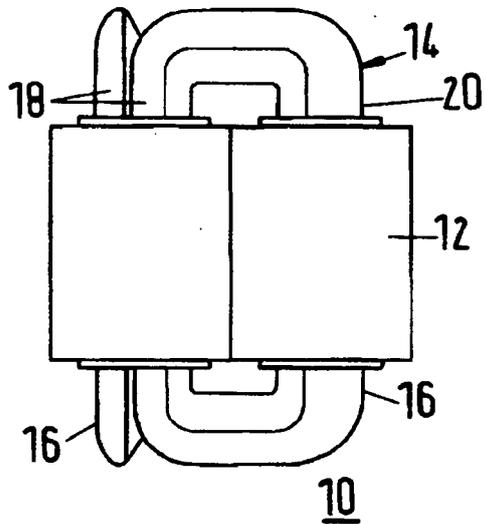


Fig.1

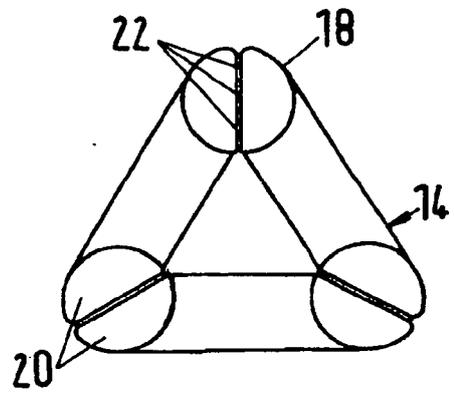


Fig.2

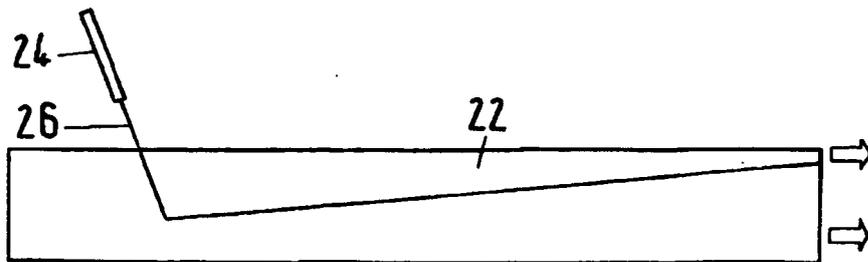


Fig.3