

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 776 737**

51 Int. Cl.:

H01F 37/00 (2006.01)

H02M 1/12 (2006.01)

H01F 27/28 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.03.2017 E 17460010 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **11.12.2019 EP 3376513**

54 Título: **Disposición de estructura de filtro LCL**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
31.07.2020

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**POLIT, ALEKSANDER;
MACIOCHA, DARIUSZ;
SZEWCZYK-JASZYNSKA, MALGORZATA;
KOIVULA, VILLE y
BECK, CHRISTOFFER**

74 Agente/Representante:

DE PABLOS RIBA, Juan Ramón

ES 2 776 737 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

Disposición de estructura de filtro LCL

5 Campo de la invención

La presente invención guarda relación con una disposición de estructura de filtro LCL y especialmente con una estructura de filtro que se conecta a la salida de un inversor o de un convertidor de red, así como con la disposición de bobinas de choque.

10

Antecedentes de la invención

Los filtros pasivos LCL son una de las partes más importantes de los inversores electrónicos de potencia existentes y de estar bien diseñados aumenta la calidad de la potencia en la salida. La corriente de salida del inversor incluye una onda sinusoidal con armónicos de orden superior que proceden de la frecuencia de conmutación (ondas de corriente) y se necesita para que la filtre antes de transferirla a la red eléctrica, por ejemplo a un inversor solar o eólico, o a la carga, por ejemplo a máquinas eléctricas o a hornos eléctricos. En los convertidores, tales como los filtros de inversores solares, se emplea con frecuencia una topología de dos inductores y de un condensador. El diseño más típico de los inductores de alta potencia se compone de bobinados y de un núcleo magnético hechos de un material ferromagnético. La corriente eléctrica que fluye dentro de los bobinados del inductor produce un campo magnético que se cierra en un circuito que esté hecho de un material magnético. La utilización de un núcleo magnético para la aplicación de inductores crea diversas cuestiones problemáticas:

25

- debido al riesgo de saturación magnética, se debe incluir el espacio de aire adicional dentro del núcleo magnético,
- con mucha frecuencia, la longitud que se estima del espacio de aire es relativamente larga en comparación con el tamaño del núcleo del inductor, lo que provoca que se tenga que dividir en varios espacios más cortos para reducir los efectos de borde del fenómeno de flujo,
- la implementación de un núcleo magnético con una forma tan compleja es complicada desde el punto de vista de fabricación, ya que los espacios de aire se deben fabricar en una secuencia definida y adecuada,
- trabajar con corrientes altas (armónico fundamental) y altas frecuencias (ondas de corriente) aumenta las pérdidas de potencia en el material del núcleo magnético, lo que puede provocar el sobrecalentamiento de los inductores,
- el material del núcleo magnético que está hecho de acero, de amorfo, de ferrita, etc., es caro; el coste de los inductores de filtro puede ser de un ~30% del coste total del inversor de alta potencia.

30

35

40

Se conoce de la solicitud de patente estadounidense con número de publicación US2015070125 un inductor integral con núcleos magnéticos, donde el inductor tiene una disposición con al menos tres bucles magnéticos que están dispuestos uno al lado del otro en una fila, y al menos un bobinado que está vinculado a cada uno de los bucles magnéticos. Los bucles magnéticos están formados mediante elementos de núcleo individuales, donde cada uno de ellos forma parte de uno de los bucles magnéticos, y mediante elementos de núcleo compartidos, donde cada uno de ellos forma parte de dos bucles adyacentes de los bucles magnéticos. Los elementos de núcleo compartidos están separados de los elementos de núcleo individuales por espacios magnéticos, y cada uno de los al menos un bobinado está dispuesto alrededor de uno de los elementos de núcleo individuales. La divulgación también guarda relación con una aplicación de tal disposición de inductor integral dentro de un filtro AC trifásico para un inversor de potencia para alimentar la corriente eléctrica dentro de una red

45

50

eléctrica. Esta solución consume mucho material y peso, y está limitada en su capacidad de manejo de corriente debido a la saturación del núcleo del inductor, así como también está limitada térmicamente debido a las pérdidas del núcleo. Por lo tanto, existen algunas soluciones que se aplican con inductores de núcleo de aire.

5

De la solicitud de patente europea con número de publicación EP 2113928 se conoce una estructura de filtro de inversor donde la estructura de filtro se compone de al menos una bobina de choque por fase (U, V, W) y cada bobina de choque es una bobina de choque de núcleo de aire. Las bobinas de choque de núcleo de aire de la estructura están dispuestas sobre el mismo eje, de manera que el eje magnético de cada bobina de choque de núcleo de aire se corresponde entre sí.

10

Del documento de patente con número de publicación DE202006015609 se conoce un módulo de inversor trifásico para un convertidor de frecuencia, el cual tiene una unidad de mando con un inductor que tiene un núcleo de aire para cada fase de salida del inversor. Por núcleo de aire se asumió que el núcleo tiene materiales diamagnéticos y paramagnéticos. El módulo tiene inversores, los cuales se componen de ramas de salida (U1-U3) para cada fase de salida, donde los inversores tienen ensamblajes de conmutación para cada una de las fases de salida. Una unidad de control tiene un inductor (L1) con un núcleo de aire para cada fase de salida del inversor, donde el núcleo tiene materiales diamagnéticos y paramagnéticos. La unidad está acoplada a la rama de salida de la fase de salida correspondiente del inversor.

15

20

Sin embargo, en el caso de los inductores de núcleo de aire se deben abordar dos problemas. En primer lugar, la presencia de flujo magnético en una región relativamente grande en los alrededores de las bobinas es algo que no se desea y además causa el calentamiento de las partes de metal cerca de los inductores. En segundo lugar, el posible acoplamiento entre las bobinas puede ocasionar la desestabilización del funcionamiento del filtro.

25

De la patente concedida europea con número de publicación EP1535386 B1 se conoce una disposición de bobina de choque con una estructura sencilla que reduce el coste de fabricación. La solución se caracteriza por las bobinas de choque sin ningún tipo de soporte. La disposición se compone de bobinas de choque de una sola fase y de rama específica cuyos extremos primarios están acoplados a la salida de los componentes semiconductores de potencia y sus extremos secundarios están conectados a la fase de salida del inversor. Las bobinas de choque de una sola fase están formadas alrededor del núcleo en forma de columnas sin ningún tipo de soporte. Las bobinas de choque sin ningún tipo de soporte se caracterizan en que las bobinas de choque de una sola fase están protegidas por una cubierta metálica para reducir el acoplamiento magnético. Otra alternativa para evitar el acoplamiento magnético no deseado es la estructura simétrica.

30

35

40

El documento de patente con número de publicación DE 641 408 divulga un reactor trifásico donde se utilizan dos pares de bobinas por fase, y esos pares de bobinas están apiladas una encima de la otra.

45

El documento de patente con número de publicación GB 2 161 038 divulga una disposición particular de bobinas de choque de núcleo de aire en un sistema de tres fases para mejorar la compacidad y la inductancia mutua.

50

El documento de patente con número de publicación JP S 57117216 divulga un reactor trifásico con bobinas de núcleo de aire apiladas, donde la bobina central está enrollada enfrente de las otras dos con el fin de reducir los espacios de aire entre las bobinas.

El documento de patente con número de publicación US 1 473 862 divulga una bobina de reactancia trifásica que utiliza una bobina de núcleo de aire que está montada sobre ejes de intersección rectilíneos.

5 **Resumen de la invención**

La esencia de una disposición de estructura de filtro LCL de conformidad con la invención es que la estructura de filtro LCL para una sola fase U, V, W tiene al menos una bobina de choque con el bobinado que está enrollado alrededor de un núcleo en forma de columna sin ningún tipo de soporte situado en el centro alrededor de los otros ejes Y-Y y Y'-Y'. Los ejes Y-Y, Y'-Y' están situados paralelamente a los ejes X-X, X'-X' a tal distancia que cada una de las bobinas de choque singulares de cada par de bobinas de choque no esté en contacto con ninguna otra bobina de choque, y un saliente del bobinado que está enrollado alrededor del eje Y-Y o del eje Y'-Y', respectivamente, de al menos una bobina de choque de cada par de bobinas de choque está superpuesto sobre el otro bobinado de las otras bobinas de choque que están dispuestas alrededor del eje X-X o sobre el otro bobinado de las bobinas de choque que están dispuestas alrededor del eje X'-X'. Todos los pares de bobinas de choque están colocadas dentro de la carcasa de blindaje formando una pantalla magnética para todas las bobinas de choque juntas. Preferiblemente, dos pares de las bobinas de choque por fase U, V, W, están dispuestas sobre diferentes niveles y se proporcionan espacios de aire entre los niveles, los cuales se extienden en una dirección a lo largo de los ejes X-X y X'-X'.

Preferiblemente, el espacio de aire se determina por la longitud de la barra de bus de un condensador que conecta el par de las bobinas de choque que están situadas una encima de la otra.

Preferiblemente, el núcleo en forma de columna sin ningún tipo de soporte es un núcleo de aire.

Preferiblemente, la carcasa de blindaje está equipada con aperturas para cada salida/entrada de las barras de bus para cada fase U, V, W.

Preferiblemente, la disposición está insertada dentro de un armario externo, el cual está hecho de un material diferente al de la pantalla magnética.

35 **Las ventajas de la invención**

En la solución que se presenta en la invención, el problema del campo magnético de dispersión que se genera por las bobinas de aire se solucionó aplicando la pantalla magnética y se minimizó el indeseado acoplamiento entre las bobinas por la disposición mutua especial de las bobinas. La disposición que se propone también perfeccionó la refrigeración de todos los inductores dentro del armario. La invención elimina el núcleo de hierro cerrado, lo que reduce el coste del material, el peso, así como simplifica los pasos de fabricación. Además, también se elimina el problema de saturación. En comparación con el filtro de solución de núcleo de hierro, se mejora la eficiencia especialmente en los puntos de funcionamiento por debajo del 50% de la potencia máxima. Utilizando inductores de núcleo de aire en un filtro LCL, el coste y el peso totales del filtro se reducen significativamente. El montaje evita el problema, lo que está relacionado con la saturación de los materiales magnéticos dentro de los inductores, y proporciona buenas características de filtrado y buenas características magnéticas en altas frecuencias.

50 **Breve descripción de los dibujos**

La disposición del filtro LCL de conformidad con la invención se presenta en la realización ejemplar del dibujo, donde:

- 5 La figura 1 muestra el esquema eléctrico de la estructura de filtro LCL;
- La figura 2 muestra una bobina de choque singular en una vista lateral;
- La figura 3 muestra una bobina de choque singular en una vista superior;
- 10 La figura 4 muestra la disposición de filtro LCL situada dentro de la carcasa de blindaje sin mostrar la carcasa de blindaje, en una vista en perspectiva;
- La figura 5 muestra la disposición de filtro LCL de la figura 3 en una vista frontal superior; y
- 15 La figura 6 muestra la carcasa de blindaje sin mostrar ninguna de las conexiones entre las diferentes bobinas de choque, en una vista en perspectiva.

Descripción detallada de la invención

- 20 Una estructura de filtro LCL 1 se compone de tres pares de dos bobinas de choque singulares 2,3; 4,5; 6,7. Cada una de las bobinas de choque singulares está conectada eléctricamente de manera conjunta en cada par. Cada par está conectado eléctricamente con una batería de condensadores 8. El primer par se compone de las bobinas de choque 2 y 3, las cuales están conectadas eléctricamente a una salida/entrada de una fase U. El segundo par se compone de
- 25 las bobinas de choque 4 y 5, las cuales están conectadas eléctricamente a una salida/entrada de una fase V. El tercer par se compone de las bobinas de choque 6 y 7, las cuales están conectadas eléctricamente a una salida/entrada de una fase W. Dependiendo de la aplicación, las entradas se pueden intercambiar con las salidas. Todos los pares de bobinas de choque están colocados dentro de una carcasa de blindaje 9 metálica. Cada una de las bobinas de
- 30 choque de la 2 a la 7 tiene un bobinado 10 que está enrollado alrededor de un eje de un núcleo en forma de columna sin ningún tipo de soporte 11. Esto significa que el bobinado de una bobina de choque está formado alrededor de un núcleo que no está cerrado. En esta realización ejemplar el bobinado tiene la forma de una lámina rectangular. Entre los bobinados 10 está insertado un espaciador aislante 12 con el fin de permitir el aislamiento eléctrico entre
- 35 las espiras de los bobinados y mejorar la refrigeración de las bobinas de choque. Los bobinados 10 están conectados eléctricamente con la fase U, V, W a través de las barras de bus 13 (13U, 13'U; 13V, 13'V; 13W, 13'W), respectivamente. Todas las barras de bus 13 están conectadas eléctricamente a través de las barras de bus del condensador 14 (14U, 14V, 14W) con las baterías de condensadores. La disposición del par de bobinas de choque es tal que
- 40 cada par de dos bobinas de choque conectadas juntas se colocan en un nivel diferente por encima de la batería de condensadores 8. Cada una de las bobinas de choque singulares de cada par de bobinas de choque no está en contacto con la otra bobina de choque que está colocada en el mismo nivel o cerca del mismo nivel de la disposición. Entre los niveles de la disposición de los pares de bobinas de choque 2,3; 4,5; y 6,7 se proporcionan espacios de aire
- 45 en una dirección que se extiende a lo largo de los ejes X-X y Y-Y. La particularidad de la disposición de estructura de filtro LCL se explica de la siguiente manera. Los bobinados de las bobinas de choque 3 y 7 están enrollados alrededor del eje X-X y están dispuestos de tal manera que la bobina de choque 3 queda por encima de la bobina de choque 7. Los bobinados de las bobinas de choque 2 y 6 están enrollados alrededor del eje X'-X' y están dispuestos de
- 50 tal manera que la bobina de choque 2 está por encima de la bobina de choque 6. El bobinado de la bobina de choque 4 está dispuesto alrededor del otro eje Y-Y, paralelamente al eje X-X, y la bobina de choque está colocada entre la bobina de choque 3 y la bobina de choque 7. Del mismo modo, el bobinado de la bobina de choque 5 está dispuesto alrededor del otro eje Y'-Y',

ES 2 776 737 T3

paralelamente al eje X'-X', y la bobina de choque está colocada entre la bobina de choque 2 y la bobina de choque 6. La disposición de la estructura de filtro LCL en conexión con los ejes X-X, Y-Y, X'-X' y Y'-Y' de las bobinas de choque se explica de la siguiente manera. Para la bobina de choque 4 los salientes del bobinado de la bobina de choque 4, que está enrollado

5 alrededor del eje Y-Y sobre el otro bobinado de la bobina de choque 3 o de la bobina de choque 7, que está enrollado alrededor del eje X-X, se superponen a los bobinados de al menos uno de los otros bobinados de la bobina de choque 3 o de la bobina de choque 7, colocadas en otros niveles donde el par de las bobinas de choque están colocadas. De forma

10 similar para la bobina de choque 5, los salientes del bobinado de la bobina de choque 5, que está enrollado alrededor del eje Y'-Y' sobre el otro bobinado de la bobina de choque 2 o de la bobina de choque 6, que está enrollado alrededor del eje X'-X', se superponen a los bobinados de al menos uno de los otros bobinados de la bobina de choque 2 o de la bobina de choque 6, colocadas en otros niveles donde el par de las bobinas de choque están colocadas. Esta

15 disposición permite minimizar el acoplamiento indeseado entre las bobinas, así como mejora la refrigeración en comparación con las bobinas de choque alineadas alrededor de uno o de dos ejes. Con el fin de minimizar el efecto sobre el campo de dispersión que generan las bobinas de choque, se proporciona una carcasa de blindaje 9 separada para que forme una pantalla magnética para la estructura de filtro 1. La pantalla magnética está hecha de un material magnético con una permeabilidad magnética eficaz mayor que $4\pi \cdot 10^{-7}$ H/m, y la pantalla está

20 situada alrededor de todos los pares de bobinas de choque 2,3; 4,5; 6,7. La batería de condensadores 8 está situada fuera de la pantalla magnética. Dos paredes de la carcasa de blindaje 9, las cuales están situadas una contra otra, se proporcionan con las aperturas 15 para colocar allí las salidas/entradas de las barras de bus 13 (13U, 13'U, 13V, 13'V, 13W, 13'W). La carcasa de blindaje 9 puede estar equipada con la cubierta 16 por medidas de seguridad.

25 Además, la estructura de filtro se puede instalar dentro de un armario externo que está hecho de un material diferente al de la pantalla, el cual no se muestra en el dibujo.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Una disposición de una estructura de filtro LCL, donde la estructura de filtro se compone de tres pares de dos bobinas de choque (2, 3), (4, 5), (6, 7) por fase U, V, W, respectivamente; cada una de las bobinas de choque presenta un bobinado (10) que está enrollado alrededor de un núcleo en forma de columna sin ningún tipo de soporte (11) que tiene al menos dos ejes X-X, X'-X', **caracterizada en que** la estructura de filtro LCL para una sola fase U, V, W presenta al menos una bobina de choque con el bobinado (10) que está enrollado alrededor de un núcleo en forma de columna sin ningún tipo de soporte (11) que está situado en el centro alrededor de los otros ejes Y-Y, Y'-Y'; los ejes Y-Y, Y'-Y' están situados paralelamente a los ejes X-X, X'-X' a tal distancia que cada una de las bobinas de choque singulares de cada par de bobinas de choque no esté en contacto con ninguna otra bobina de choque, y un saliente del bobinado (10) que está enrollado alrededor del eje Y-Y o del eje Y'-Y', respectivamente, de una bobina de choque de cada par de bobinas de choque (4, 5) está superpuesto sobre el otro bobinado (10) de una de las otras bobinas de choque (3, 7) que están dispuestas alrededor del eje X-X o sobre el otro bobinado (10) de una de las otras bobinas de choque (2, 6) que están dispuestas alrededor del eje X'-X'; todos los pares de bobinas de choque (2, 3), (4, 5), (6, 7) están colocadas dentro de una carcasa de blindaje (9) formando una pantalla magnética para todas las bobinas de choque juntas.
- 10
- 15
- 20
- 25 2. Una disposición de conformidad con la reivindicación número 1, **caracterizada en que** dos pares de bobinas de choque (2, 3), (4, 5), (6, 7) por fase U, V, W, están dispuestas sobre diferentes niveles y se proporcionan espacios de aire entre los niveles, los cuales se extienden en una dirección a lo largo de los ejes X-X y X'-X'.
- 30 3. Una disposición de conformidad con la reivindicación número 2, **caracterizada en que** el grosor de los espacios de aire se determina por la longitud de la barra de bus (14) de un condensador que conecta los dos pares de bobinas de choque que están situadas una encima de la otra.
- 35 4. Una disposición de conformidad con las reivindicaciones que van de la 1 a la 3, **caracterizada en que** el núcleo en forma de columna sin ningún tipo de soporte (11) es un núcleo de aire.
- 40 5. Una estructura de filtro de conformidad con las reivindicaciones que van de la 1 a la 4, **caracterizada en que** la carcasa de blindaje (9) está equipada con aperturas (15) para cada salida/entrada de las barras de bus (13) para cada fase U, V, W.
6. Una disposición de conformidad con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, **caracterizada en que** la disposición se puede insertar dentro de un armario externo, el cual está hecho de un material diferente al de la pantalla magnética.

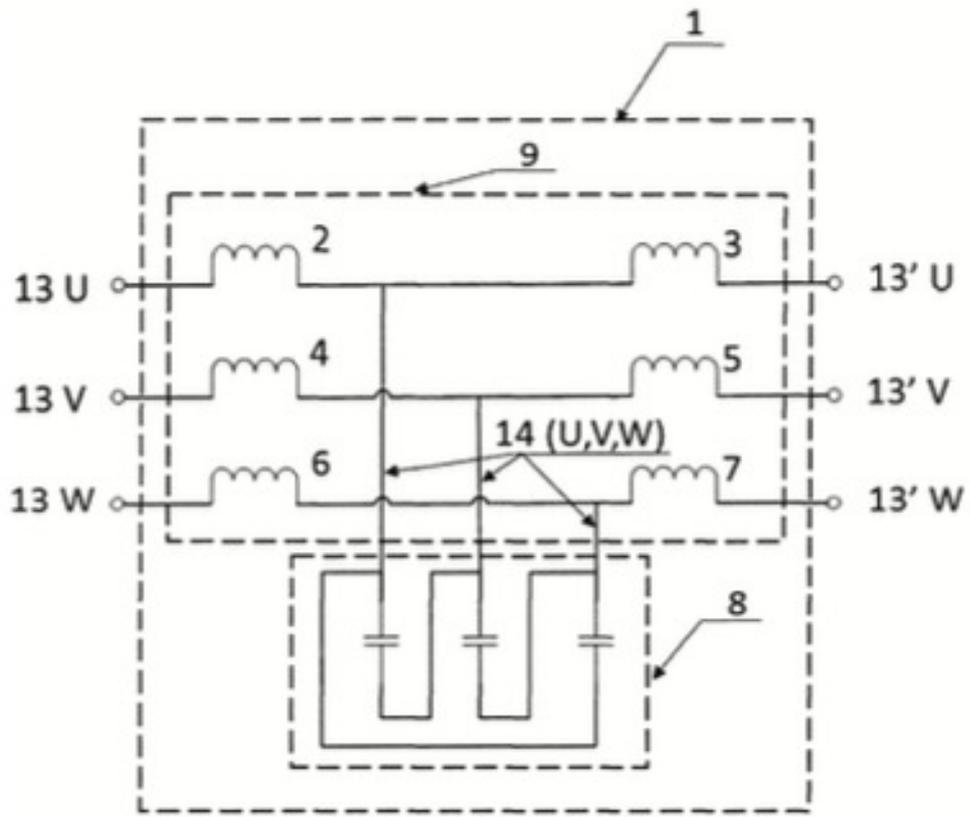


Fig.1

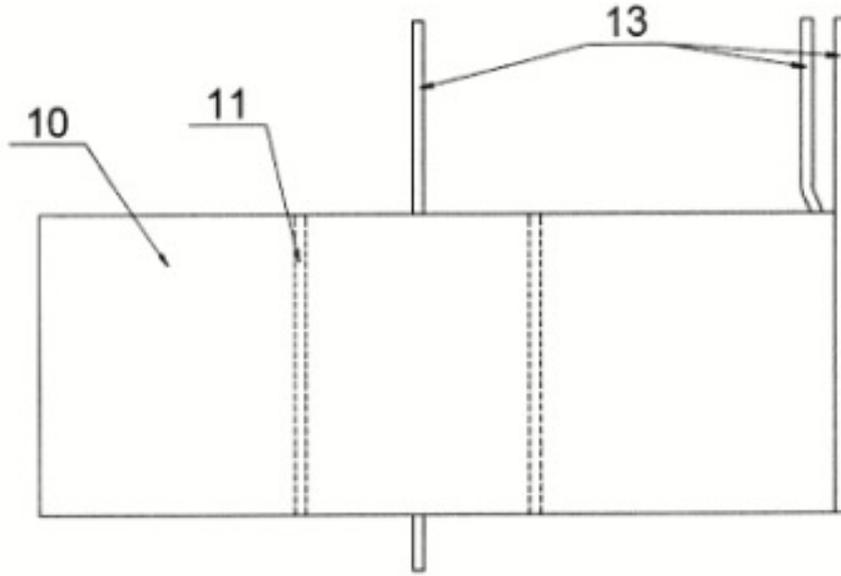


Fig. 2

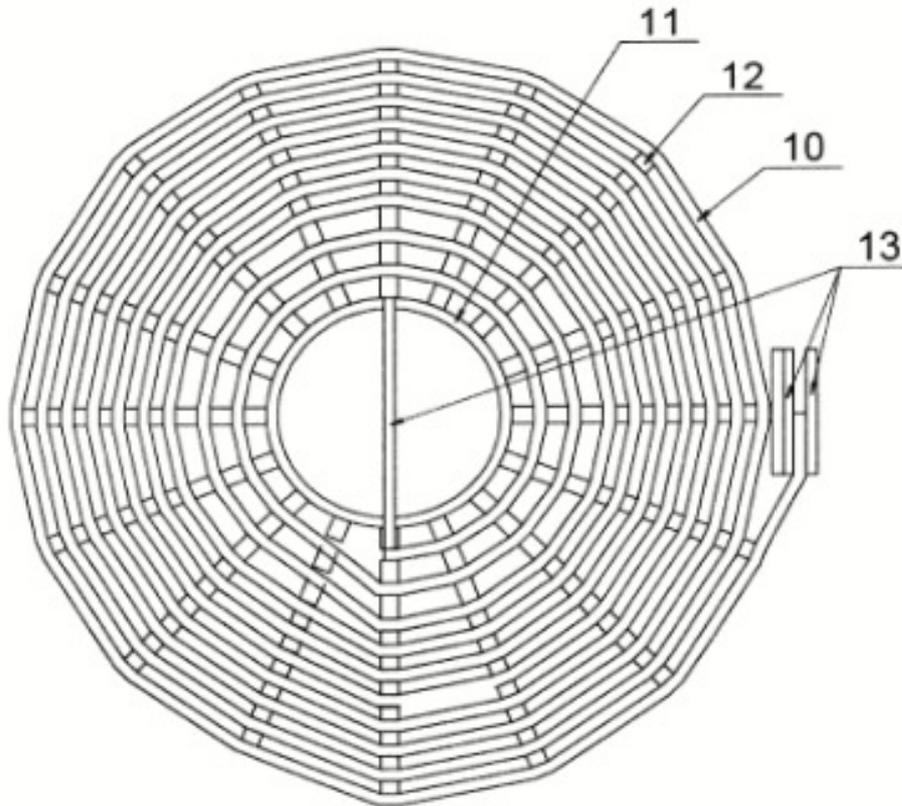


Fig. 3

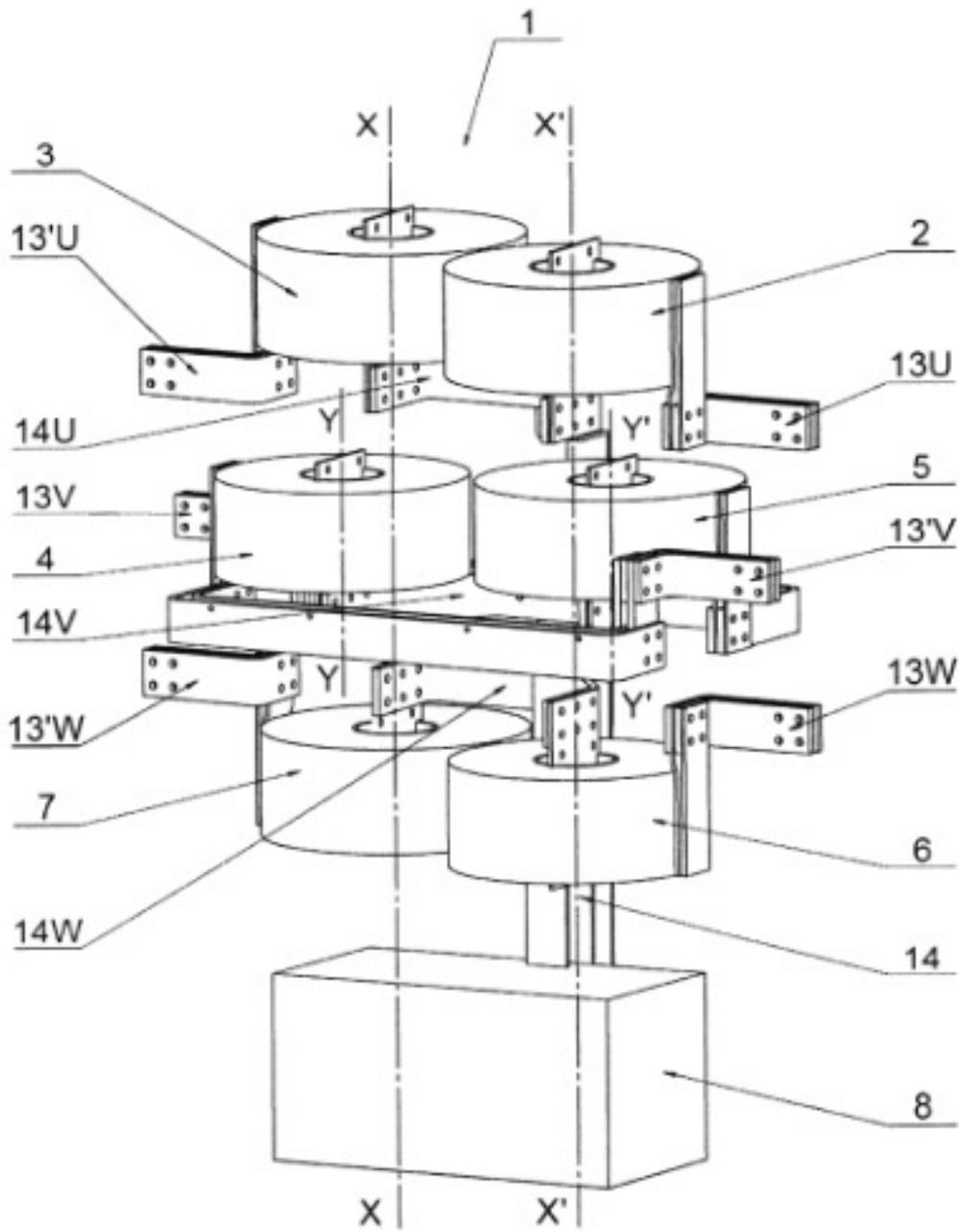


Fig. 4

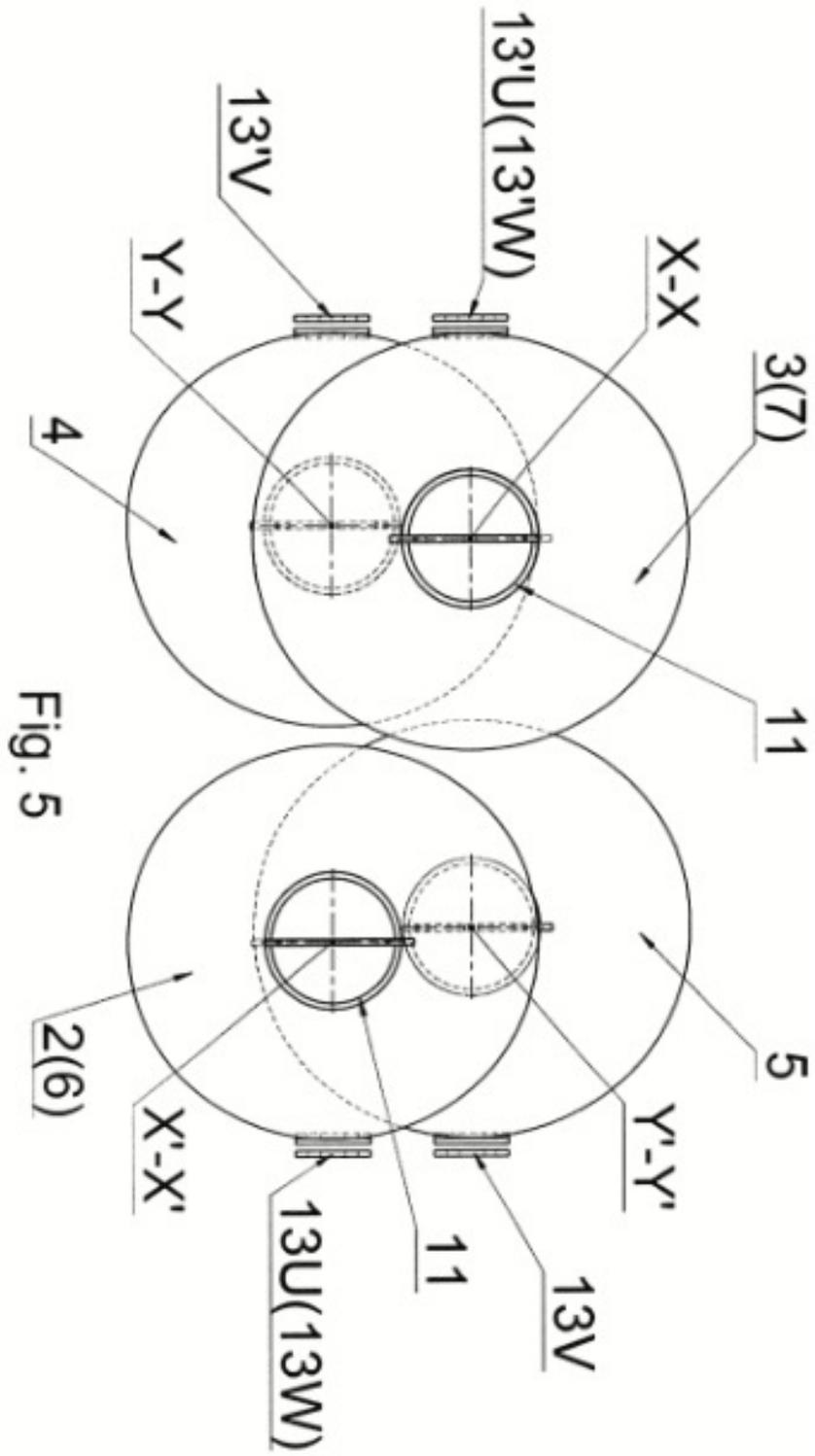


Fig. 5

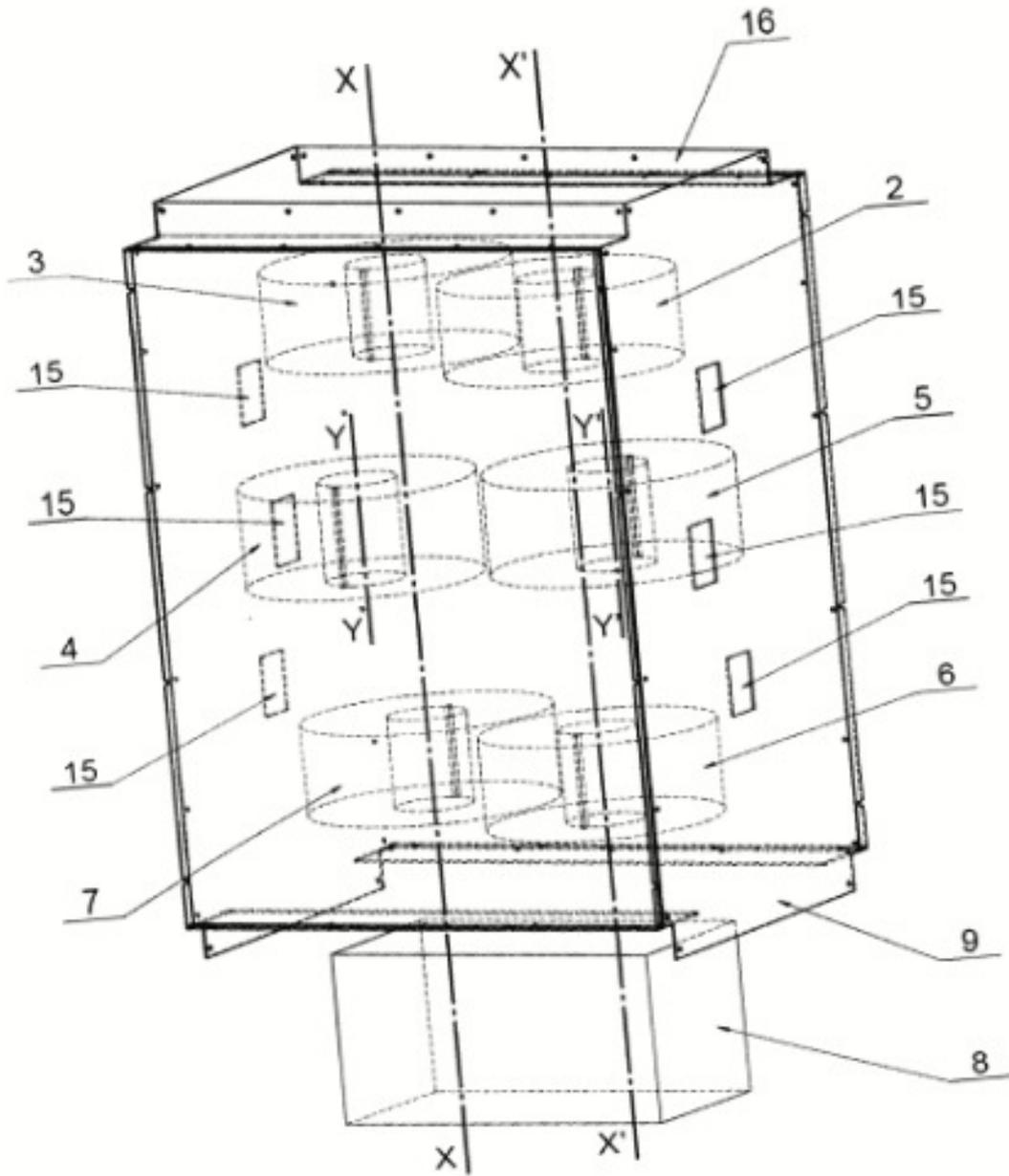


Fig. 6