

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 544 850**

51 Int. Cl.:

H01F 27/245 (2006.01)

H01F 27/26 (2006.01)

H01F 41/02 (2006.01)

H01F 27/30 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.02.2013 E 13460009 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.05.2015 EP 2767990**

54 Título: **Método para fabricar un transformador del núcleo triangular apilado**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
04.09.2015

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**NOWAK, TOMASZ;
PLATEK, ROBERT;
KLYS, PAWEL;
FABIJANOWSKI, WOJCIECH;
STRYKEN, EGIL;
WYSOCKI, WOJCIECH;
WALLUMROD, JOHN y
SHOORY, ABDOLHAMID**

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 544 850 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 fabricar un transformador del núcleo triangular apilado

5 La presente invención se refiere al método para fabricar un transformador del núcleo triangular apilado. El método se aplica en la producción de transformadores de distribución y potencia que utiliza una tecnología apilada para los transformadores del núcleo.

10 La aplicación del concepto del núcleo triangular en el diseño de los transformadores de distribución y potencia gana un interés cada vez mayor. Se afirma, que el transformador del núcleo triangular requiere menos material del núcleo, en comparación con el núcleo plano. También se beneficia de una base más pequeña y de una construcción totalmente simétrica, lo que trae algunas ventajas eléctricas. Si el núcleo del transformador se hace con tecnología de devanado, el nivel de las pérdidas sin carga se reduce adicionalmente. Sin embargo, la producción del núcleo triangular no es fácil, ya que su diseño es más complejo cuando se compara con el plano. Debido a que las tres columnas del núcleo se sitúan espacialmente en el espacio 3D, no en un plano, como en el núcleo de transformador ordinario, la producción se vuelve mucho más difícil. Los procesos de fabricación especializados, que deben estar involucrados, requieren también herramientas dedicadas, por tanto, costosas.

15 El método de fabricación de un transformador trifásico con estructura del núcleo triangular apilado se conoce a partir de la solicitud de patente WO2005/027155. El método presentado comprende las etapas de:

- 20 a) – cortar láminas en forma de trapecios con el tamaño predeterminado a partir del material en chapas;
- 25 b) – apilar dichas láminas en forma de trapecio para formar los cuatro lados de tres bastidores rectangulares para obtener una estructura del núcleo triangular con un yugo inferior, yugo superior y tres extremidades verticales que conectan los tres vértices del yugo inferior y del yugo superior;
- 30 c) – sujetar el yugo inferior con las abrazaderas inferiores;
- 35 d) – retirar el yugo superior e introducir tres bobinas de devanado que comprenden los devanados primario y secundario a través de cada extremidad vertical;
- e) – colocar el yugo superior y sujetar apriete el yugo superior con las abrazaderas superiores y sujetar las abrazaderas inferiores y las abrazaderas superiores con tirantes para obtener un transformador con una estructura del núcleo triangular.

40 En el método presentado, la etapa "c" referente a la sujeción del yugo inferior con las abrazaderas inferiores se hace después de situar los tres bastidores rectangulares en una estructura del núcleo triangular, lo que se debe realizar con el uso de herramientas especiales que cuentan con medios dedicados para situar los tres bastidores rectangulares en posición vertical. Es imposible mantener la estructura formada por tres bastidores rectangulares verticales sin ningún medio de protección temporal especial o ninguna herramienta similar para mantener los tres bastidores fabricados a partir de láminas en una posición correcta. Por tanto, son necesarios medios adicionales para este objetivo, lo que podría ser costoso y laborioso.

45 En la Solicitud de Patente Europea EP12182169.8 presentada por el solicitante se presenta el método para la fabricación de un transformador triangular apilado. El método comprende las siguientes etapas:

- 50 a) proporcionar tres patas que incluyen las láminas apiladas, donde cada pata comprende dos mitades de pata en un plano de sección transversal,
- b) devanar uno de los devanados de bobina en las tres patas,
- 55 c) conectar las tres patas con las partes de yugo con lo que las patas se sitúan de tal manera que en el plano de sección transversal, que es perpendicular al eje central del núcleo del transformador, para cada pata, las láminas apiladas se orientan en dirección radial y cada una de las mitades de pata tiene una pluralidad de esquinas externas que se orientan hacia una mitad de la pata correspondiente de una respectiva de las otras patas, y que para cada una de las mitades la pluralidad de esquinas externas descansa en una línea recta con una tolerancia lateral ΔA ,
- 60 d) colocar el núcleo del transformador en una cuba del transformador.

65 En la solicitud de patente presentada, las tres patas están conectadas entre sí con seis yugos de tal manera que cada una de dos patas se conectan entre sí por dos segmentos de yugo colocado en los extremos opuestos de las patas y conformando un solo bastidor. Un bastidor de este tipo tiene una estructura de sujeción, en la forma de vigas de sujeción, que aprieta los segmentos de yugo y las mitades de las patas entre sí. El transformador triangular presentado se podría montar de manera típica, utilizando una herramienta típica para situar el núcleo del

transformador, que se sujeta desde un solo lado - con el fin de introducir tres bobinas de devanados en cada pata y sujetar después las patas del otro lado de las patas. Sin embargo, como tal, el transformador tiene una construcción que se podría fabricar en la forma de tres bastidores independientes con dos mitades de pata y dos yugos que conectan las mitades de estas patas es posible fabricar el transformador triangular apilado en una nueva forma utilizando las herramientas típicas para el montaje de las partes del transformador.

Por tanto, el objeto de la invención es el método de fabricación del transformador que tiene una forma presentada en la solicitud de patente EP12182169.8.

El documento DE 1 233 936 desvela un método de fabricación de un núcleo triangular apilado trifásico. La enseñanza de D1 es primero para construir cada uno de los tres núcleos rectangulares y después sujetarlos entre sí.

La esencia del método de acuerdo con la invención es la fabricación de un transformador triangular apilado que comprende una etapa de montar un núcleo triangular, liberar las vigas de sujeción y segmentos de yugo en la parte superior del núcleo triangular y sacarlos temporalmente fuera, situar los devanados de bobina en las tres patas del núcleo abiertas, montar los segmentos del yugo superior y apretarlos con vigas de sujeción superior y medios de fijación y colocar el núcleo del transformador en una cuba del transformador, en el que la etapa de montar un núcleo triangular comprende las siguientes etapas: a) situar dos mitades de una pata en la placa base del soporte de montaje en la posición horizontal utilizando una parte inferior de adaptadores para mantener el ángulo adecuado entre las dos mitades de pata, b) fijar las mitades situadas utilizando una parte superior de los adaptadores y la barra de fijación colocada en varillas de acero, c) situar una viga de fijación externa por debajo de las dos mitades de pata en un extremo de las mitades de pata,

d) montar el segmento de yugo en un extremo de dos mitades de pata del núcleo, donde el segmento de yugo es coincidente con la forma de los extremos de las dos mitades opuestas de la pata del núcleo,

e) situar una viga de sujeción interna en una superficie del segmento de yugo y las dos mitades de pata del núcleo y apretar ambas vigas de sujeción entre sí formando una primera abrazadera del bastidor,

f) formar una segunda abrazadera del bastidor en el otro extremo de las dos mitades de pata del núcleo mediante la repetición de las etapas "c" a "e",

g) apretar la primera abrazadera y la segunda abrazadera entre sí con medios de fijación,

h) hacer girar un solo bastidor del núcleo en posición vertical y liberar la barra de fijación del soporte de montaje, o liberar la barra de fijación del soporte de montaje primero, y después elevar un bastidor de un solo núcleo en posición vertical.

i) montar dos bastidores adicionales de un solo núcleo, repitiendo las etapas "a" - "h",

j) situar los tres bastidores de un solo núcleo en la posición colindante, y después, apretarlos mecánicamente en la parte inferior y superior de los bastidores.

Preferentemente durante el apriete conjunto de las vigas de sujeción externas con las vigas de sujeción internas, se utilizan tornillos fijación.

Preferentemente, durante el apriete conjunto de la primera abrazadera y la segunda abrazadera, los medios de fijación por sujeción tienen una forma de tiras de fijación por sujeción.

Como alternativa durante el apriete mecánico de la primera abrazadera con la segunda abrazadera de un solo bastidor, se utilizan varillas de acero atornilladas a rigidizadores opuestos.

Preferentemente durante el apriete mecánico de los tres bastidores de un solo núcleo, se utilizan tornillos de fijación del bastidor.

Preferentemente, los adaptadores de instalación se adaptan a la forma del yugo que tiene una forma de arco curvado circularmente a un ángulo de 120°.

Como alternativa, los adaptadores de instalación se adaptan a la forma de la curva del yugo para formar una forma de V.

Preferentemente durante el montaje de los tres bastidores del núcleo en un solo núcleo triangular se deja cualquier espacio de aire entre todas las vigas de sujeción internas colindantes con sí mismas.

El método propuesto simplifica el proceso de montaje del núcleo, mediante la división del proceso de montaje original en tres operaciones idénticas, pero mucho más simples, en las que se montan tres bastidores individuales.

Finalmente, los tres bastidores se fijan entre sí, formando la estructura completa del núcleo triangular. Los bastidores individuales, que comprenden dos segmentos de pata y dos segmentos de yugo, se pueden fabricar en la forma típica, utilizando la metodología y las herramientas estándar, por lo que no se requieren herramientas de producción especiales. Por otra parte, los trabajadores de montaje no necesitan adquirir la experiencia de producir un nuevo tipo del núcleo del transformador, ya que las etapas típicas del montaje del núcleo plano se pueden aplicar. Además, esta forma de montaje facilita la reducción del tiempo de procesamiento, ya que los tres bastidores del núcleo se pueden producir de forma simultánea. También la logística de fábrica es mucho más sencilla, ya que los bastidores de un solo núcleo se pueden transportar de forma independiente entre las operaciones de montaje.

La presente invención se representa en una realización ejemplar en el dibujo en vista isométrica, donde la Figura 1, presenta un núcleo de transformador trifásico con devanados de bobina, donde parte de los devanados se omiten con el fin de mostrar la parte del núcleo interior de los devanados, la Figura 2 - un bastidor de un solo núcleo, la Figura 3 - un soporte de montaje con segmentos de columna del bastidor de un solo núcleo, la Figura 4 - un soporte de montaje con segmentos de columna y una viga de sujeción externa del bastidor de un solo núcleo, la Figura 5 - un soporte de montaje con el bastidor de un solo núcleo que tiene un segmento de yugo en el extremo de la primera pata, la Figura 6 - un soporte de montaje con el bastidor de un solo núcleo con una viga de sujeción interna en el extremo de la primera pata, Figura 7 - un soporte de montaje con el bastidor de un solo núcleo con una viga de sujeción interna en ambos extremos de las patas.

La parte activa del transformador consiste en un núcleo triangular 1 que comprende tres patas del núcleo 2 y seis segmentos de yugo 3, así como tres devanados de bobina 4, que se sitúan en cada una de las patas del núcleo. Cada una de las patas contiene dos mitades simétricas 2a, reflejadas en un plano, que es perpendicular a la sección transversal de la pata. Una única mitad 2a de una pata dada se conecta con una única mitad 2a de una segunda pata a lo largo de dos segmentos de yugo 3, en la parte superior e inferior de las patas, respectivamente, haciendo un bastidor de un solo núcleo 5. El segmento de yugo 3 tiene una forma de un arco curvado a un ángulo de 120°. El segmento de yugo 3 se puede realizar en la forma de una V, o similar a la forma de una V, lo que no se presenta en la imagen. Cada uno de los bastidores del núcleo se fija mecánicamente mediante vigas de sujeción externas 6, e internas 7, que se colocan a lo largo de los segmentos de yugo 3. La viga de sujeción externa 6 puede estar equipada con, al menos, un rigidizador 8 que tiene la forma de una chapa de metal plana, u otra forma, que no se muestra en la imagen. Las vigas de sujeción internas 7 y externas 6 de un bastidor de un solo núcleo 5 se aprietan entre sí por medios de fijación, preferentemente tornillos de apriete 9, y/o tiras de sujeción 10 enrolladas alrededor del segmento de yugo 3 formando una primera y una segunda abrazaderas de un bastidor de un solo núcleo 5, que se colocan en los dos extremos opuestos del bastidor 5, y se fijan entre sí por tiras de bastidor 11. En otra versión del diseño del núcleo, la fijación de dos abrazaderas opuestas; primera y segunda, se puede realizar mediante varillas de acero atornilladas a los rigidizadores opuestos 8, que no se presentan en el dibujo. Con el fin de distribuir la fuerza de apriete que actúa sobre los segmentos de yugo apilados uniformemente, insertos de estabilización 12, que tienen a menudo forma de cajas de madera, se proporcionan entre las vigas de sujeción externas 6 y dichos segmentos de yugo 3. Tres bastidores del núcleo conforman la forma triangular en el plano de sección transversal de la pata, y se unen entre sí por medio de fijación dedicados, preferentemente tornillos de bastidor 13. Los elementos del bastidor del núcleo 5: las patas 2 y los segmentos de yugo 3, se fabrican de láminas de acero, que se cortan de antemano en forma trapezoidal, y se apilan juntas. El proceso de montaje del bastidor del núcleo del transformador se gestiona mediante el soporte de montaje, que comprende la placa de base 14 con varillas de soporte 15, en el que dos adaptadores de instalación 16 se colocan, con la parte inferior 16a y la parte superior 16b, diseñadas para sujetar y fijar las mitades 2a de la pata durante el montaje. La forma y la orientación de los adaptadores de instalación 16 permiten mantener un ángulo apropiado entre las mitades de pata dentro del bastidor del núcleo 5, que es 120°. Las partes superiores 16b del adaptador de instalación 16 se aprietan por la barra de fijación 17, que es paralela a la superficie externa de dicho adaptador.

El método para fabricar un transformador del núcleo triangular apilado consiste en montar los tres bastidores de un solo núcleo 5 en un objeto que tiene tres patas del núcleo 2 y seis segmentos de yugo 3. Al añadir los devanados de bobina 4 a cada pata del núcleo 2 se obtiene el núcleo triangular 1. Para añadir todos los devanados 4, las vigas de sujeción 6 y 7 y los segmentos de yugo 3 en la parte superior del núcleo triangular 1 se deben liberar primero, y sacarlos temporalmente del núcleo del transformador 1, haciendo que las patas del núcleo se abran. En segundo lugar, los devanados de bobina 4 se deben situar en las patas abiertas del núcleo 2 y las vigas de sujeción y los segmentos de yugo se deben colocar en sus posiciones anteriores. Después de apretar las vigas de sujeción y los segmentos de yugo entre sí, la parte activa del transformador se coloca en una cuba del transformador que no se muestra en los dibujos.

Para montar la estructura de un solo núcleo 5, se necesita el soporte de montaje, presentado anteriormente en el realización ejemplar. Las siguientes etapas se realizan para el montaje de la estructura de un solo núcleo 5.

Etapas a)

Dos mitades de una pata 2a se sitúan en la placa de base 14 del soporte de montaje en la posición horizontal utilizando un adaptador inferior 16a para mantener el ángulo adecuado de 120° entre las dos mitades 2a de la pata 2.

Etapa b)

Las mitades situadas se fijan utilizando una parte superior de adaptadores 16b y la barra de fijación 17.

5 Etapa c)

La viga de sujeción externa 6 se sitúa debajo de dos mitades 2a de la pata en un extremo de las mitades de pata 2a (Figura 4) utilizando la placa de soporte adicional, no mostrada en el dibujo.

10 Etapa d)

El segmento de yugo 3, coincidiendo con la forma de los extremos de las dos mitades opuestas 2a de la pata del núcleo, se monta (Figura 5).

15 Etapa e)

La viga de sujeción interna 7 se coloca sobre una superficie del segmento yugo 3 y las dos mitades 2a de la pata núcleo 2 se aprietan entre sí por las vigas de sujeción 6 y 7 formando una primera abrazadera. Para el apriete de las vigas de sujeción 6 y 7 se utilizan tornillos de fijación por sujeción (Figura 6).

20

Etapa f)

La viga de sujeción externa 6 se sitúa debajo de dos mitades 2a de la pata en el segundo extremo de las mitades de pata 2a que sobresalen fuera de la placa de base 14 y las etapas d) a e) se repiten para el otro extremo de las dos mitades de pata, formando una segunda abrazadera (Figura 7).

25

Etapa g)

La primera abrazadera y la segunda abrazadera, situadas en los dos extremos de las dos mitades 2a de la pata se aprietan entre sí mediante medios de fijación que tienen una forma de tiras de fijación del bastidor 11 y el bastidor de un solo núcleo 5 se monta.

30

Etapa h)

El bastidor de un solo núcleo 5 se hace girar a la posición vertical y después la barra de fijación 17 del soporte de montaje se libera. En esta etapa de la barra de fijación 17 del soporte de montaje se puede liberar primero, y después el bastidor de un solo núcleo 5 se eleva a su posición vertical.

35

Etapa i)

A continuación, dos bastidores de un solo núcleo 5 adicionales se montan repitiendo las etapas "a" - "h".

40

Etapa j)

Los tres bastidores de un solo núcleo 5 se sitúan de tal manera que en la vista plana cada una de la viga de sujeción interna 7 colinda con las otras dos vigas de sujeción interna 7, y después los bastidores del núcleo se aprietan mecánicamente mediante tornillos fijación del bastidor 13 en la parte inferior y superior de los bastidores. Durante el apriete de los tres bastidores del núcleo 5 en un núcleo triangular, puede existir un espacio de aire entre las superficies de todas las vigas de sujeción internas 7 colindantes entre sí, ya que las superficies no se adhieren precisamente una a la otra. Se prefiere que el espacio de aire sea eliminado para una conexión estanca.

50

Leyenda de los símbolos en el dibujo:

- | | |
|----|--|
| 1 | - el núcleo triangular |
| 55 | 2 - patas del núcleo |
| | 2a - mitad de la pata del núcleo |
| | 3 - segmento de yugo |
| | 4 - devanado de bobina |
| | 5 - bastidor de un solo núcleo |
| 60 | 6 - viga de sujeción externa |
| | 7 - viga de sujeción interna |
| | 8 - rigidizador |
| | 9 - tornillos de fijación por sujeción |
| | 10 - tiras de fijación por sujeción |
| 65 | 11 - tiras de fijación del bastidor |
| | 12 - insertos de estabilización |

ES 2 544 850 T3

- 13 - tornillos fijación del bastidor
- 14 - placa de base
- 15 - varillas de soporte
- 16 - adaptadores de instalación
- 5 16a - parte inferior del adaptador
- 16b - parte superior del adaptador
- 17 - barra de fijación

REIVINDICACIONES

1. El método para fabricar un transformador triangular apilado que tiene tres patas (2) que incluyen láminas apiladas, en donde un plano de sección transversal de cada pata tiene dos mitades de pata (2a) y tiene seis segmentos de yugo (3), haciendo uso de un soporte de montaje con una placa de base (14), de adaptadores de instalación (16) y de una barra de fijación (17), en donde el método comprende una etapa de montar un núcleo triangular (1), liberar las vigas de sujeción (6, 7) y los segmentos de yugo (3) en la parte superior del núcleo triangular (1) y sacarlos temporalmente del núcleo del transformador (1), situar los devanados de bobina (4) en las tres patas del núcleo abiertas (2), montar los segmentos de yugo superior (3) y apretarlos con las vigas de sujeción superiores (6, 7) y medios de fijación y colocar el núcleo del transformador (1) en una cuba del transformador, **caracterizado por que** la etapa de montar un núcleo triangular (1) comprende las siguientes etapas:
- a) situar dos mitades de una pata (2a) en la placa base (14) del soporte de montaje en la posición horizontal utilizando una parte inferior de adaptadores (16a) para mantener el ángulo adecuado entre las dos mitades (2a) de la pata (2),
 - b) fijar las mitades situadas utilizando una parte superior de los adaptadores (16a) y la barra de fijación (17) colocada en varillas de acero (15),
 - c) situar una viga de fijación externa (6) por debajo de las dos mitades de pata (2a) en un extremo de las mitades de pata (2a),
 - d) montar el segmento de yugo (3) en el extremo de dos mitades (2a) de la pata del núcleo (2), donde el segmento de yugo es coincidente con la forma de los extremos de las dos mitades opuestas (2a) de la pata del núcleo,
 - e) situar una viga de sujeción interna (7) en una superficie del segmento de yugo (3) y las dos mitades (2a) de la pata del núcleo (2) y apretar ambas vigas de sujeción (6) y (7) entre sí formando una primera abrazadera del bastidor (5),
 - f) formar una segunda abrazadera del bastidor (5) en el otro extremo de las dos mitades (2a) de la pata del núcleo (2) mediante la repetición de las etapas "c" a "e",
 - g) apretar la primera abrazadera y la segunda abrazadera entre sí con medios de fijación,
 - h) hacer girar un bastidor de un solo núcleo (5) en posición vertical y liberar la barra de fijación (17) del soporte de montaje, o liberar la barra de fijación (17) del soporte de montaje primero y después elevar un bastidor de un solo núcleo (5) en posición vertical.
 - i) montar dos bastidores de un solo núcleo (5) adicionales, repitiendo las etapas "a" - "h",
 - j) situar los tres bastidores de un solo núcleo (5) en la posición colindante y después, apretarlos mecánicamente en la parte inferior y superior de los bastidores.
2. Un método de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado por que** en la etapa e) para apretar conjuntamente las vigas de sujeción externas (6) y los medios de sujeción internos (7) se utilizan tornillos de fijación por sujeción (9).
3. Un método de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado por que** en la etapa g) para apretar conjuntamente la primera abrazadera y la segunda abrazadera se utilizan medios de fijación por sujeción que tienen la forma de tiras de fijación por sujeción (10).
4. Un método de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado por que** en la etapa g) para apretar mecánicamente la primera abrazadera con la segunda abrazadera de un solo bastidor (5) se utilizan varillas de acero atornilladas en rigidizadores opuestos (8).
5. Un método de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado por que** en la etapa j) para apretar mecánicamente los tres bastidores de un solo núcleo (5) se utilizan tornillos de fijación del bastidor (13).
6. El método de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado por que** en la etapa d) los adaptadores de instalación (16) se adaptan a la forma del yugo (3) que tiene una forma de un arco curvada a un ángulo de 120°.
7. El método de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado por que** en la etapa d) los adaptadores de instalación (16) se adaptan a la forma del yugo (3) que tiene una forma de V con un ángulo de 120°.
8. El método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** durante el montaje de los tres bastidores del núcleo (5) en un núcleo triangular en la etapa "f", se deja cualquier espacio de aire entre todas las vigas de sujeción internas (7) colindantes entre sí.

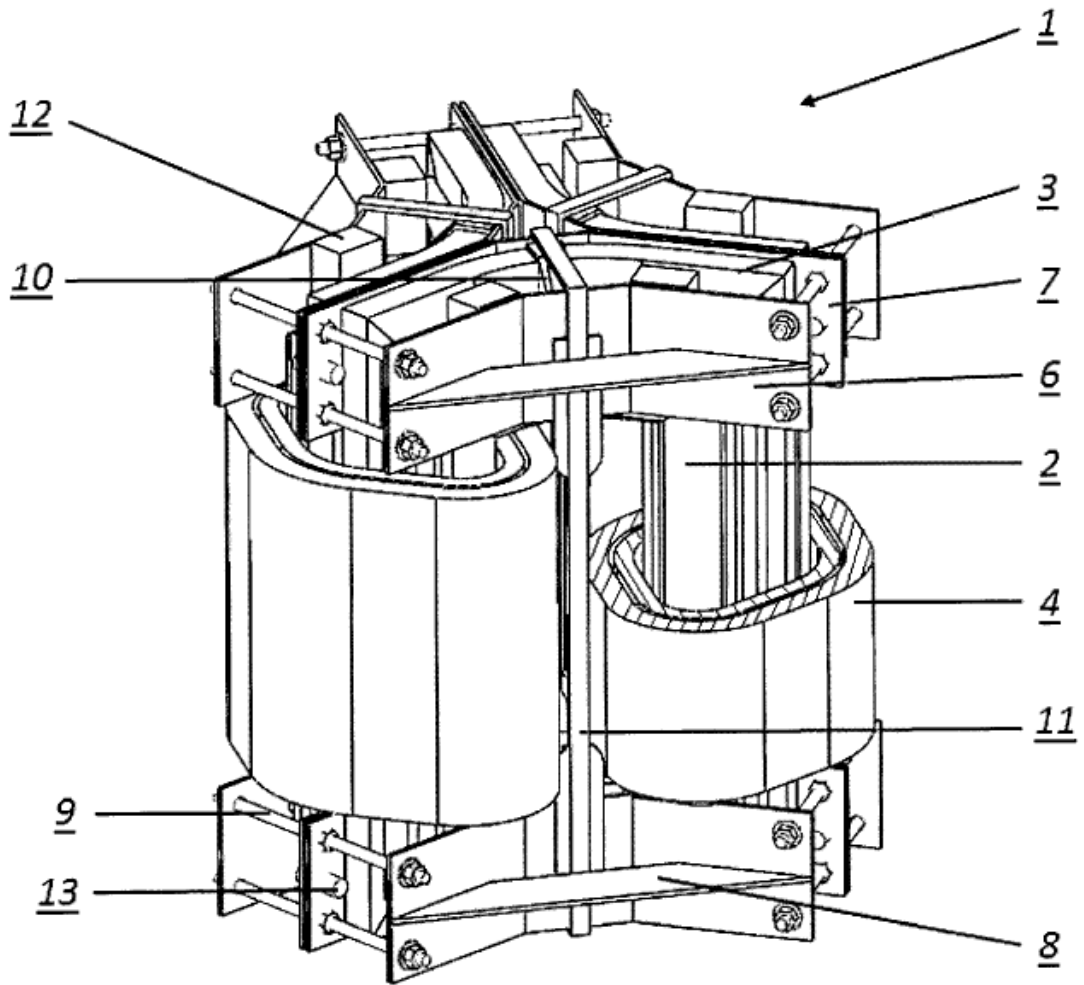


Fig. 1

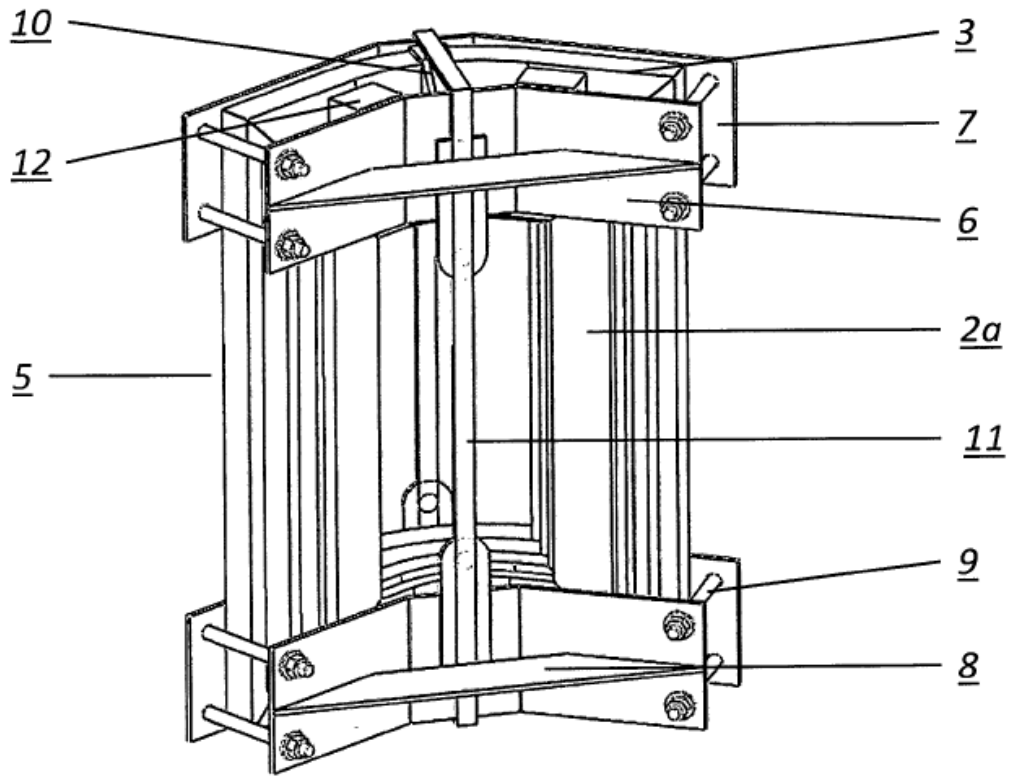


Fig. 2

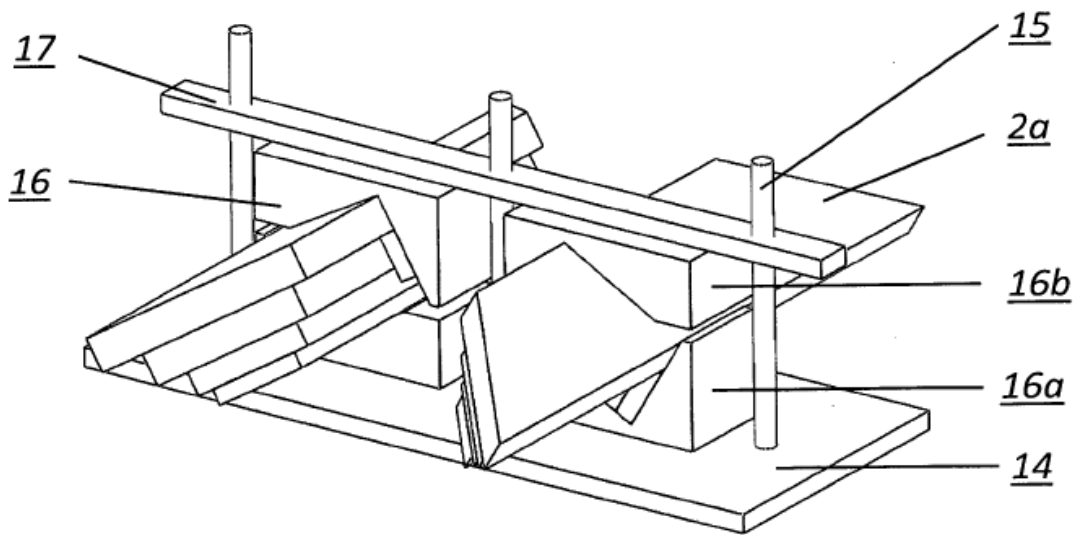
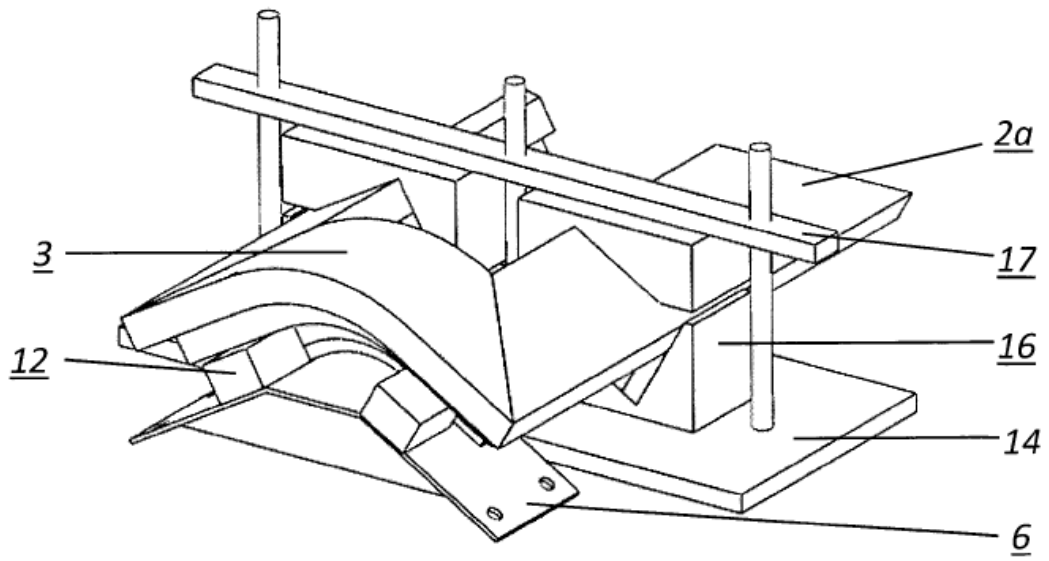
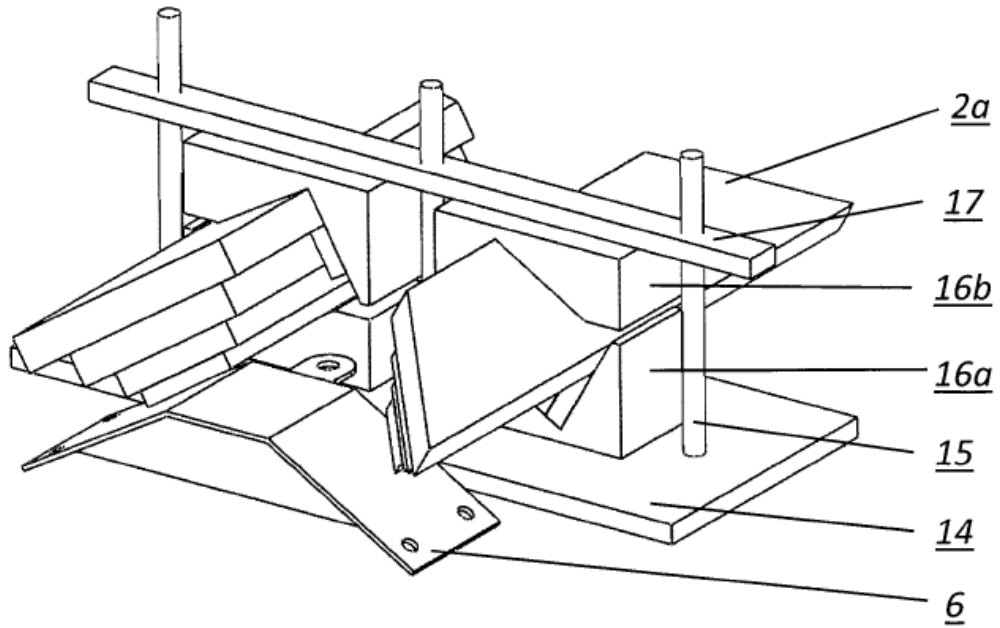


Fig. 3



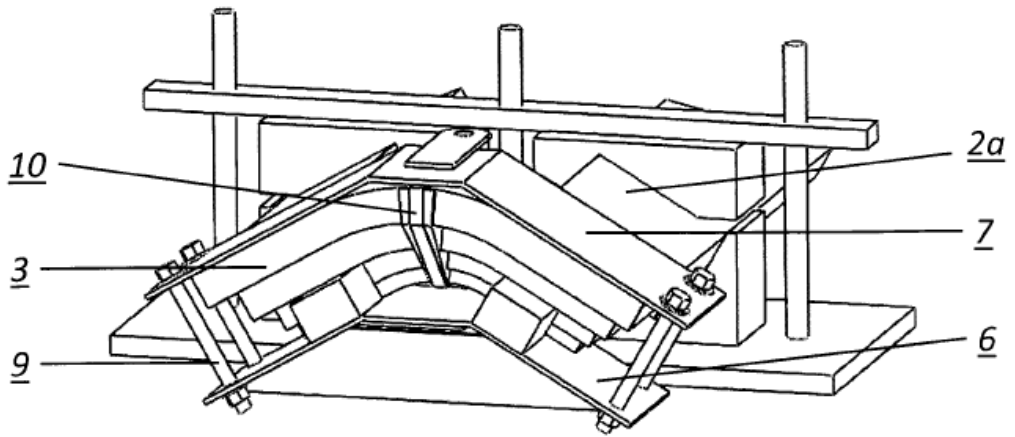


Fig. 6

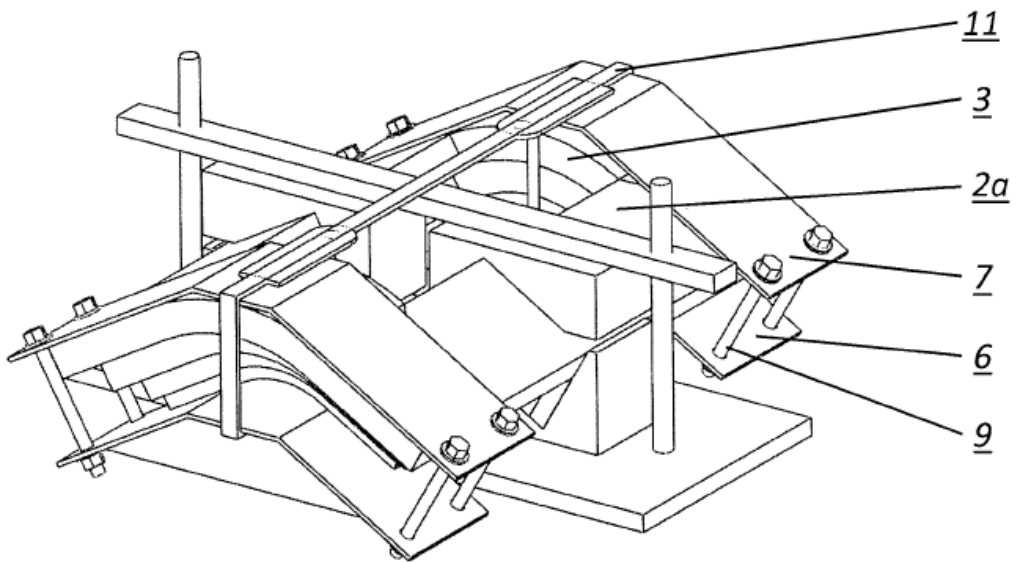


Fig. 7