

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 454 840**

51 Int. Cl.:

H02K 1/14 (2006.01)

H02K 7/18 (2006.01)

H02K 29/03 (2006.01)

H02K 1/16 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.12.2010 E 10801170 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.03.2014 EP 2532073**

54 Título: **Estátor de una máquina eléctrica rotatoria con excitación permanente**

30 Prioridad:

05.02.2010 DE 102010001620

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

11.04.2014

73 Titular/es:

**SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT (100.0%)
Wittelsbacherplatz 2
80333 München, DE**

72 Inventor/es:

**HARTMANN, ULRICH y
MÖHLE, AXEL**

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 454 840 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

Estátor de una máquina eléctrica rotatoria con excitación permanente

La invención se refiere a un estátor de una máquina eléctrica rotatoria con excitación permanente.

5 En el caso de una máquina eléctrica rotatoria con excitación permanente, como por ejemplo de un generador con excitación permanente o de un motor eléctrico con excitación permanente, una magnitud de diseño crítica son en especial los pares de enclavamiento con la máquina eléctrica parada. La amplitud de los pares de enclavamiento debe ser con ello en lo posible mínima. Aparte de esto es necesario también mantener lo más reducidos posibles los pares de basculamiento, que se producen bajo una carga.

10 En especial en el caso de generadores eólicos con excitación permanente, accionados directamente, es necesario mantener lo más reducidos posibles los pares de enclavamiento que se producen en parada, así como los pares de basculamiento que se producen durante el funcionamiento del generador eólico.

Para minimizar los pares de basculamiento se utilizan hoy en día fundamentalmente los siguientes procedimientos:

- inclinación de los imanes permanentes dispuestos en el rotor de la máquina eléctrica,
- inclinación de los conductores eléctricos en el estátor de la máquina eléctrica,
- 15 • traslación de los imanes permanentes del rotor desde el centro polar.

Los procedimientos conocidos antes citados, sin embargo, son complicados en cuanto a técnica de fabricación.

20 De los documentos US 1 779 950 A y CN 201 298 796 Y se conoce una máquina eléctrica con un estátor, compuesto por segmentos de estátor dispuestos en dirección periférica, en donde los segmentos de estátor presentan dientes y ranuras y en donde hacen contacto mutuo los dientes respectivos del límite de segmento de segmentos de estátor adyacentes.

Del documento US 4 700 098 A se conoce una máquina eléctrica con un estátor, que presenta dientes de estátor y ranuras dispuestas entre los dientes de estátor, en las que se introducen devanados. Para evitar enclavamiento de ranuras, los dientes de estátor y con ello los polos magnéticos no están dispuestos equidistantes entre ellos.

25 La tarea de la invención consiste, en el caso de una máquina eléctrica rotatoria con excitación permanente, reducir los pares de enclavamiento y/o basculamiento que se produzcan.

Esta tarea es resuelta mediante un estátor conforme a la reivindicación 1.

De las reivindicaciones subordinadas se deducen configuraciones ventajosas de la invención.

30 Por medio de que una minoría de los dientes, que no están dispuestos directamente en un límite de segmento, presentan una anchura uniforme que es mayor que la anchura uniforme de la mayoría de los dientes, que no están dispuestos directamente en un límite de segmento, pueden reducirse todavía más los pares de enclavamiento y/o basculamiento.

35 Asimismo ha demostrado ser ventajoso que la minoría de los dientes, que no están dispuestos directamente en un límite de segmento, presenten una anchura uniforme que sea menor o igual que el doble de la anchura uniforme de la mayoría de los dientes, que no están dispuestos directamente en un límite de segmento. Si la anchura de la minoría de los dientes, que no están dispuestos directamente en un límite de segmento, presenta una anchura uniforme que está situada en el margen indicado, se reducen de forma especialmente intensa los pares de enclavamiento y/o basculamiento.

40 Asimismo ha demostrado ser ventajoso que las anchuras de los dos dientes que hacen contacto mutuo en el límite de segmento respectivo sean igual de grandes, ya que después los segmentos en el límite de segmento están ejecutados mecánicamente de forma especialmente estable.

La máquina eléctrica rotatoria con excitación permanente puede estar configurada con ello por ejemplo como generador o motor eléctrico, en donde el generador puede estar configurado en especial como generador eólico y en especial como generador eólico accionado directamente (la rueda eólica está unida directamente al generador eólico directamente sin engranaje conectado de forma intermedia).

En el dibujo se ha representado un ejemplo de ejecución de la invención, que se explica a continuación con más detalle. Con ello muestran:

la figura 1 una vista esquemática de una máquina eléctrica rotatoria con excitación permanente, y

la figura 2 una vista detallada esquematizada de una vista fragmentaria de un estátor de la máquina.

- 5 La figura 3 una vista detallada esquematizada de una vista fragmentaria de un estátor de la máquina conforme a la invención, en el marco de una forma de ejecución de la invención.

10 En la figura 1 se ha representado, en forma de una representación esquematizada en perspectiva, una máquina eléctrica 1 rotatoria con excitación permanente. La máquina 1 está configurada con ello como generador y en especial como generador eólico. En este punto debe destacarse que para una mejor visión de conjunto, en la figura 1 sólo se han representado los elementos de la máquina 1 fundamentales para entender la invención.

15 La máquina 1 presenta un rotor 2, que está dispuesto de forma rotatoria alrededor de un eje de rotación R de la máquina 1. El rotor 2 comprende con ello todos los elementos de la máquina 1 dispuestos de forma rotatoria alrededor del eje de rotor R. El rotor 2 presenta un yugo de rotor 3, sobre el que están dispuestos imanes permanentes, en donde para una mejor visión de conjunto en la figura 1 sólo un imán permanente 4 está dotado de un símbolo de referencia. Durante el funcionamiento de la máquina 1 el rotor 2 rota, en el marco del ejemplo de ejecución conforme a la figura 3, alrededor de un estátor 5 dispuesto centralmente en la máquina 1 y dispuesto en reposo con relación al entorno de la máquina 1. Debido a que el rotor 2 está dispuesto alrededor del estátor 5, una máquina de este tipo recibe también en lenguaje técnico el nombre de inducido exterior. Debido a que el rotor 1 presenta imanes permanentes, que generan permanentemente un campo magnético para hacer funcionar la máquina 1, una máquina de este tipo recibe también el nombre en lenguaje técnico de máquina con excitación permanente o con excitación por imán permanente. Debido a que la máquina 1 presenta un rotor 2 que rota alrededor de un eje de rotación R durante el funcionamiento de la máquina, una máquina de este tipo recibe también el nombre de máquina eléctrica rotatoria.

25 El estátor 5 conforme a la invención presenta varios segmentos dispuestos de forma adyacente en la dirección periférica U del estátor 5. El estátor 5 presenta con ello seis segmentos, en el marco del ejemplo de ejecución conforme a la figura 3, en donde para una mejor visión de conjunto sólo los segmentos 8a y 8b están dotados de un símbolo de referencia. Los segmentos presentan dientes y ranuras que discurren en la dirección axial Z del estátor 5, en donde para una mejor visión de conjunto en la figura 1 sólo los dientes 7a, 12a, 7b, 12b y la ranura 6 están dotados de un símbolo de referencia. Los segmentos en cada caso directamente adyacentes unos a los otros hacen contacto mutuo con ello en un límite de segmento, en donde para una mejor visión de conjunto sólo está dotado de un símbolo de referencia el límite de segmento 9, sobre el que hacen contacto mutuo los segmentos 8a y 8b. Cada segmento se compone de chapas dispuestas consecutivamente en la dirección axial Z. Las distintas chapas de un segmento están dotadas con ello normalmente de una capa aislante eléctrica, como por ejemplo una capa de barniz. Para el montaje del estátor 5 los segmentos se disponen de forma adyacente en la dirección periférica U y se unen unos a otros, de tal modo que se obtiene el estátor 5 tubular representado.

35 Los dientes y las ranuras de los segmentos se producen mediante una configuración correspondiente de la forma de las chapas. Alrededor de las ranuras y de los dientes discurren los devanados eléctricos del estátor, en donde los devanados no se han representado, para una mejor visión de conjunto y debido a que no son esenciales para entender la invención.

40 En las máquinas eléctricas rotatorias con excitación permanente comerciales las anchuras de los diferentes dientes del estátor 5 son con ello iguales. Mediante un ensanchamiento específico de determinados dientes con relación a los restantes dientes del estátor se reducen, conforme a la invención, los pares de enclavamiento y de basculamiento que se producen durante el funcionamiento de la máquina 1.

45 En este punto debe destacarse de nuevo que en el caso de la figura 1 se trata de una representación esquematizada, en la que por ejemplo en especial la anchura, el número y las dimensiones de los dientes, las ranuras y los imanes permanentes, así como el tamaño del entrehierro dispuesto entre estátor y rotor, no coinciden con la realidad.

50 En la figura 1 se ha representado, en forma de una vista en corte esquematizada, una visión fragmentaria del segmento 8a y del segmento 8b directamente adyacente al segmento 8a. Los dos segmentos 8a y 8b hacen contacto mutuo en el límite de segmento 9. En la vista fragmentaria mostrada el segmento 8a presenta los dientes 12a, 7a, 7a', 7a'' y 7a''', y el segmento 8b los dientes 12b, 7b, 7b', 7b'' y 7b'''. En este punto debe destacarse que un segmento en realidad puede presentar por ejemplo cientos de dientes y ranuras, de tal modo que en la figura 2 sólo se ha representado una pequeña vista fragmentaria de los segmentos.

Los dientes de los segmentos directamente adyacentes unos a otros están dispuestos de tal modo que, en el límite de segmento respectivo, en cada caso un diente de uno de los segmentos hace contacto con un diente del segmento directamente adyacente al segmento. Los dientes de los segmentos 8a y 8b directamente adyacentes uno al otro están dispuestos de tal modo que, en el límite de segmento 9 en cada caso un diente de uno de los segmentos 8a hace contacto con un diente del segmento 8b directamente adyacente al segmento 8b. Estos son los dientes 12a y 12b, que hacen contacto mutuo en el límite de segmento 9. De este modo no se produce, conforme a la invención, una división del estátor dentro de una ranura.

En la figura 2, para una mejor visión de conjunto, sólo una ranura 6 está dotada de un símbolo de referencia. Un segmento no termina, como ya se ha dicho, en una ranura en la dirección periférica U, es decir el límite de segmento 9 no está situado dentro de una ranura. El diente 12a presenta una anchura a y el diente 12b una anchura b. Los dientes que no están dispuestos directamente en un límite de segmento, es decir, en el ejemplo de ejecución conforme a la figura 2, los dientes representados 7a, 7a', 7a'', 7a''', 7b, 7b', 7b'' y 7b''', presentan una anchura uniforme c, es decir, tienen todos la misma anchura. La suma (a+b) de las anchuras a y b, de los dientes 12a, 12b que hacen contacto mutuo sobre el respectivo límite de segmento, es mayor que la anchura uniforme c de todos los dientes (7a, 7a', 7a'', 7a''', 7b, 7b', 7b'', 7b''') que no están dispuestos directamente en un límite de segmento 9.

Esto quiere decir que se cumple:

$$a+b > c$$

El diente conjunto 11, formado a partir de los dos dientes 12a y 12b que hacen contacto mutuo, presenta de este modo una anchura mayor, en especial una anchura claramente mayor que la anchura uniforme c de los dientes que no están dispuestos directamente en un límite de segmento 9. Mediante esta medida se reducen claramente los pares de enclavamiento y basculamiento. Al contrario que en el estado de la técnica no se divide de este modo un diente cualquiera mediante el límite de segmento, de tal modo que los dientes parciales que con ello se obtienen no son exactamente igual de anchos que un diente sin dividir como en el estado de la técnica, despreciando un entrehierro mínimo que se produzca dispuesto eventualmente entre los dos dientes parciales.

Se consigue una elevada estabilidad mecánica de los segmentos si las anchuras a y b de los dos dientes que hacen contacto mutuo en el límite de segmento respectivo son igual de grandes, es decir, se cumple: $a = b$.

En la figura 3 se ha representado una forma de ejecución de la invención, en donde en la figura 3 los elementos iguales están dotados de los mismos símbolos de referencia que en la figura 2. En cuanto al modo de funcionamiento y a la estructura, la forma de ejecución de la figura 3 coincide con la de la figura 2, en donde sin embargo en el caso de la forma de ejecución conforme a la figura 3 una minoría de los dientes, que no están dispuestos directamente en el límite de segmento, presentan una anchura mayor que la anchura uniforme de la mayoría de los dientes que no están dispuestos directamente en un límite de segmento. En el marco del ejemplo de ejecución, aquí los dientes 13a y 13b presentan una anchura b, que es mayor que la anchura uniforme c de la mayoría de los dientes 7a, 7a', 7a'', 7b, 7b', 7b'', que no están dispuestos directamente en un límite de segmento. Es decir, se cumple:

$$d > c$$

La suma (a+b) de las anchuras a y b de los dos dientes que hacen contacto mutuo en el límite de segmento 9 respectivo es con ello mayor que la anchura uniforme c de la mayoría de los dientes 7a, 7a', 7a'', 7b, 7b', 7b'', que no están dispuestos directamente en un límite de segmento.

Se consigue una reducción especialmente buena de los pares de enclavamiento y basculamiento si la minoría de los dientes (13a, 13b), que no están dispuestos directamente en un límite de segmento, presentan una anchura uniforme d que es menor o igual que el doble de la anchura uniforme c de la mayoría de los dientes, que no están dispuestos directamente en un límite de segmento, es decir, se cumple:

$$c < d \leq 2c$$

Como es natural, también en el caso de esta configuración de la invención es ventajoso que sean igual de grandes las anchuras de los dos dientes que hacen contacto mutuo en el respectivo límite de segmento, es decir, se cumple:

$$a=b$$

Para conseguir una estabilidad especialmente elevada, de forma preferida puede cumplirse también para la anchura de los dientes:

$$a = b = c$$

- 5 es decir, la anchura de los dientes que están dispuestos directamente en un límite de segmento coincide con la anchura de la mayoría de los dientes que no están dispuestos directamente en un límite de segmento.

Las afirmaciones realizadas anteriormente en el marco de la descripción con base en las figuras 2 y 3, con relación a los dos segmentos 8a y 8b, son también válidas de forma correspondiente para los restantes segmentos del estátor 5 no representado en las figuras 2 y 3.

- 10 Mediante la invención puede prescindirse de complicadas medidas en cuanto a técnica de fabricación, como traslación polar o inclinación de ranuras.

Los segmentos así configurados pueden fabricarse y montarse, a causa de la mayor rigidez y a causa del diente dispuesto en el límite de segmento, más fácilmente que en un estátor comercial en el que todos los diente incluyendo el diente conjunto, formado a partir de los dos dientes que hacen contacto mutuo en el respectivo límite de segmento, presentan una anchura uniforme ($a+b = c = d$).

- 15

REIVINDICACIONES

- 5 1. Estátor de una máquina eléctrica (1) rotatoria con excitación permanente, en donde el estátor (5) presenta varios segmentos (8a, 8b) dispuestos de forma adyacente en la dirección periférica (U) del estátor (5), en donde los segmentos (8a, 8b) presentan dientes (7a, 7a', 7a'', 7a''', 7b, 7b', 7b'', 7b''', 13a, 13b, 12a, 12b) y ranuras (6) que discurren en la dirección axial (Z) del estátor (5), en donde los segmentos (8a, 8b) en cada caso directamente adyacentes unos a otros hacen contacto mutuo en un límite de segmento (9), en donde los dientes (7a, 7a', 7a'', 7a''', 7b, 7b', 7b'', 7b''', 13a, 13b, 12a, 12b) de los segmentos (8a, 8b) directamente adyacentes unos a otros están dispuestos de tal modo que, en el límite de segmento (9), en cada caso un diente (12a) de uno de los segmentos (8a) hace contacto con un diente (12b) del segmento (8b) directamente adyacente al segmento (8a), caracterizado porque la suma de las anchuras (a, b) de los dos dientes (12a, 12b) que hacen contacto mutuo en el límite de segmento (9) respectivo es mayor que la anchura uniforme (c) de la mayoría de los dientes (7a, 7a', 7a'', 7a''', 7b, 7b', 7b'', 7b''') que no están dispuestos directamente en un límite de segmento (9), o de todos los dientes (7a, 7a', 7a'', 7a''', 7b, 7b', 7b'', 7b''') que no están dispuestos directamente en un límite de segmento (9), en donde una minoría de los dientes (13a, 13b), que no están dispuestos directamente en un límite de segmento (9), presentan una anchura uniforme (d) que es mayor que la anchura uniforme (c) de la mayoría de los dientes (7a, 7a', 7a'', 7a''', 7b, 7b', 7b'', 7b'''), que no están dispuestos directamente en un límite de segmento (9).
- 10 2. Estátor según la reivindicación 1, caracterizado porque la minoría de los dientes (13a, 13b), que no están dispuestos directamente en un límite de segmento (9), presenten una anchura uniforme (d) que es menor o igual que el doble de la anchura uniforme (c) de la mayoría de los dientes (7a, 7a', 7a'', 7a''', 7b, 7b', 7b'', 7b'''), que no están dispuestos directamente en un límite de segmento (9).
- 15 3. Estátor según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque las anchuras (a, b) de los dos dientes (12a, 12b) que hacen contacto mutuo en el límite de segmento (9) respectivo son igual de grandes
- 20 4. Máquina eléctrica (1) rotatoria con excitación permanente, en donde la máquina eléctrica (1) está configurada como generador o motor eléctrico y presenta un estátor (5) según una de las reivindicaciones anteriores.
- 25 5. Máquina eléctrica (1) rotatoria con excitación permanente según la reivindicación 4, caracterizada porque el generador está configurado como generador eólico.

FIG 2

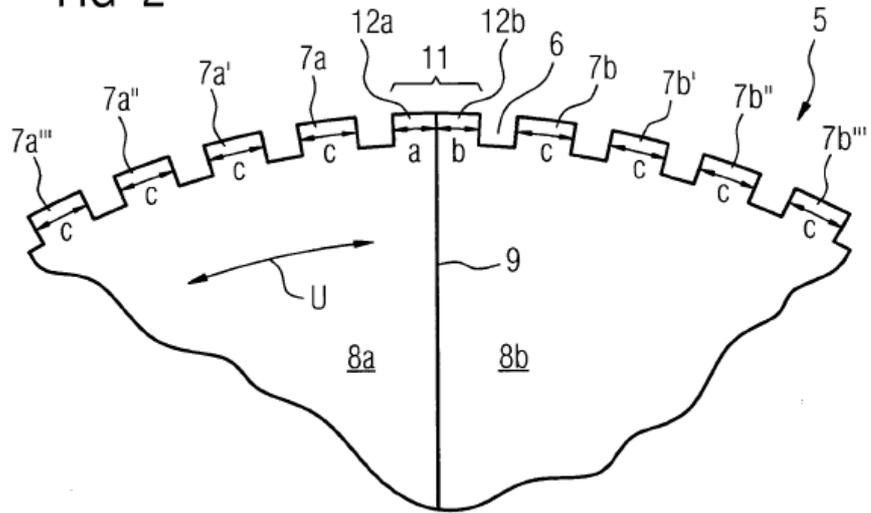


FIG 3

