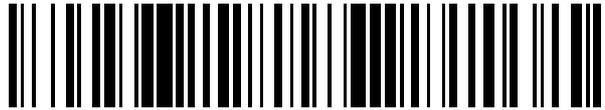


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 708 398**

21 Número de solicitud: 201831225

51 Int. Cl.:

**H02K 5/16** (2006.01)

**H02K 5/22** (2006.01)

12

PATENTE DE INVENCION CON EXAMEN

B2

22 Fecha de presentación:

17.12.2018

43 Fecha de publicación de la solicitud:

09.04.2019

Fecha de concesión:

13.05.2020

45 Fecha de publicación de la concesión:

21.05.2020

73 Titular/es:

**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID  
(100.0%)**

**Avda. Ramiro de Maeztu nº 7  
28040 MADRID (Madrid) ES**

72 Inventor/es:

**DEL RÍO LÓPEZ, Benito;  
BLÁZQUEZ GARCÍA, Francisco y  
PLATERO GAONA, Carlos Antonio**

74 Agente/Representante:

**UNGRÍA LÓPEZ, Javier**

54 Título: **PLACAS ANULARES DE PRESIÓN PARA MÁQUINAS ELÉCTRICAS ROTATIVAS**

57 Resumen:

Placas anulares de presión para máquinas eléctricas rotativas.

La presente invención se refiere a placas de presión, de forma anular, para máquinas eléctricas rotativas, comprendiendo dichas placas de presión una pluralidad de segmentos anulares unibles entre sí para formar al menos una capa anular cerrada y con una geometría tal, que hace posible su sustitución, sin que para ello sea necesario desmontar ningún otro elemento de la máquina eléctrica rotativa.

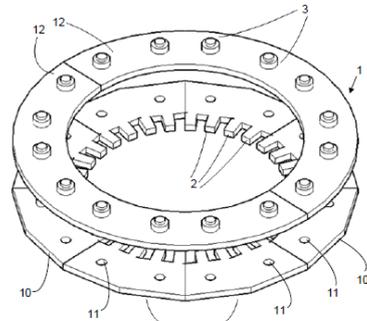


FIG. 3

ES 2 708 398 B2

Aviso: Se puede realizar consulta prevista por el art. 41 LP 24/2015. Dentro de los seis meses siguientes a la publicación de la concesión en el Boletín Oficial de la Propiedad Industrial cualquier persona podrá oponerse a la concesión. La oposición deberá dirigirse a la OEPM en escrito motivado y previo pago de la tasa correspondiente (art. 43 LP 24/2015).

## DESCRIPCIÓN

Placas anulares de presión para máquinas eléctricas rotativas.

### 5 OBJETO DE LA INVENCION

La presente invención tiene por objeto unas placas de presión para máquinas eléctricas rotativas.

10 Su uso se engloba dentro de diferentes sectores técnicos que implican el uso de máquinas eléctricas rotativas, por ejemplo y sin carácter limitativo, los turbogeneradores.

La principal ventaja de las placas de presión según la presente invención, consiste en que están configuradas de tal forma que pueden sustituirse, en caso de ser necesario, sin que para ello sea preciso desmontar ningún componente de máquina eléctrica rotativa, como por ejemplo, los arrollamientos estáticos.

15

### ANTECEDENTES DE LA INVENCION

20 Las máquinas eléctricas rotativas están habitualmente provistas de un núcleo magnético que está sujeto por sus dos extremos mediante elementos de anclaje -por ejemplo pernos- a una carcasa, a través de unas piezas denominadas placas de presión.

25 Las placas de presión conocidas tienen, habitualmente, forma de cuerpo anular que está delimitado por un borde exterior y un borde interior. Asimismo, a lo largo del borde interior de las placas de presión están preferiblemente provistos unos dedos de presión, los cuales están destinados a presionar el núcleo magnético de la máquina eléctrica, y muy especialmente, unos dientes que están habitualmente provistos en dicho núcleo magnético. De esta forma se ejerce una presión sobre el núcleo magnético, que está destinada a evitar posibles vibraciones.

30 Las placas de presión deben tener buenas propiedades mecánicas, así como una permeabilidad magnética relativa baja para no conducir el flujo radial de la máquina, que debe circular por el núcleo magnético.

En algunos casos especialmente relevantes para los propósitos de la presente invención,

como las máquinas de bajo número de pares de polos (por ejemplo y sin carácter limitativo, uno o dos pares de polos) con altas velocidades de giro (por ejemplo y sin carácter limitativo, velocidades de giro de entre 1.500-1.800 r.p.m. en el caso de máquinas de 50Hz y velocidades de giro de entre 3.000-3.600 r.p.m. en el caso de máquinas de 60Hz), las placas de presión suelen fabricarse de una única pieza, tal como se muestra más adelante, en las figuras 1 y 2. Un claro ejemplo de este tipo de máquinas, son los turbogeneradores que son máquinas síncronas de rotor liso.

Además, en los turbogeneradores, en caso de operación subexcitada aparece, adicionalmente al flujo radial, un flujo axial que calienta las placas de presión por inducción. Existen casos de daños en las placas de presión y en el núcleo magnético. Algunas máquinas tienen placas de presión con pantallas magnéticas para evitar que estos campos magnéticos axiales produzcan calentamientos excesivos.

Esto provoca que, si se produce un defecto en las placas de presión fabricadas de una única pieza, para cambiarlas es preciso desmontar los devanados estatóricos de la máquina eléctrica rotatoria, siendo éste un trabajo muy costoso. Existe por tanto la necesidad de desarrollar nuevas placas de presión que, en caso necesario, puedan sustituirse sin que para ello sea necesario tener que desmontar los arrollamientos estatóricos de la máquina eléctrica rotativa, lo que resultaría en una reparación de mucho más sencilla y rápida de dicha máquina.

De hecho, Se han producido varios casos de turbogeneradores que han sufrido daños en las placas de presión, normalmente por operar absorbiendo energía reactiva, es decir en la zona subexcitada. La absorción de energía reactiva se consigue disminuyendo la corriente de excitación que circula en el devanado de excitación en el rotor. Esto produce que los campos producidos por las cabezas de bobinas del estator no sean compensados por el campo del rotor. Estos campos tienen una componente axial que provoca un calentamiento adicional, por inducción, en las placas de presión.

La operación de las placas de presión a una temperatura elevada, por ejemplo y sin carácter limitativo superiores a 250 °C, provoca que sus propiedades mecánicas sean peores y que en algunos casos aparezcan deformaciones y grietas.

En el caso de los turbogeneradores, al ser máquinas de un diámetro reducido, las placas de presión se suelen fabricar de una sólo pieza, tal como se muestra, más adelante, en la figura 2. Por lo tanto en caso de tener que cambiar las placas de presión es necesario desmontar primero los devanados estáticos de la máquina, siendo un trabajo muy costoso.

### DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

Con el fin de alcanzar los objetivos y evitar los inconvenientes mencionados en los apartados anteriores, un primer objeto de la presente invención se refiere a una placa de presión, de forma anular, para la sujeción de una máquina eléctrica rotativa que comprende un núcleo magnético radial provisto de dientes, comprendiendo dicha placa de presión una pluralidad de segmentos anulares destinados a unirse entre sí formando al menos una capa anular cerrada; estando cada uno de dichos segmentos delimitado por dos bordes laterales, por un borde exterior y por un borde interior provisto de dedos de presión destinados a presionar el núcleo magnético; siendo  $\alpha_R$  la mitad del ángulo que forman entre sí los extremos de los dientes más próximos a los bordes laterales de cada segmento anular, caracterizada porque el número  $n$  de segmentos de los que consta cada capa anular cerrada, es tal que se cumple la desigualdad:

$$(R + B) \text{Sen} \left( \alpha_R + 180 \frac{C}{\pi R} \right) < (R + A) \text{Sen} \alpha_R$$

dónde:

R es el radio del núcleo magnético;

A es la altura de los dientes;

B es la diferencia de altura entre los dientes y los dedos;

C es la mitad de la diferencia existente entre las anchuras de dientes y los dedos; y

$$\alpha_R = \frac{\pi}{n} \text{rad}$$

La condición geométrica descrita anteriormente, que cumplen los segmentos anulares de las placas de presión según la presente invención, garantiza que la proyección en el eje X del extremo interno del último dedo de presión de cada uno de dichos segmentos anulares, sea mayor que la proyección de la parte externa de la ranura existente entre los dientes del

núcleo magnético y los dedos de presión de cada segmento anular. Esto garantiza que cada uno de dichos segmentos anulares pueda ser extraído, en caso necesario, sin que para ello sea preciso desmontar previamente otros elementos de la máquina magnética rotatoria, tales como por ejemplo y sin carácter limitativo, los arrollamientos estatóricos (también llamados devanados estatóricos).

A lo largo de la presente invención debe entenderse que el “eje Y” es aquel que discurre a lo largo de la dirección anular del núcleo magnético de la máquina magnética rotatoria, mientras que el “eje X” es aquel que discurre a lo largo de la dirección axial del núcleo magnético de la máquina magnética rotatoria.

En una realización preferida de la presente invención, cada uno de los segmentos anulares de los que consta la placa de presión está provisto de un número entero de dedos de presión. Esta configuración específica de los segmentos de presión simplifica su fabricación.

En otra realización preferida de la invención, cada uno de los segmentos anulares de los que consta la placa de presión está provisto de al menos un agujero pasante. Dichos agujeros pueden utilizarse para fijar el segmento anular a la carcasa de la máquina eléctrica rotativa y/o para unir dicho segmento anular a otro segmento anular colindante. En una realización más preferida de la de la invención, cada uno de los segmentos anulares tiene al menos dos agujeros pasantes.

Preferiblemente, la sección de los segmentos anulares es mayor en las proximidades de su borde exterior, que en las proximidades de su borde interior.

La placa anular de presión según la presente invención puede estar opcionalmente provista, además, de al menos una capa anular de cubierta, formada por la unión de dos o más tramos anulares delimitados por dos bordes laterales, por un borde exterior y por un borde interior. Esta realización particular de la invención es beneficiosa, puesto que la capa (o capas) anulares externas contribuyen a reducir las pérdidas por el flujo axial.

En una realización más preferida de la invención, los segmentos anulares están provistos de agujeros pasantes, los tramos anulares de la capa (o capas) anulares de cubierta están provistos de orificios pasantes que coinciden espacialmente con los agujeros pasantes

provistos en los segmentos anulares y, además, la extensión angular de los tramos anulares es mayor que la extensión angular de los segmentos anulares. De esta manera cada tramo anular cubre, al menos, la extensión de un segmento anular completo y parte de la extensión de un segmento anular colindante Esta realización particular de la invención es beneficiosa puesto que la capa (o capas) anulares de cubierta, además de reducir las pérdidas por el flujo axial, al tener orificios que coinciden con los agujeros de los segmentos anulares pueden anclarse por medio de pernos, u otros medios de anclaje, a la carcasa de la máquina. De esta forma cada uno de los tramos es capaz de apretar contra la carcasa de la máquina eléctrica los dos o más de los segmentos anulares que están ubicados por debajo de dicho tramo anular, evitando posibles desplazamientos indeseados de estos segmentos anulares.

En las realizaciones más sencillas de la presente invención, los segmentos anulares de la placa de presión están dispuestos de forma coplanar, formando una única capa anular cerrada en la que, cada uno de los extremos laterales de cada segmento anular, está en contacto con un extremo lateral de otro segmento anular colindante.

No obstante, en la presente invención también se contempla expresamente la posibilidad de que los segmentos anulares estén dispuestos formando dos o más capas anulares cerradas, situadas una encima de las otras.

## BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

Para complementar la descripción que se está realizando y con objeto de ayudar a una mejor comprensión de las características de la invención, se acompaña como parte integrante de dicha descripción, un juego de dibujos en donde con carácter ilustrativo y no limitativo, se ha representado el objeto de la invención.

**Figura 1.-** Esta figura es una vista esquemática, en sección, que ilustra una máquina eléctrica rotativa provista de una placa anular de presión;

**Figura 2.-** Esta figura es una vista esquemática, en perspectiva, que ilustra una placa de presión de la técnica anterior; y

**Figura 3.-** Esta figura es una vista esquemática, en perspectiva, que ilustra una placa de presión según la presente invención;

**Figura 4a.-** Esta figura es una vista en planta, que ilustra esquemática cómo se disponen los  
5 segmentos anulares de una placa de presión según la presente invención, en torno al núcleo magnético de una máquina eléctrica rotativa; y

**Figura 4b.-** Esta figura muestra un detalle, a escala ampliada, de la Fig. 4a.

## 10 Referencias numéricas

- (1) Placa de presión según la presente invención;
- (1') Placa de presión del estado de la técnica;
- (2) Dedos de presión;
- 15 (2') Dedos de presión de una placa de presión del estado de la técnica;
- (3) Pernos de anclaje;
- (3') Pernos de anclaje usados en placas de presión del estado de la técnica;
- (4). Núcleo magnético de la máquina eléctrica rotativa;
- (5) Devanados estatóricos de la máquina eléctrica rotativa;
- 20 (6) Carcasa de la máquina eléctrica rotativa;
- (7) Rotor de la máquina eléctrica rotativa;
- (8) Devanado de excitación de la máquina eléctrica rotativa;
- (9) Dientes del núcleo magnético;
- (10) Segmentos anulares de la placa de presión según la presente invención;
- 25 (10a) bordes laterales de los segmentos anulares;
- (10b) borde exterior de los segmentos anulares;
- (10c) borde interior de los segmentos anulares;
- (11) Agujeros pasantes de los segmentos anulares;
- (12) Tramos anulares de la capa de cubierta;
- 30 (2 $\alpha_R$ ) ángulo formado por los bordes laterales de los dientes más próximos a los bordes laterales del segmento anular;
- (R) es el radio del núcleo magnético;
- (A) es la altura de los dientes;
- (B) es la diferencia de altura entre los dientes y los dedos;

(C) es la mitad de la diferencia existente entre las anchuras de dientes y los dedos;

(X) eje axial; y

(Y) eje anular.

## 5 REALIZACIÓN PREFERENTE DE LA INVENCION

A lo largo de la presente descripción, así como en las figuras, los elementos con funciones iguales o similares se designarán con las mismas referencias numéricas.

10 A continuación, se describen algunos de los posibles modos de realización preferente del objeto de la invención.

La Figura 1 representa esquemáticamente, en sección, una máquina eléctrica rotativa que, en este caso particular y sin que ello suponga ninguna limitación, es una máquina de tipo  
15 síncrona de rotor liso, conocida como turbogenerador. Dicha máquina eléctrica está provista de una carcasa 6 de sección transversal cilíndrica. En ambos extremos de la carcasa 6 está provista una placa anular 1 de presión, según la presente invención, unida a la carcasa 6 por medio de pernos 3 de anclaje alojados en respectivos agujeros pasantes, provistos en la placa 1 de presión.

20 Cada una de las placas 1 de presión está provista en su borde interior de dedos 2 de presión, que sujetan el núcleo magnético 4 de la máquina eléctrica. Los devanados estatóricos 5 de la máquina salen del núcleo magnético 4 en una parte conocida como cabeza de bobina. En este caso particular y sin que ello tenga ningún carácter limitativo, la  
25 máquina eléctrica rotatoria está provista, además, de un rotor 7 y de un devanado 8 de excitación.

La Figura 2 muestra una placa de presión 1' perteneciente al estado de la técnica, hecha de una sola pieza y provista, en su borde interior, de dedos 2' de presión. La placa 1' de  
30 presión está unida a la carcasa de una máquina eléctrica rotativa por medio de pernos 3' de anclaje. Al estar hecha de una sola pieza, es imposible poder extraer la placa 1' de presión sin tener, para ello, que desmontar previamente los devanados o arrollamientos estatóricos que salen del núcleo magnético de la máquina eléctrica.

La presente invención permite, por el contrario, que las placas 1 de presión de las máquinas rotativas se puedan desmontar y cambiar sin necesidad de desmontar los devanados estatóricos 5, lo que simplifica notablemente las tareas de mantenimiento de las máquinas eléctricas y reduce el coste de las mismas.

5

La Figura 3 muestra una primera realización de una placa 1 de presión -de acuerdo con la presente invención- que comprende, en este caso particular y sin carácter limitativo, ocho segmentos anulares 10 dispuestos de forma coplanar, formando una única capa anular cerrada en la que, cada uno de los extremos laterales de cada segmento anular 10, está en contacto con un extremo lateral de otro segmento anular 10 colindante.

10

Los segmentos anulares 10 están provistos, en su borde interior, de dedos 2 de presión. Asimismo, cada uno de los segmentos anulares 10 está provisto de dos agujeros pasantes 11.

15

La placa 1 de presión también comprende, en este caso particular, una capa anular de cubierta externa formada por dos tramos anulares 12 cuyos bordes laterales forman entre sí, en este caso particular, un ángulo de 180°. Los tramos anulares 12 están provistos, asimismo, de orificios pasantes que coinciden espacialmente con los agujeros pasantes 11 provistos en los segmentos anulares 10. Gracias a esta configuración, es posible introducir en cada uno de dichos orificios un perno 3 de anclaje, destinado a anclar cada tramo anular 12 y cada segmento anular 10 a la carcasa de la máquina eléctrica.

20

Las figuras 4a y 4b muestran esquemáticamente la forma en la que se disponen los segmentos angulares 10 de la placa anular de presión según la presente invención, con relación al núcleo magnético 4 de la máquina eléctrica rotativa.

25

Los bordes laterales de los segmentos angulares 10 se han designado con la referencia 10a, el borde exterior con 10b y el borde interior con la referencia 10c. Asimismo, la referencia R designa el radio del núcleo magnético 4.

30

Como puede apreciarse en dichas figuras 4a y 4b, los dedos 2 de presión de los segmentos anulares 10 se disponen muy próximos a los dientes 9 del núcleo magnético 4, aunque sin llegar a entrar en contacto con los mismos, existiendo una holgura definida por

las siguientes magnitudes: B (diferencia existente entre la altura A de los dientes 9 y la altura de los dedos 2) y C (mitad de la diferencia existente en las anchuras de los dientes 9 y los dedos 2).

- 5 En la Figura 4a también se muestra, asimismo, el ángulo  $2\alpha_R$  formado por los bordes laterales de los dientes 2 del segmento anular 10 que están más próximos a los bordes laterales 10a de dicho segmento anular 10, el ángulo de referencia  $\alpha_R$  y los ejes X (axial) e Y (radial).
- 10 La presente invención no está limitada, en modo alguno, a las realizaciones aquí divulgadas. Para la persona experta en la técnica serán evidentes otras posibles realizaciones diferentes de esta invención, a la vista de la presente descripción. En consecuencia, el alcance de protección de la presente invención está definido, exclusivamente, por las reivindicaciones que siguen a continuación.

15

## REIVINDICACIONES

1.- Placa anular (1) de presión para la sujeción de una máquina eléctrica rotativa que comprende un núcleo magnético (4) anular provisto de dientes (9), comprendiendo dicha  
 5 placa (1) de presión una pluralidad de segmentos anulares (10) destinados a unirse entre sí formando al menos una capa anular cerrada; estando cada uno de dichos segmentos anulares (10) delimitado por dos bordes laterales (10a), por un borde exterior (10b) y por un  
 10 borde interior (10c) provisto de dedos (2) de presión destinados a presionar el núcleo magnético (4); siendo ( $\alpha_R$ ) la mitad del ángulo que forman entre sí los bordes laterales de los dientes más próximos a los bordes laterales (10a) de cada segmento anular (10), **caracterizada por que** el número entero (n) de segmentos anulares (10) de los que consta cada capa anular cerrada es tal que se cumple la desigualdad:

$$(R + B) \text{Sen} \left( \alpha_R + 180 \frac{C}{\pi R} \right) < (R + A) \text{Sen} \alpha_R$$

dónde

15 (R) es el radio del núcleo magnético (4);

(A) es la altura de los dientes (9);

(B) es la diferencia de altura entre los dientes (9) y los dedos (2);

(C) es la mitad de la diferencia existente entre las anchuras de dientes (9) y los dedos (2) y

$$\alpha_R = \frac{\pi}{n} \text{rad} .$$

20 2.- Placa anular (1) de presión según la reivindicación 1, en la que cada uno de los segmentos anulares (10) está provisto de un número entero de dedos (2) de presión.

25 3.- Placa anular (1) de presión según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que cada uno de los segmentos anulares (10) está provisto, al menos, de un agujero pasante (11).

4.- Placa anular (1) de presión según la reivindicación 3, en la que cada uno de los segmentos anulares (10) está provisto, al menos, de dos agujeros pasantes (11).

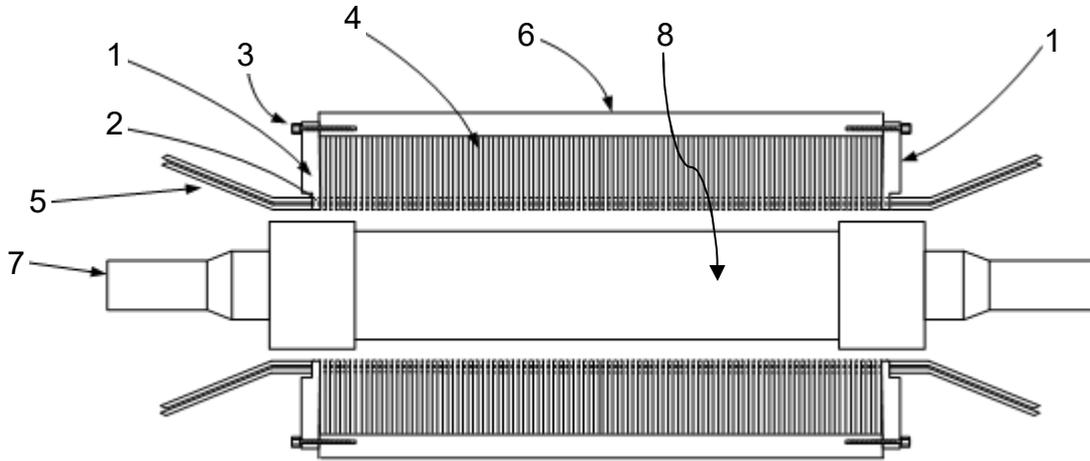
30 5.- Placa anular (1) de presión según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que la sección de los segmentos anulares (10) es mayor en las proximidades de su borde exterior (10b), que en las proximidades de su borde interior (10c).

6.- Placa anular (1) de presión según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que está provista, además, de al menos una capa anular de cubierta, formada por la unión de dos o más tramos anulares (12), estando cada uno de dichos tramos anulares (12) delimitado por dos bordes laterales, por un borde exterior y por un borde interior.

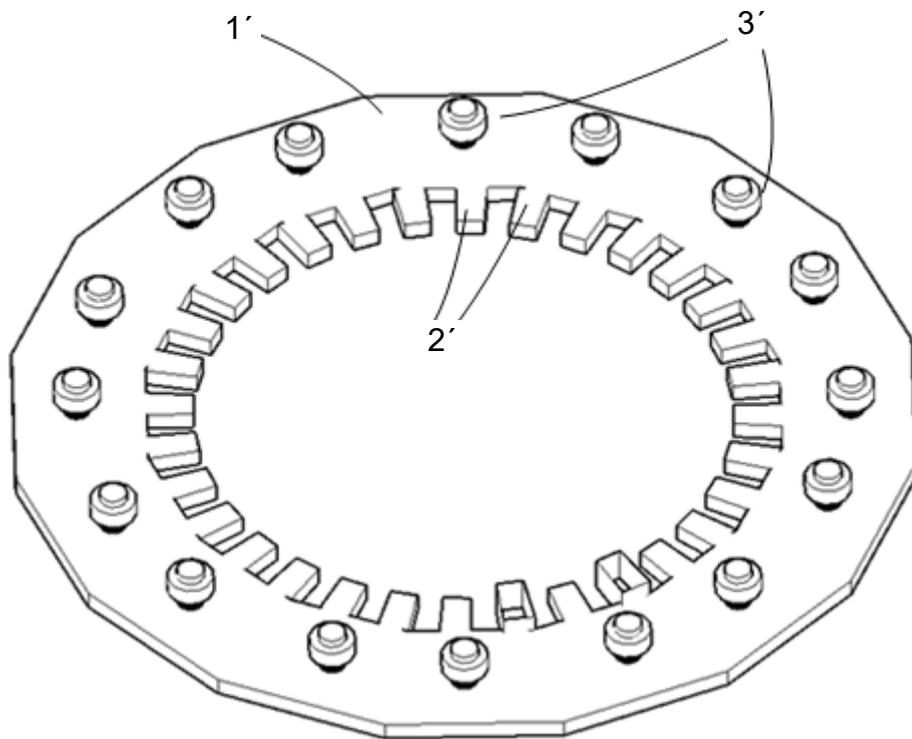
7.- Placa anular (1) de presión según la reivindicación 6, en la que los tramos anulares (12) están provistos de orificios pasantes que coinciden espacialmente con los agujeros pasantes (11), provistos en los segmentos anulares (10) y, además, la extensión angular de los tramos anulares (12)- es mayor que la extensión de los segmentos anulares (10).

8.- Placa anular (1) de presión según cualquiera de las la reivindicaciones anteriores, en la que los segmentos anulares (10) están dispuestos formando dos o más capas anulares cerradas situadas una encima de las otras.

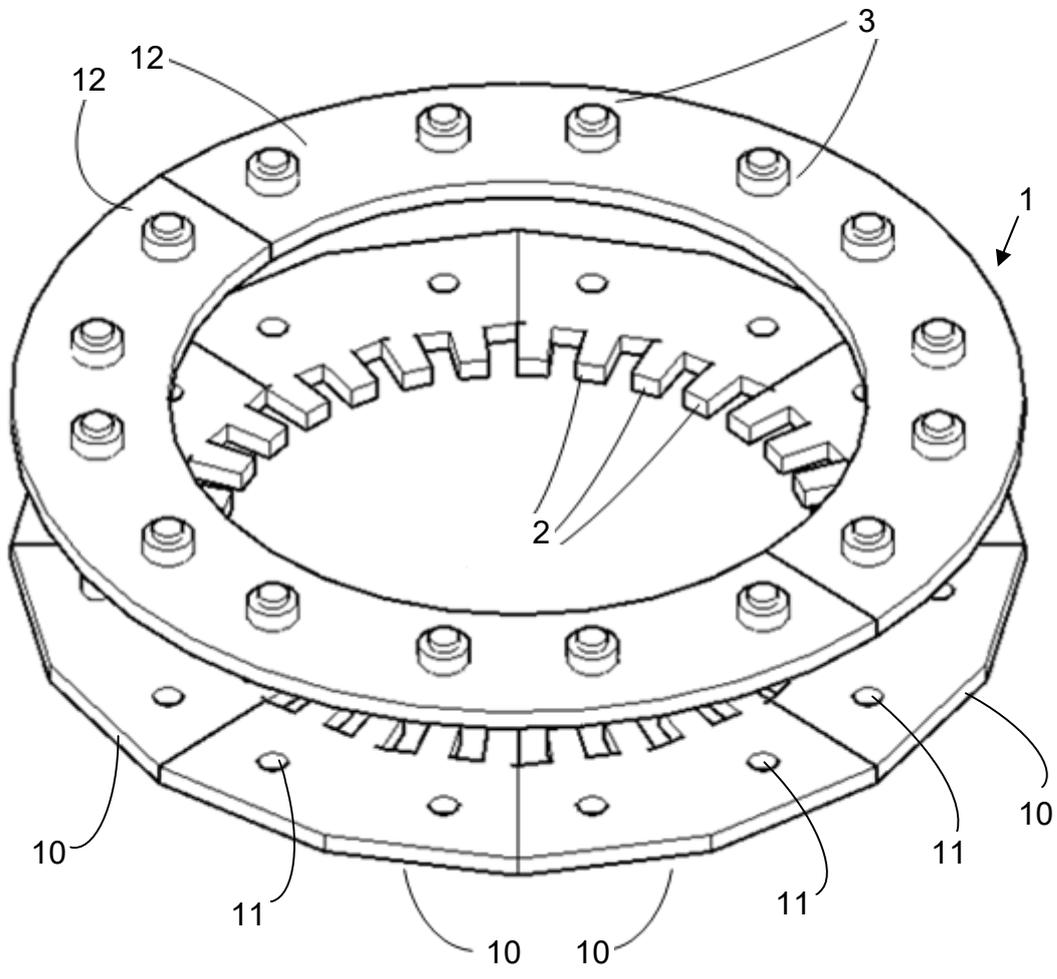
15



**FIG. 1**



**FIG. 2 (Técnica Anterior)**



**FIG. 3**

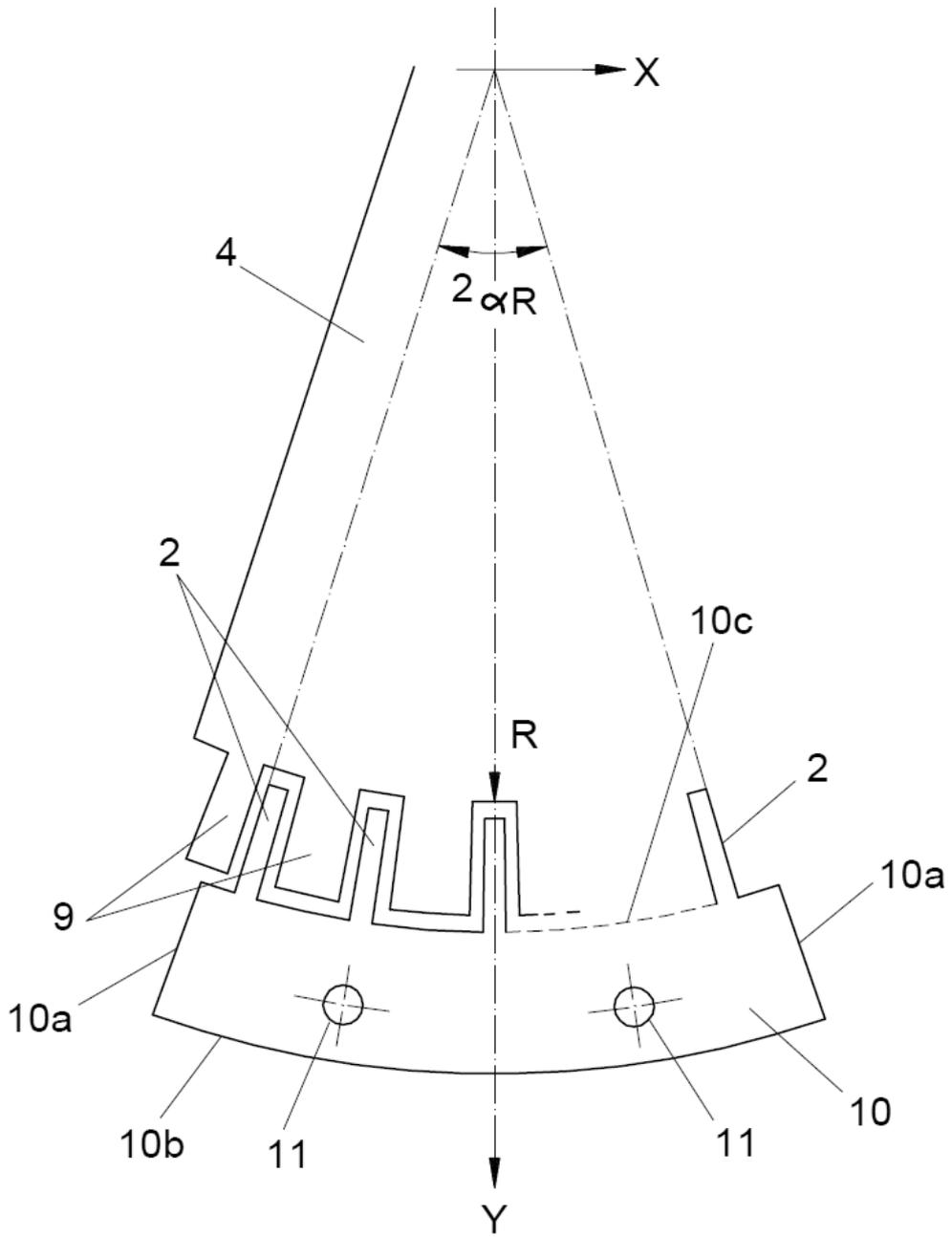


FIG. 4a

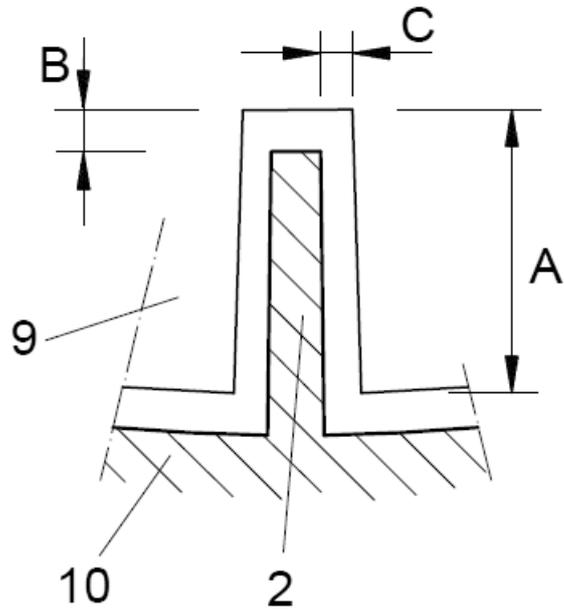


FIG. 4b