

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 702 030**

51 Int. Cl.:

**H02K 1/16** (2006.01)

**H02K 1/20** (2006.01)

**H02K 15/02** (2006.01)

**H02K 5/18** (2006.01)

**H02K 7/18** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.05.2012 E 12167777 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.09.2018 EP 2523308**

54 Título: **Laminación para núcleo de estator, núcleo de estator que comprende dicha laminación y método para fabricar dicha laminación**

30 Prioridad:

**12.05.2011 IT VI20110121**

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

**27.02.2019**

73 Titular/es:

**SOGA S.P.A. (100.0%)  
Via Della Tecnica, 15  
36075 Montecchio Maggiore (VI), IT**

72 Inventor/es:

**SOGA, LINO**

74 Agente/Representante:

**ELZABURU, S.L.P**

ES 2 702 030 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**

Laminación para núcleo de estator, núcleo de estator que comprende dicha laminación y método para fabricar dicha laminación

5 La presente invención se refiere a una laminación o conjunto de láminas para un núcleo de estator, particularmente adecuada para fabricar un núcleo de estator para generadores de imanes permanentes multipolo, en particular del tipo utilizado en generadores accionados por el viento o de energía hidráulica, siendo estos últimos conocidos como "hidrogeneradores" en el argot técnico.

Como es conocido, un generador de imanes permanentes comprende un núcleo de estator cilíndrico provisto de un orificio longitudinal dentro del cual está alojado el rotor.

10 El núcleo de estator está compuesto por una pluralidad de laminaciones hechas de un material ferromagnético, apiladas entre sí siguiendo la dirección definida por el eje longitudinal del núcleo de estator.

Cada laminación cuenta con una parte periférica sustancialmente anular provista de una pluralidad de salientes que se extienden hacia el eje longitudinal de núcleo de estator, denominados "dientes" en el argot técnico, alrededor de los cuales está enrollado el cable de cobre que forma los devanados del estator.

15 Cada laminación anular puede ser de una sola pieza o puede estar dividida en elementos modulares, cada uno de los cuales corresponde a un sector de la laminación, que están dispuestos adyacentes entre sí con el fin de formar la propia laminación.

La superficie externa de núcleo de estator es generalmente lisa y de forma cilíndrica, de manera que puede ser insertada dentro de una carcasa que sirve también como soporte para el generador.

20 La carcasa sirve también como elemento para la disipación del calor producido por el generador durante el funcionamiento, y para este fin está provista de aletas de refrigeración que sobresalen desde la superficie de la carcasa.

Se sabe que, por diversas razones, el peso del generador se debe limitar tanto como sea posible, debido a que un peso considerable significa costes de transporte e instalación del generador incrementados.

25 Dichos costes son particularmente altos en el sector de la producción de energía eléctrica a través de turbinas de viento, en las que el generador debe ser transportado a lugares que a menudo son de difícil acceso, como por ejemplo colinas, superficies del mar o desiertos, y debe ser instalado en la parte superior de una torre de soporte.

30 El peso del generador también afecta al coste de la torre de soporte anteriormente mencionada, que debe ser dimensionada de tal manera que soporte el peso del generador así como el peso de las palas de la turbina de viento.

También se debe considerar que, a medida que la potencia de la turbina de viento aumenta, el correspondiente aumento de la longitud de las palas de la turbina requiere una torre más alta.

Lo anterior hace evidente que más potencia de turbina de viento significa más desventajas relacionadas con el peso de los distintos componentes de la turbina, y en consecuencia, una mayor necesidad de reducir este peso.

35 Además, a medida que la potencia de la turbina de viento y por tanto la longitud de la pala aumentan, la velocidad de rotación de la turbina se debe reducir con el fin de limitar la velocidad periférica de las propias palas.

En consecuencia, con el fin de poder suministrar más energía a velocidad de rotación baja, el generador debe ser más grande, lo que hace incluso más importante limitar el peso del propio generador.

40 Ejemplos de laminaciones y núcleos de estator de acuerdo con la técnica anterior se exponen en los documentos US 2006/0125341 y JP 2011-066991.

La presente invención tiene la finalidad de proporcionar un generador multipolo o, de forma más general un generador de energía o una máquina eléctrica cuyo peso total sea menor que el peso de las máquinas eléctricas equivalentes de tipo conocido.

45 Es otro objetivo de la invención reducir la cantidad de material utilizado para la construcción del generador anteriormente mencionado.

El objetivo anteriormente mencionado se consigue mediante un elemento modular para fabricar una laminación para un núcleo de estator producido de acuerdo con la reivindicación 1, así como mediante un núcleo de estator que comprende dicho elemento modular, acuerdo con la reivindicación 6, y por un método para fabricar dicho elemento modular, de acuerdo con la reivindicación 13.

50 Características y detalles adicionales de la invención se describen en las correspondientes reivindicaciones

dependientes.

De manera ventajosa, la laminación obtenida con la invención hace posible obtener un núcleo de estator y de este modo un generador de energía o una máquina eléctrica que pese menos que una máquina equivalente del tipo conocido, en particular con generadores multipolo del tipo utilizado en el sector de producción energía eólica o de energía hídrica.

5  
10  
15  
20

Todavía de manera ventajosa, la reducción de peso anteriormente mencionada hace posible limitar también el peso de la estructura portante destinada soportar la propia máquina, en particular en el caso en el que la máquina eléctrica será un generador para turbinas de viento.

En el caso que se acaba de mencionar, dicha reducción de peso también hace posible reducir el coste de instalación total de la turbina de viento usando dicho generador. Los objetivos y ventajas anteriormente mencionados, junto con otros que se expondrán más adelante, están ilustrados en la descripción de dos realizaciones preferidas de la invención que se proporcionan a modo de ejemplos no limitativos con referencia los dibujos adjuntos, en los que:

- la Figura 1 muestra una vista en planta de un elemento modular para un núcleo de estator de acuerdo con la invención;

15 - la Figura 2 muestra una vista en planta de la disposición de dos elementos modulares de acuerdo con la Figura 1 durante la operación de cizallamiento de tira;

- la Figura 3 muestra una vista axonométrica de algunos elementos modulares de acuerdo con la Figura 1 durante el montaje de un núcleo de estator de acuerdo con la invención;

20 - la Figura 4 muestra una vista axonométrica de un núcleo de estator producido utilizando los elementos modulares mostrados en la Figura 1;

- la Figura 5 muestra una vista en planta de una realización variante de un elemento modular de acuerdo con la invención;

- la Figura 6 muestra una vista en planta de una disposición de dos elementos modulares de acuerdo con la Figura 5 durante la operación de cizallamiento de tira;

25 - la Figura 7 muestra una vista axonométrica de un núcleo de estator producido utilizando los elementos modulares mostrados en la Figura 5;

- la Figura 8 muestra una vista aumentada del detalle VIII en la Figura 7;

30 El elemento modular de la invención, indicado mediante el número de referencia 1 en la Figura 1, es particularmente adecuado para fabricar un núcleo de estator multipolo 8 para un generador de imanes permanentes del tipo utilizado para la generación de energía eólica o hídrica mostrado en la Figura 4.

Resultará evidente para un experto en la técnica que el concepto en el que se basa la invención se puede aplicar de manera análoga para fabricar un núcleo de estator para cualquier tipo de generador de energía o máquina eléctrica.

Como se puede observar en la Figura 4, el núcleo de estator 8 de la invención comprende una pluralidad de laminaciones 6 apiladas una sobre la otra a lo largo de la dirección del eje longitudinal X del núcleo de estator 8.

35 Cada laminación 6 comprende una pluralidad de elementos modulares 1, uno de los cuales se muestra en la Figura 1, dispuesto adyacente a otro de manera que forman un anillo. De manera ventajosa, la división de las laminaciones 6 en elementos modulares correspondientes a diferentes sectores de cada laminación hace posible reducir la cantidad de material utilizado para la producción de las propias laminaciones, como se explicará claramente en la presente memoria más adelante.

40 Cada elemento modular 1 comprende un correspondiente cuerpo a modo de placa 7 de un material ferromagnético, que está constituido por una parte periférica 2 que se extiende en una forma sustancialmente anular sobre una anchura angular predefinida  $\alpha$  alrededor del centro X1 que pertenece al eje longitudinal X el núcleo de estator 8.

45 El elemento modular 1 comprende también una pluralidad de dientes 3 que sobresalen desde la parte periférica 2 hacia el centro anteriormente mencionado X1, alrededor de los cuales está enrollado el cable de cobre que forma los devanados del núcleo de estator 8.

El elemento modular 1 comprende también una pluralidad de primeros salientes 4, 4' que se extienden desde la parte periférica 2 en el lado opuesto con respecto a los dientes 3 de acuerdo con las correspondientes direcciones de desarrollo Y que están preferiblemente pero no necesariamente dirigidas radialmente, lo que significa que pasan por el centro X1.

50 Cuando el elemento modular 1 está apilado para formar el núcleo de estator 8, la alineación de los primeros

salientes 4, 4' define en la superficie externa del núcleo de estator 8 el mismo número de aletas 11 que se extienden preferiblemente sobre toda la longitud del núcleo de estator 8.

Claramente, las aletas mencionadas anteriormente 11 aumentan el área superficial externa del núcleo de estator 8 y de este modo aumentan la capacidad de disipar calor.

- 5 En consecuencia, como ventaja, para el núcleo de estator anteriormente mencionado 8 no se requiere la presencia de una carcasa con aletas.

La ausencia de una carcasa con aletas hace posible conseguir el objetivo de reducir el peso del núcleo estator 8 en comparación con núcleos de estator equivalentes de tipo conocido provistos de carcasa.

- 10 Además, como ventaja, la ausencia de la carcasa simplifica el proceso de producción del generador, reduciendo de este modo el coste de este último.

Claramente, la capacidad de disipación de calor del núcleo del estator 8 aumenta a medida que aumenta el número de aletas 11.

Por lo tanto, es preferible que cada elemento modular 1 esté provisto de un gran número de primeros salientes 4, 4', por ejemplo igual o mayor que el número de dientes 3 del elemento modular 1.

- 15 Por ejemplo, el elemento modular 1 de la Figura 1 está provisto de un número total de primeros salientes 4, 4' que es igual al número de dientes 3.

La capacidad de disipación de calor del núcleo de estator 8 aumenta también a medida que aumenta el número de aletas 11.

- 20 Por lo tanto, la longitud de cada saliente 4, 4', medida de acuerdo con la correspondiente dirección de desarrollo Y, debería ser al menos igual a, y preferiblemente exceder, la anchura media del propio saliente, medida sobre el plano de la laminación 1 en ángulo recto respecto a la dirección de desarrollo Y. Debido a razones análogas relacionadas con conseguir la disipación de calor efectiva, también es preferible que cada saliente 4, 4' se caracterice por reducir gradualmente la anchura a lo largo de la correspondiente dirección desarrollo Y a medida que la distancia desde el centro X1 aumenta.

- 25 Preferiblemente, y como se ha anticipado anteriormente, la anchura angular  $\alpha$  del elemento modular 1 es igual a un sub múltiplo entero de  $360^\circ$ .

De este modo, cada laminación 6 de núcleo de estator 8 puede ser montada disponiendo lado con lado un cierto número de elementos modulares 1 igual al submúltiplo entero anteriormente mencionado, de manera que se forma un anillo cerrado.

- 30 De manera ventajosa, la división de cada laminación anular 6 en varios elementos modulares 1 correspondientes a un número equivalente de sectores de la laminación 6, hace posible reducir las sobras del material utilizado para fabricar la laminación 6.

En efecto, como se muestra en la Figura 2, cada elemento modular 1 es una pieza sencilla obtenida típicamente mediante cizallamiento de una tira continua 12.

- 35 Como se muestra claramente en la Figura 2 anteriormente mencionada, los elementos modulares 1, 1' con una anchura angular de menos de  $360^\circ$  pueden estar dispuestos en la tira 12, de manera que ocupen una parte más grande de área superficial de la propia tira, de manera que se reduce la cantidad de sobras.

- 40 A modo de ejemplo, los elementos modulares 1 y 1' de las Figuras 1 y 2 tienen una anchura angular  $\alpha$  igual a  $60^\circ$  y, en consecuencia, cara laminación 6 está hecha utilizando seis de los elementos modulares anteriormente mencionados 1, 1'.

También es evidente que en las realizaciones variantes de la invención la anchura angular del elemento modular 1 puede ser diferente de  $60^\circ$ .

- 45 Como se muestra en la Figura 2, cada elemento modular 1 está configurado de tal manera que puede estar dispuesto coplanario con un segundo elemento modular idéntico 1' de manera que cada uno de los primeros salientes 4, 4' llega a estar interpuesto entre dos dientes mutuamente adyacentes 3 del segundo elemento modular 1'.

Esto se obtiene disponiendo los primeros salientes 4, 4' de manera que cada uno de ellos esté separado de cada primer saliente 4, 4' adyacente a él en una distancia que no puede ser más corta que la anchura del extremo de un diente correspondiente 3.

- 50 De esta manera, cada par de los primeros salientes adyacentes 4, 4' delimita, junto con la parte periférica 2,

correspondiente a las cavidades intermedias, siendo cada una adecuada para alojar un correspondiente diente 3 de dicho segundo elemento modular 1'.

5 Por lo tanto, como ventaja, la disposición anteriormente mencionada hace posible mover los dos elementos modulares 1, 1' acercando uno al otro tanto como sea posible a lo largo de la tira 12, de manera que se utilice el material incluido entre los dientes 3 del segundo elemento 1' para obtener los primeros salientes 4, 4' del primer elemento modular 1, reduciendo en consecuencia las sobras.

Preferiblemente, la distancia entre los primeros salientes 4, 4' corresponde sustancialmente a la distancia entre los dientes 3.

10 En este caso, los intervalos angulares entre los primeros salientes 4, 4' son más pequeños que los intervalos angulares entre los dientes 3, considerando las diferentes posiciones radiales de los dos elementos.

El cuerpo a modo de placa 7 está preferiblemente provisto de al menos una primera parte angular 1a que se desarrolla a lo largo del arco de un círculo con un perfil que es idéntico al perfil de una segunda parte angular 1b del cuerpo a modo de placa 7 que, en comparación con la primera parte angular 1a, está desplazado de un intervalo angular predefinido  $\beta$  alrededor del centro X1.

15 La configuración anteriormente mencionada, de manera ventajosa, hace posible disponer dos laminaciones adyacentes 6 de manera que los correspondientes elementos modulares 1 de dos capas adyacentes del núcleo de estator 8 están mutuamente montadas alrededor del eje longitudinal X del núcleo de estator 8 de un ángulo igual al intervalo angular predefinido anteriormente mencionado  $\beta$ , al mismo tiempo que mantiene la continuidad de las aletas 11 de núcleo de estator 8.

20 La disposición montada anteriormente mencionada se muestra en la Figura 3, que ilustra una vista despiezada de tres elementos modulares idénticos 1 dispuestos en la configuración de montaje del núcleo testador 8.

25 Considerando los elementos modulares 1 anteriormente mencionados, el delantero pertenece a la primera la laminación, mientras que los dos en la parte posterior pertenecen a la segunda laminación que está montada según dicho intervalo angular  $\beta$  respecto a la primera. De manera ventajosa, la posición montada anteriormente mencionada hace posible incrementar la rigidez del núcleo de estator 8.

Preferiblemente, como se muestra en la Figura 1, los elementos modulares 1 están hechos de manera que cada parte angular 1a y 1b es simétrica con respecto a un eje de simetría correspondiente que pasa por el centro X1.

Esta simetría hace posible fabricar dos elementos modulares enfrentándose cada uno con cualquier cara, manteniendo la capacidad de ser superpuestos como se ha descrito anteriormente.

30 Además, preferiblemente, la primera parte angular 1a y la segunda parte angular 1b se extienden cada una sobre una mitad correspondiente de la anchura angular total  $\alpha$  del elemento modular 1 y, por tanto, el intervalo angular anteriormente mencionado  $\beta$  tiene la misma amplitud.

Esto, de manera ventajosa, hace posible obtener un núcleo de estator 8 que es muy rígido, ya que en cada elemento modular 1 se superpone con la mitad de un elemento modular de la laminación adyacente 6.

35 En particular, los primeros salientes 4 que pertenecen a la primera parte angular 1a del elemento modular 1 tienen la misma forma y posiciones mutuas que los primeros salientes 4' que pertenecen a la segunda parte angular 1b.

De este modo, cuando la primera parte angular 1a de un elemento modular 1 está superpuesta con la segunda parte angular 1b de un segundo elemento modular, los primeros salientes 4 del primer elemento modular 1 coinciden de forma precisa con los primeros salientes 4' del segundo elemento modular.

40 Como se puede observar en la Figura 4, las laminaciones 6 están rígidamente fijadas entre sí a través de medios de unión 9 que preferiblemente, pero no necesariamente, comprimen los cuerpos de conexión 10, cada uno de los cuales está soldado a una pluralidad de elementos modulares 1.

45 En el ejemplo mostrado en la Figura, dos cuerpos de conexión 10 son 12 y están dispuestos sobre la superficie externa desnudo de estator 8 a intervalos regulares de 30°. Obviamente, las realizaciones variantes de la invención pueden comprender cuerpos de conexión en un número diferente y con diferente forma y disposición en comparación con los descritos anteriormente.

Preferiblemente, los medios de unión 9 pueden comprender dos segundos salientes 5, 5' que pertenecen a cada elemento modular 1 y que sobresalen de este último, de tal manera que delimitan un correspondiente rebaje cuyo perfil coincide con el perfil de la sección transversal del cuerpo de conexión 10.

50 Preferiblemente, los segundos salientes 5, 5' son más cortos que los primeros salientes 4, 4', de manera que pueden ser creados en el área central del elemento modular 1 sin producir ningún aumento en la cantidad de sobras que resultan de la operación de cizallamiento, como claramente se deduce de la Figura 2.

En particular, los segundos salientes 5, 5' son preferiblemente más cortos que la distancia entre la parte periférica 2 de un primer elemento modular 1 y el extremo de los dientes centrales de un segundo elemento modular 1' dispuesto coplanario con el primero y con sus dientes laterales en contacto con la parte periférica 2 del primer elemento modular 1.

- 5 Preferiblemente, los segundos salientes 5, 5' están dispuestos simétricamente de forma análoga a los primeros salientes 4, 4' descritos anteriormente.

En particular, los segundos salientes 5 que pertenecen a la primera parte angular 1a del elemento modular 1 tienen las mismas formas y posiciones mutuas que los segundos salientes 5' que pertenecen a la segunda parte angular 1b, de manera que se asegura que las dos partes angulares 1a y 1b se pueden superponer de forma precisa una con la otra.

De acuerdo con una realización variante de la invención no ilustrada en la presente memoria, los cuerpos de conexión 10 pueden estar situados dentro de canales especiales en el núcleo de estator 8 definidos por la alineación de correspondientes orificios hechos en cada laminación 6. De manera ventajosa, la conexión de las laminaciones 6 obtenida a través de los cuerpos de conexión 10 hace posible producir núcleo de estator autoportante 8, lo que significa que el núcleo de estator no necesita ser insertado en una carcasa cilíndrica para permanecer fuerte.

En consecuencia, como ventaja, un generador obtenido con el núcleo de estator 8 pesa menos que los generadores equivalentes de tipo conocido, con las correspondientes ventajas ya ilustradas anteriormente.

Todavía de manera ventajosa, la ausencia de una carcasa simplifica el proceso de producción y de este modo reduce el coste de producción del núcleo del estator.

- 20 Las Figuras 5 a 8 muestran un elemento modular 15 de acuerdo con una realización variante de la invención, que difiere del elemento modular 1 descrito anteriormente en la forma diferente de los dientes 16, así como en el núcleo de estator 18 obtenido con dicho elemento modular 15.

Es importante subrayar que, excepto cuando se indique lo contrario, los números de referencia utilizados en estas figuras para indicar los diversos elementos son los mismos que los utilizados para indicar los correspondientes elementos del elemento modular 1 y del núcleo de estator 8 anteriormente descritos.

Como se muestra en la Figura 5, cada uno de los dientes 16 del elemento modular 15 comprende un extremo ensanchado 19 que sobresale desde al menos un lado del diente 16, en dirección circunferencial con respecto al centro X1 del elemento modular 15, lo que significa en dirección ortogonal con respecto al radio que pasa por el diente 16.

- 30 De manera ventajosa, como se muestra en las Figuras 7 y 8, los salientes descritos anteriormente evitan que el devanado se deslice fuera de los rebajes 18a una vez que haya sido montado el núcleo de estator 18, especialmente en el caso en el devanado está hecho utilizando un cable con una sección transversal circular.

En efecto, en este caso, es necesario cerrar el área abierta 18b el rebaje 18a, a través de una hoja aislante no ilustrada en la presente memoria pero conocida per se, que está dispuesta dentro del rebaje 18a y se mantiene en posición mediante los salientes descritos anteriormente.

Como se muestra en la Figura 6, los salientes son lo suficientemente cortos para dejar, entre los extremos 19 de cada par de dientes mutuamente adyacentes 16, un espacio que es al menos tan ancho como los primeros salientes 4, 4'.

- 40 De esta manera, los primeros salientes 4, 4' pueden estar interpuestos entre los dientes 16 de un segundo elemento modular 15' que es idéntico al primero y está dispuesto, con respecto al primer elemento modular 15, en una posición análoga con respecto a la descrita para la realización anterior.

En consecuencia, se mantienen todas las ventajas ya mencionadas anteriormente para la realización anterior.

Además, como se muestra en la Figura 6, uno más dientes 16 cuentan con extremos ensanchados 19 que sobresalen, de diferente manera desde los dos lados opuestos de cada diente, dando a los dientes 16 una forma asimétrica.

En particular, como se muestra en la Figura 6, algunos dientes 16 tienen un extremo ensanchado 19 que sobresale solo desde un lado del diente, mientras que otros dientes 16 tienen correspondientes extremos ensanchados 19 que sobresalen desde ambos lados del diente, incluso si hay diferentes longitudes en los dos lados.

- 50 La asimetría anteriormente mencionada de los dientes 16 hace posible disponer los primeros salientes 4, 4' de manera que están separados equidistantemente uno de otro a lo largo de la dirección circunferencial, manteniendo al mismo tiempo la posibilidad de interponer los primeros salientes 4, 4' entre los dientes 16 del segundo elemento modular 15' como resulta claramente visible en la Figura 6.

La igual distancia entre los primeros salientes 4, 4' hace posible de manera ventajosa superponer los elementos modulares 15 entre sí, en posiciones montadas mutuamente y que están vueltas hacia cualquier lado, como se ha descrito para la realización anterior, a la vez que se mantiene la continuidad de las aletas 11 del núcleo de estator 18.

5 El elemento modular 15 preferiblemente tiene una forma simétrica con respecto a un eje de simetría Z que pasa por el centro X1.

Dicha simetría hace posible obtener rebajes 18a con una planta simétrica a pesar de la asimetría de los dientes 16 de los elementos modulares individuales 15.

10 En efecto, como se muestra la Figura 8, cuando varios elementos modulares simétricos 15 del tipo descrito anteriormente están superpuestos, mutuamente montados en un ángulo igual a la mitad de su anchura angular  $\alpha$ , los salientes de los respectivos dientes 16 están alternamente dispuestos en un lado y en el otro de cada rebaje 18a. En particular, cada área abierta 18b de los rebajes 18a es asimétrica, también, con la ventaja de hacer más fácil que las hojas aislantes sean alojadas dentro de los rebajes 18a.

15 En la práctica, el montaje del núcleo de estator 8 con los elementos modulares 1, 1', estos últimos son cizallados en sucesión a partir de una tira 12 de un material ferromagnético, como se ha descrito e ilustrado anteriormente en la Figura 2.

En particular, el cizallamiento de dos elementos modulares sucesivos 1 y 1' se realiza de tal manera que cada uno de los primeros salientes 4, 4' del primer elemento modular 1 es interpuesto entre un correspondiente par de dientes 3 del segundo elemento modular 1'.

20 Preferiblemente, el segundo elemento modular 1' es cizallado en una posición que, con respecto al primer elemento modular 1, está desplazado a lo largo de la dirección de desarrollo de la tira 12 por una distancia tal que los dientes 3 del segundo elemento modular 1' están dispuestos de manera que intersectan la circunferencia cuyo centro es X1 y es tangencial a la parte superior de los primeros salientes 4, 4' del primer elemento modular 1.

25 Las laminaciones obtenidas de esta forma, dispuestas lado con lado de manera que forman una laminación anular 6, están apiladas sobre una capa anular anterior en una posición que, comparada con dicha capa anular anterior, está irada en un ángulo  $\beta$ , correspondiente al intervalo angular descrito anteriormente, como se muestra en la Figura 3. Una vez que las laminaciones 6 han sido apiladas, son soldadas a los cuerpos de conexión 10 que son preferiblemente barras de material metálico dispuestas contra la superficie externa del núcleo de estator 8, paralelas a su eje longitudinal X, en el nivel de los rebajes definidos por los segundos salientes 5, 5'

30 Antes de que los cuerpos de conexión 10 sean soldados a las laminaciones 6, el núcleo de estator 8 es preferiblemente comprimido en los lados por medio de barras de apriete, no ilustradas en la presente memoria pero conocidas per se, que comprimen el núcleo de estator 8 en los lados por medio de correspondientes cuerpos anulares 14 mostrados en la Figura 4.

35 Un núcleo de estator autoportante 8 provisto de aletas de refrigeración 11 se obtiene de este modo. Claramente, las operaciones descritas anteriormente son adecuadas para fabricar también el núcleo de estator 18, utilizando elementos modulares 15 de acuerdo con la realización variante descrita anteriormente.

Lo anterior muestra claramente que los elementos modulares descritos anteriormente consiguen todos objetivos de la invención.

40 En efecto, los elementos modulares mencionados anteriormente hacen posible proporcionar un núcleo de estator autoportante provisto de aletas de ventilación, que por tanto no requiere ninguna carcasa aleteada adicional.

En consecuencia, el núcleo de estator anteriormente mencionado hace posible obtener un generador de energía o una máquina eléctrica que pesa menos que las máquinas eléctricas de tipo conocido.

45 Por lo tanto, dicho núcleo de estator es particularmente adecuado para ser utilizado en aplicaciones para la generación energía eólica o energía hídrica, en donde el peso afecta de manera considerable a los costes de instalación y mantenimiento.

Por lo tanto, la configuración del elemento modular que es objeto de la invención es tal que permite que cualquier gasto de material utilizado para la fabricación sea minimizado.

50 Cuando las características técnicas mencionadas en cualquier reivindicación están seguidas de números de referencia, estos números de referencia han sido incluidos solo con el fin de aumentar la comprensión de las reivindicaciones y por consiguiente tales números de referencia no tienen ningún efecto limitativo en la protección de cada elemento identificado a modo de ejemplo por tales números de referencia.

REIVINDICACIONES

1. Elemento modular (1; 15) para un núcleo de estator (8; 18), que comprende un cuerpo a modo de placa (7) de un material ferromagnético provisto de:
- 5 - una parte periférica (2) que se extiende una anchura angular ( $\alpha$ ) de menos de  $360^\circ$  sobre un arco de un círculo que tiene un centro (X1);
- una pluralidad de dientes (3; 16) que sobresalen de dicha parte periférica (2) hacia dicho centro (X1);
- una pluralidad de primeros salientes (4, 4') que se extienden desde dicha parte periférica (2) en el lado opuesto con respecto a dichos dientes (3; 16) de acuerdo con correspondientes direcciones de desarrollo (Y), estando cada uno de dichos salientes (4, 4') separados de cada primer saliente (4, 4') adyacente a él una distancia que no puede ser
- 10 más corta que la anchura del extremo (19) de uno correspondiente de dichos dientes (3; 16);
- caracterizado por que dichos primeros salientes (4, 4') están configurados de manera que cada uno de ellos puede estar interpuesto entre los dientes adyacentes correspondientes (3; 16) de un segundo elemento modular (1'; 15') que es idéntico al primero y está dispuesto de manera que es coplanario con él, en donde la distancia entre los rebordes exteriores de cada dos salientes a yacentes (4, 4') es más pequeña que la distancia entre los extremos de
- 15 los dos dientes exteriores de cada grupo de tres dientes (3; 16).
2. Elemento modular (1; 15) de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por que la dirección de desarrollo (Y) de cada uno de dichos primeros salientes (4, 4') pasa por dicho centro (X1).
3. Elemento modular (1; 15) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 2, caracterizado por que la anchura de dichos primeros salientes (4, 4') disminuye gradualmente a lo largo de dicha dirección de desarrollo (Y) a medida que la distancia desde dicho centro (X1) aumenta.
- 20 4. Elemento modular (1; 15) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que los primeros salientes (4) de dicho cuerpo a modo de placa (7) que pertenecen a dicha primera parte angular (1a; 15a) se desarrollan a lo largo de dicho arco de un círculo con un perfil que es idéntico al perfil de los primeros salientes (4') que pertenecen a la segunda parte angular (1b, 15b) de dicho cuerpo a modo de placa (7) que, comparado con dicha primera parte angular (1a), está desplazado un intervalo angular predefinido ( $\beta$ ) a lo largo de dicho arco de un círculo.
- 25 5. Elemento modular (15) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones preferentes, caracterizado por que dicho cuerpo a modo de placa (7) es simétrico con respecto a un eje de simetría (Z) que pasa por el centro (X1) y por que al menos uno primero de dichos dientes (16) comprende un extremo ensanchado (19) que sobresale de al menos un lado de dicho diente (16) en una dirección ortogonal a la dirección radial definida por dicho centro (X1) sobre una longitud que excede la longitud mediante la cual dicho extremo ensanchado (19) sobresale del dicho lado opuesto de dicho diente (16).
- 30 6. Núcleo de estator (8; 18) que comprende una pluralidad de laminaciones (6; 17) dispuestas de manera que están apiladas en una dirección paralela a un eje longitudinal (X), caracterizado por que cada una de dichas laminaciones (6; 17) comprende al menos un elemento modular (1; 15) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes.
- 35 7. Núcleo de estator (8; 18) de acuerdo con la reivindicación 6, caracterizado por que cada una de dichas laminaciones (6; 17) comprende una pluralidad de elementos modulares (1; 15), cada una de los cuales cuenta con una anchura angular ( $\alpha$ ) igual a un submúltiplo entero de  $360^\circ$ , dispuestos adyacentes entre sí de manera que forman un anillo.
- 40 8. Núcleo de estator (8; 18) de acuerdo con la reivindicación 7, caracterizado por que comprende al menos dos elementos modulares (1) de acuerdo con la reivindicación 5, montados mutuamente en un ángulo igual ha dicho intervalo angular predefinido ( $\beta$ ) alrededor de dicho eje longitudinal (X).
- 45 9. Núcleo de estator (18) de acuerdo con la reivindicación 7, caracterizado por que comprende al menos dos elementos modulares (15) de acuerdo con la reivindicación 6, mutuamente montados en un ángulo igual a la mitad de dicha anchura angular ( $\alpha$ ) alrededor de dicho eje longitudinal (X).
10. Núcleo de estator (8; 18) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 6 a 9, caracterizado por que dichas laminaciones (6; 17) están rígidamente conectadas entre sí a través de medios de unión (9).
- 50 11. Núcleo de estator (8; 18) de acuerdo con la reivindicación 10, caracterizado por que dichos medios de unión (9) comprenden al menos un cuerpo de conexión (10) soldado a una pluralidad de dichas laminaciones (6; 17).
12. Núcleo de estator (8; 18) de acuerdo con la reivindicación 11, caracterizado por que dichos medios de unión 9 comprenden al menos dos segundos salientes (5, 5') que pertenecen a cada uno de dichos elementos modulares (1; 15) y que sobresalen de la correspondiente parte periférica (2), de manera que delimitan un correspondiente rebaje

cuyo perfil coincide con el perfil de la sección transversal de dicho cuerpo de conexión (10), en donde dichos segundos salientes (5, 5') son más cortos que dichos primeros salientes (4, 4').

- 5 13. Método para fabricar dos elementos modulares (1, 1'; 15, 15'), que comprende la operación de cizallamiento de dos elementos modulares (1, 1'; 15, 15') de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5 a partir de una tira de (12), caracterizado por que dichos dos elementos modulares (1, 1'; 15, 15') son cizallados de manera que en cada uno de los primeros salientes (4, 4') de uno primero de dichos elementos modulares (1; 15) se obtiene a partir del material de dicha tira (12) interpuesto entre un correspondiente par de dientes (3; 16) del segundo elemento modular (1; 15').

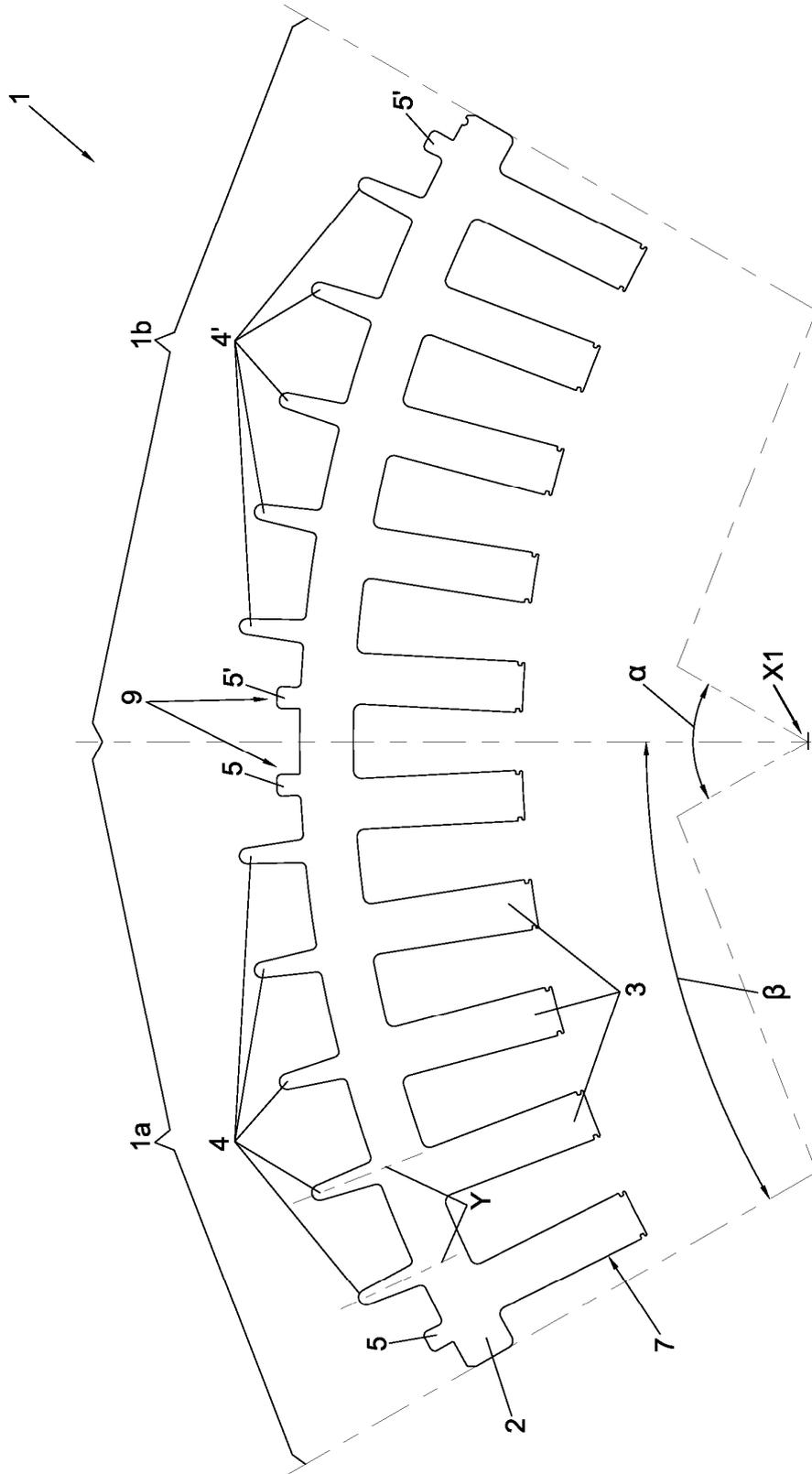


Fig.1

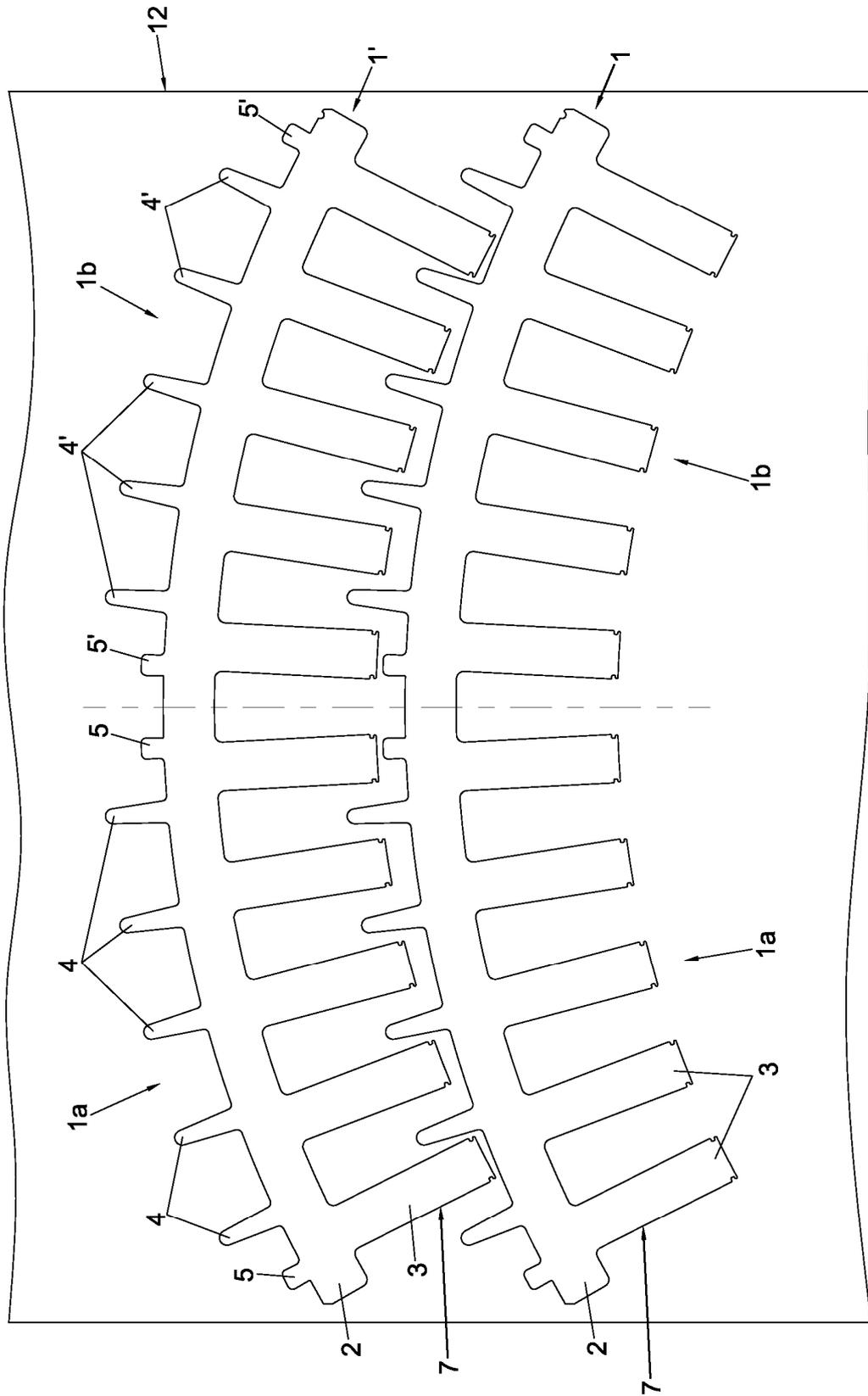


Fig.2

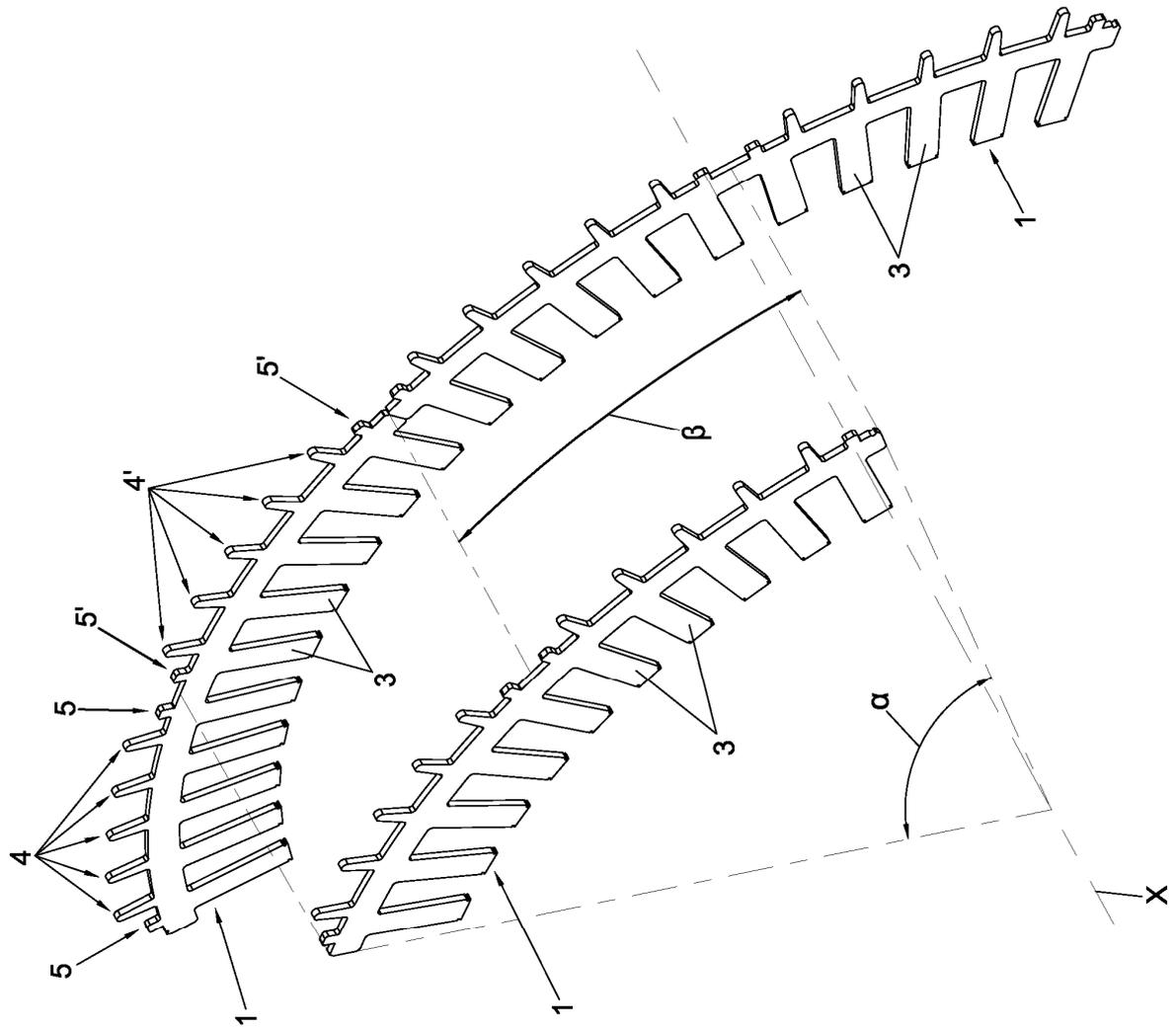


Fig.3

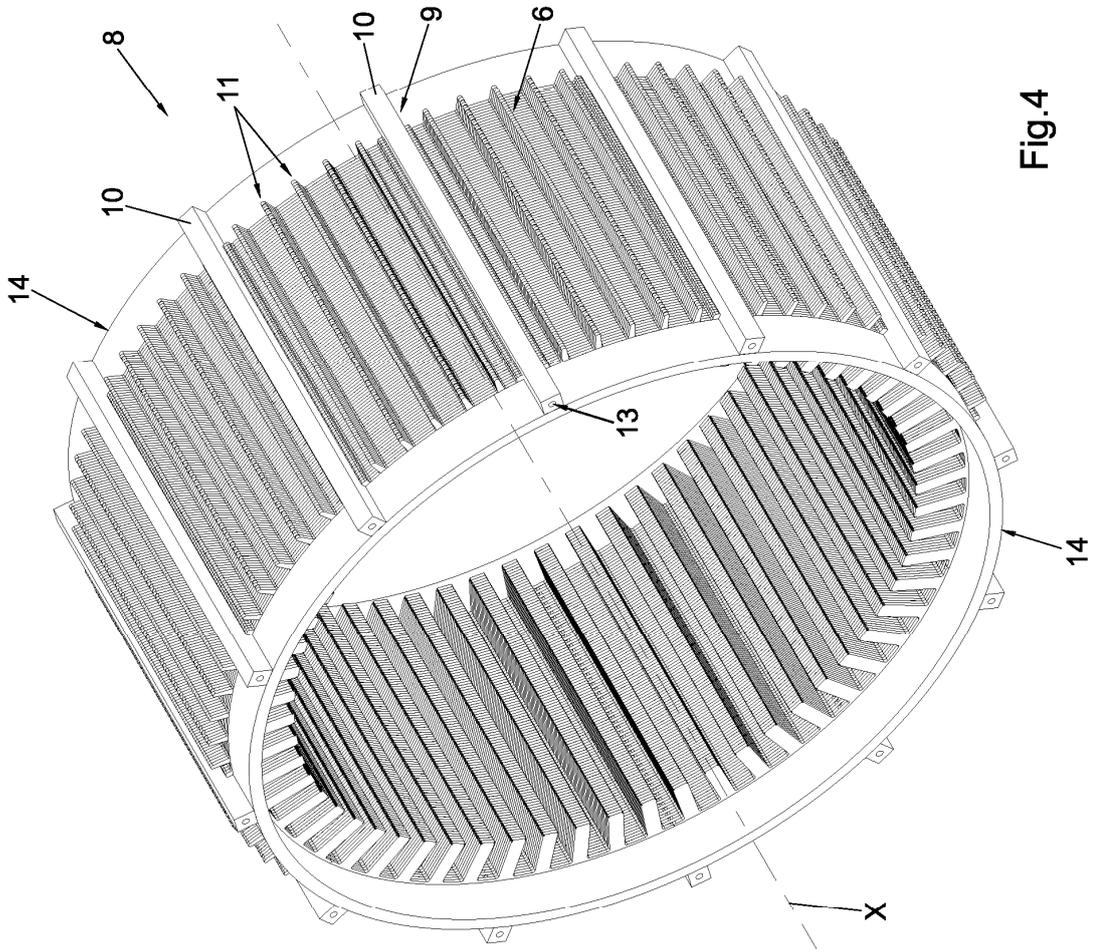


Fig.4



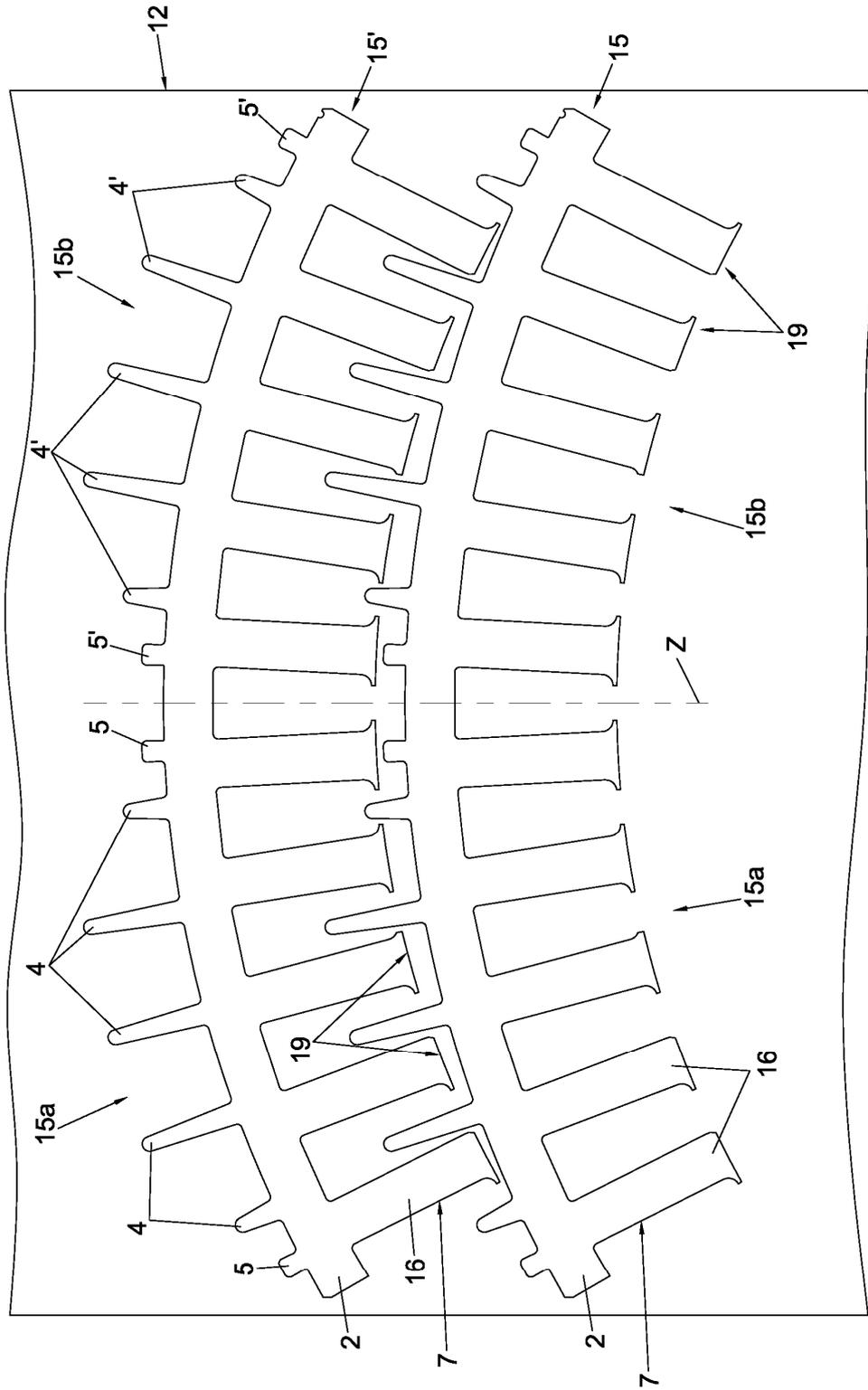


Fig.6

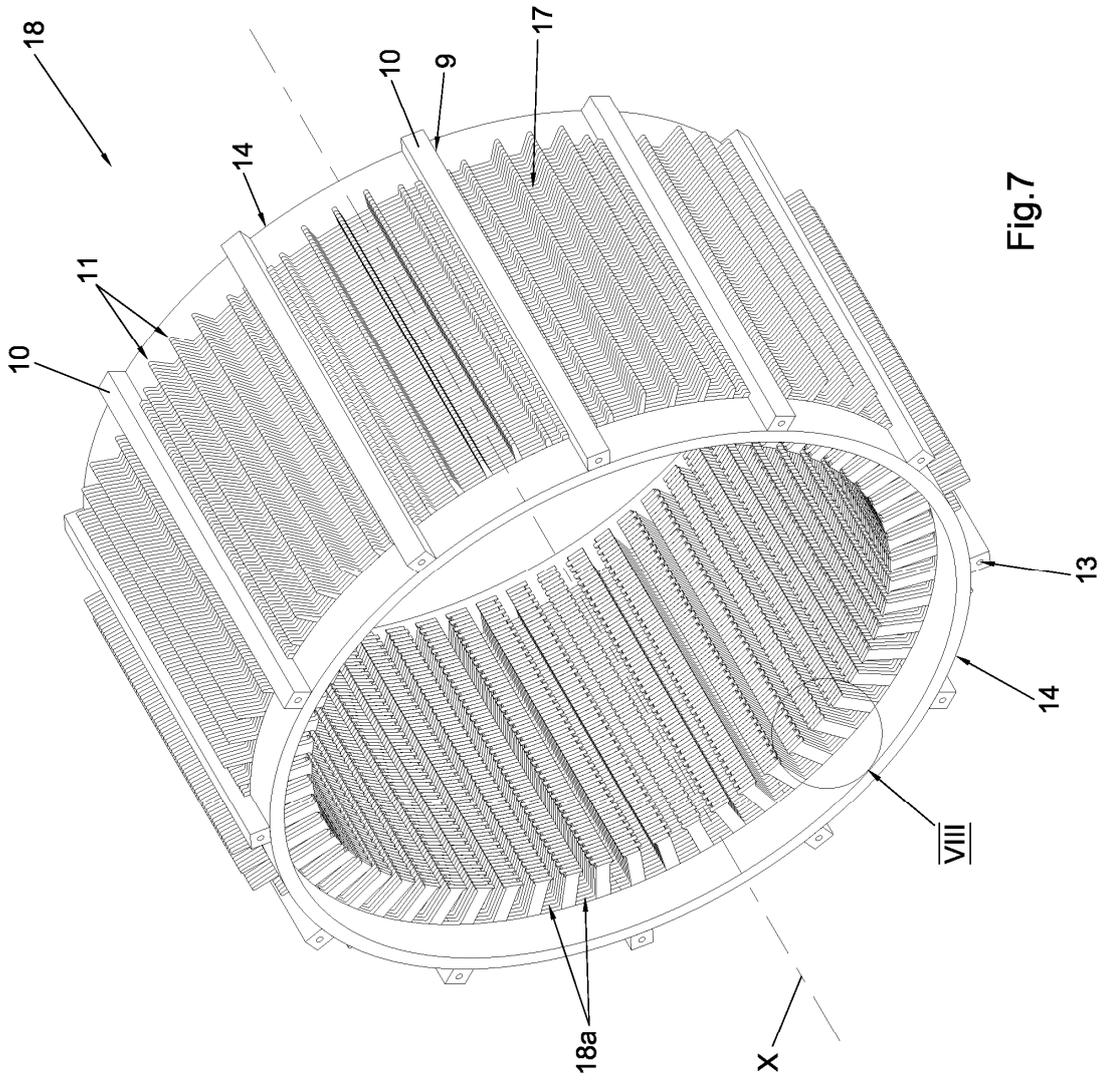


Fig.7

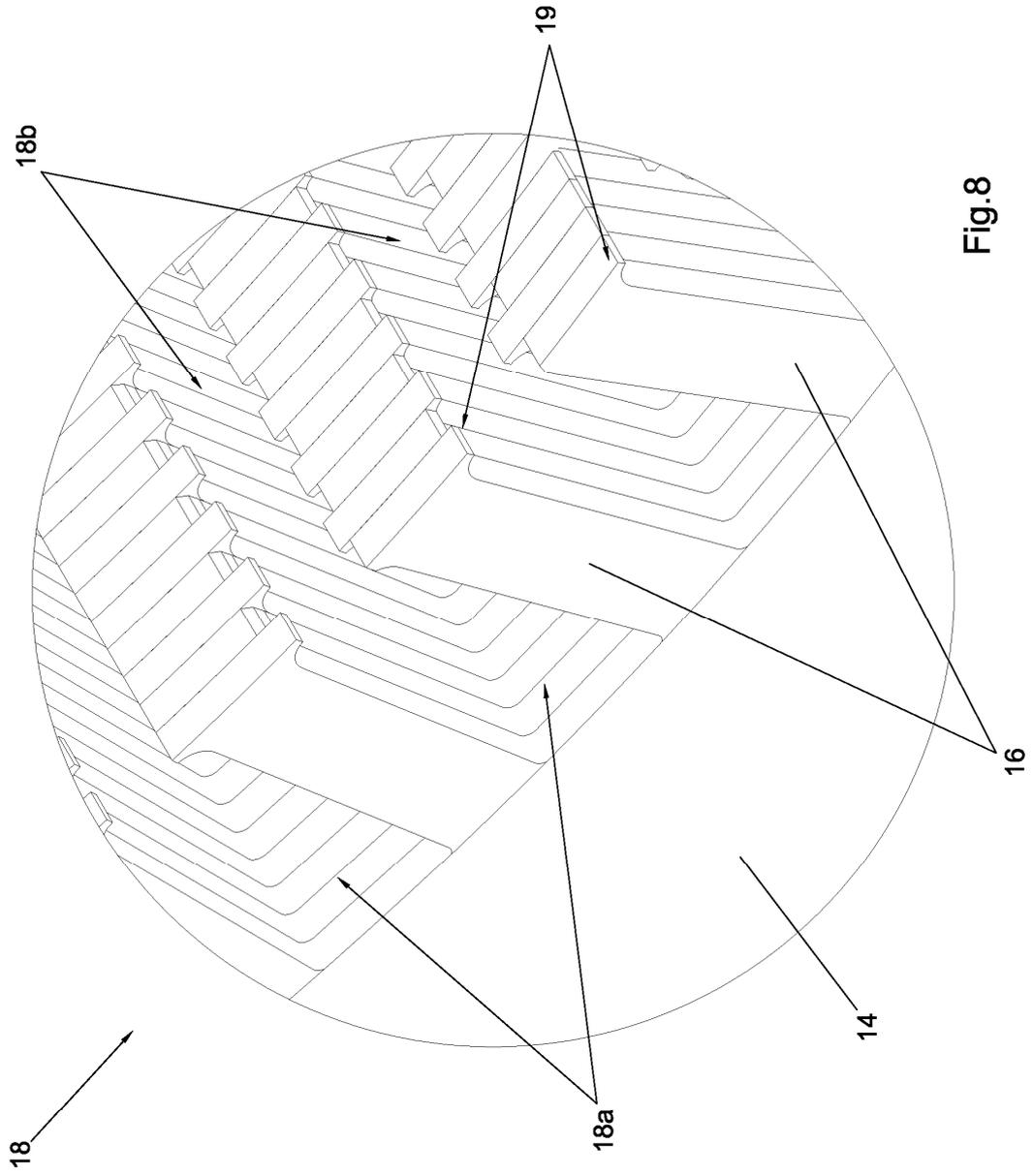


Fig.8