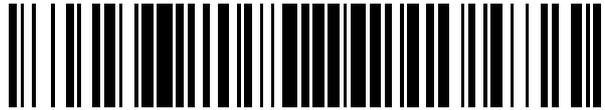


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 582 533**

51 Int. Cl.:

**H02K 3/34** (2006.01)

**H02K 15/12** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.03.2010 E 10716901 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.04.2016 EP 2543129**

54 Título: **Método y aparato para hacer un estator para una máquina eléctrica y estator de máquina eléctrica con elevado factor de relleno**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**13.09.2016**

73 Titular/es:

**TECNOMATIC S.P.A. (100.0%)  
Zona Industriale Santa Scolastica, Via Copernico  
2  
64013 Corropoli (Teramo), IT**

72 Inventor/es:

**GUERCIONI, SANTE**

74 Agente/Representante:

**LINAGE GONZÁLEZ, Rafael**

**ES 2 582 533 T3**

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

**DESCRIPCIÓN**

Método y aparato para hacer un estator para una máquina eléctrica y estator de máquina eléctrica con elevado factor de relleno

5 La presente descripción se refiere a un método y a un aparato para hacer un estator para una máquina eléctrica. La presente descripción también se refiere a un estator para una máquina eléctrica con elevado factor de relleno.

10 Es conocido hacer estatores para máquinas eléctricas que tienen un núcleo de estator en el cual se proporcionan una pluralidad de ranuras, y también que comprenden una pluralidad de conductores de barra insertados en las ranuras mencionadas anteriormente y conectados entre sí de forma diferente con el fin de formar uno o más devanados de estator. Los devanados de estator antes mencionados con conductores de barra se denominan comúnmente devanados de estator de barras.

15 Con el fin de hacer los estatores mencionados, con el fin de garantizar un aislamiento correcto entre los conductores de barra independientes alojados en una misma ranura y/o entre los conductores de barra y las paredes interiores de las ranuras del núcleo del estator, se proporciona una operación para insertar, dentro de cada ranura, una lámina respectiva de material eléctricamente aislante, hecha, por ejemplo, de material compuesto. Sobre la base de las necesidades contingentes, en la forma y el tipo de ranura, en el número de conductores de barra que deben insertarse en una misma ranura, la lámina aislante mencionada anteriormente debe preformarse adecuadamente antes de la inserción en la ranura respectiva. Por ejemplo, se conocen láminas aislantes preformadas en forma de "C", "U", "S" y "Z" (entre otras formas). Sobre la base de las necesidades contingentes, también es posible proporcionar para la inserción, en una misma ranura, dos o más láminas aislantes preformadas.

25 Normalmente, y particularmente pero no exclusivamente, si el método de inserción de los conductores de barra dentro de las ranuras es un proceso al menos parcialmente automatizado, las láminas aislantes preformadas se insertan en las ranuras antes de llenar las ranuras con los conductores. En los métodos de la técnica anterior, se puede prever, después de haber insertado las láminas aislantes preformadas en las ranuras, una operación de ensanchamiento de las porciones de extremo de las láminas aislantes preformadas que sobresalen axialmente más allá del núcleo del estator, al menos desde el lado de inserción de los conductores de barra. Por lo tanto, tales porciones ensanchadas de esta forma actúan como elementos de tope proporcionados para evitar que las láminas aislantes no sean arrastradas a lo largo de las ranuras durante la inserción de los conductores de barra dentro de las ranuras, además de actuar como guía para los conductores de barra durante su inserción en el núcleo del estator.

35 En la solicitud de patente publicada como US 2009/0265909, se describe un método para hacer un estator, que comprende una etapa de relleno de las ranuras de un núcleo de estator con respectivas láminas aislantes preformadas; una etapa de extracción, desde un dispositivo de torsión, de todo el bobinado que comprende una pluralidad de conductores de barra; y una etapa para insertar simultáneamente los conductores del devanado dentro de las ranuras.

40 Se sabe que el rendimiento de una máquina eléctrica depende del factor de relleno de las ranuras del núcleo del estator y es deseable que este factor sea lo más alto posible. Sin embargo, esta necesidad contrasta con las dificultades y los problemas que se pueden encontrar durante la inserción de los conductores de barra dentro de las ranuras, si estas han sido previamente equipadas con una o más láminas aislantes respectivas. De hecho, con el fin de obtener un factor de relleno alto, los conductores de barra deben tener un tamaño externo que llene el espacio residual en las ranuras tanto como sea posible después de la inserción de las láminas aislantes. El límite de este dimensionamiento óptimo se da por la resistencia a la fricción de deslizamiento que los conductores de barra encuentran durante su inserción en las ranuras. En particular, si las ranuras, y por lo tanto también los conductores de barra, tienen una extensión longitudinal relativamente alta, por ejemplo, mayor de 10 cm, en particular pero no exclusivamente, si se desea emplear un proceso de relleno de ranuras automatizado, y en particular, pero no exclusivamente, si tal relleno es simultáneo para todas o casi todas las ranuras, es necesario mantener el tamaño de la sección transversal de los conductores de barra por debajo de ciertos límites, de manera que el espacio residual (es decir, el espacio disponible de la ranura después de la inserción de la lámina aislante preformada en la misma) permite evitar un bloqueo no deseado de los conductores de barra durante su inserción en las ranuras. Este problema se detecta particularmente, pero no exclusivamente, si los conductores tienen una sección transversal relativamente pequeña, o al menos una sección transversal con una geometría que tiene una dimensión mínima relativamente pequeña. En este caso, de hecho, existe el riesgo de que el bloqueo de los conductores de barra provoque una flexión indeterminada de los mismos conductores de barra, lo cual en un método automatizado con la inserción simultánea de una pluralidad de conductores de barra en las ranuras conduciría al bloqueo del método y a la producción de trozos de conductor de barra sin posibilidad de reciclaje.

65 En vista de los límites antes mencionados, no es posible en la actualidad hacer estatores con un factor de relleno de ranura superior a un 80% (entendido como la relación entre la sección transversal del conductor de barra sin esmalte aislante y la sección transversal de la ranura sin lámina aislante) y, en particular superior al 85%, que tengan una longitud igual o superior a 100 mm y, en particular, superior a 150 mm y más aún superior a 200 mm, en particular pero no exclusivamente, si la sección transversal del conductor de barra tiene una geometría con dimensión mínima

(medida con inclusión de una posible esmalte aislante) inferior o igual a 3,3 mm y, en particular, inferior a 3,0 mm, por ejemplo, igual a 2,8-2,9 mm.

5 Por lo tanto, existe la necesidad de proporcionar un método para hacer un estator para una máquina eléctrica que sea capaz de poner remedio a los inconvenientes descritos anteriormente con referencia a la técnica anterior.

El objeto de la presente descripción es proporcionar un método que permita satisfacer la necesidad indicada anteriormente.

10 Este objeto se lleva a cabo por medio de un método para hacer un estator como generalmente se define en la primera reivindicación adjunta en su forma más general, y en las reivindicaciones dependientes en varias realizaciones particulares.

15 Un objeto adicional de la presente invención es el de proporcionar un aparato para hacer un estator y, en particular, un aparato para conferir estabilidad y regularidad de forma a las láminas aislantes preformadas de un estator, tal como se define en la reivindicación 6.

20 Un objeto adicional de la presente invención es el de proporcionar un estator con conductores de barra que tengan un elevado factor de relleno de ranura, tal como se define en la reivindicación 9.

La invención se entenderá mejor a partir de la siguiente descripción detallada de sus modos de realización, realizada como ejemplo y, por lo tanto, de ninguna manera limitativa en relación con el conjunto de dibujos, en los que:

25 La figura 1 muestra esquemáticamente una vista lateral de una realización de estator para máquina eléctrica, que comprende un núcleo de estator y un devanado de estator barras;

- la figura 2 muestra esquemáticamente una vista superior de una porción de un núcleo de estator, en la que se muestran dos ranuras que están destinadas a llenarse con láminas aislantes preformadas y conductores de barra;

30 - la figura 3 muestra esquemáticamente una vista superior de una porción del núcleo del estator, en la cual hay visibles dos ranuras que están llenas de láminas aislantes y conductores de barra;

- la figura 4 muestra un diagrama de flujo de un método para hacer el estator de la figura 1;

35 - la figura 5 muestra una vista en alzado frontal plana, con algunas partes seccionadas, de un aparato utilizable para el accionamiento de varias etapas del método de la figura 4;

- la figura 6 muestra una vista en planta en sección transversal de un detalle constructivo del aparato de la figura 5; y

40 - la figura 7 muestra una vista en planta en sección lateral del aparato de la figura 5.

En las figuras, los elementos equivalentes o similares se indican con las mismas referencias numéricas.

45 A los fines de la presente invención, por conductor de barra "plano" o "cuadrado" se entiende un conductor de barra que tiene cuatro lados sustancialmente planos, cada uno de ellos unido en lados adyacentes, típicamente mediante una esquina redondeada.

50 Por lo tanto, las palabras "plano" o "cuadrado" o palabras equivalentes utilizadas para la descripción de la sección transversal de un conductor de barra se utilizan en un sentido general y no deben interpretarse para excluir el hecho de que dichos conductores de barra tengan esquinas significativamente redondeadas que unen los lados sustancialmente planos. La expresión "conductor plano" se entiende en el sentido de que el conductor tiene dos lados opuestos, cuya distancia es superior a la distancia entre los dos lados opuestos restantes. A los fines de la presente descripción, la expresión "conductor rectangular" se entiende como generalización de conductor plano y conductor cuadrado, siendo el conductor cuadrado un caso especial de conductor rectangular en el que los cuatro  
55 lados tienen las mismas dimensiones.

60 Con referencia a las figuras, un estator está indicado en su totalidad con 1, comprendiendo dicho estator un núcleo de estator 2. Por ejemplo, el estator 1 es el estator para una máquina eléctrica, tal como un motor eléctrico, por ejemplo, para un vehículo de accionamiento eléctrico o híbrido.

65 Está claro que tal estator también se puede utilizar en una máquina eléctrica empleada como un generador o emplearse para llevar a cabo, alternativamente, la función del motor y la función de generador. Sólo el estator de tal máquina eléctrica fue representado en las figuras adjuntas, ya que se considera que las partes restantes de una máquina eléctrica o, en general, de un vehículo de accionamiento eléctrico o híbrido son ampliamente conocidas por un experto en la técnica.

De una manera conocida por sí misma, el núcleo del estator 2 comprende un cuerpo laminado tubular principal hecho, por ejemplo, de un material magnético, que se extiende axialmente (eje Z-Z) entre dos caras opuestas 3,4.

5 El cuerpo principal del núcleo del estator 2 comprende una pluralidad de ranuras 8 que se extienden axialmente en el grosor del cuerpo principal y que están adaptadas para recibir los conductores de barra rectangulares 5, 5', 5", que en conjunto forman al menos un devanado de estator de barras. De acuerdo con un modo de realización, los conductores de barra rectangulares 5, 5', 5" están superficialmente cubiertos con una capa de material aislante, tal como, por ejemplo, un esmalte de resina aislante.

10 De acuerdo con un modo de realización, los conductores rectangulares de barras 5, 5', 5" comprenden un primer conjunto de conductores estándar 5, que son conductores de barra en forma de U (también llamados "conductores de horquilla") y un segundo conjunto de conductores especiales 5', 5", que comprenden, por ejemplo, terminales 5' o conexiones volantes 5". Los conductores en forma de U tienen una porción plegada 6 que sobresale de una cara 3 del núcleo del estator 2, o cara de inserción 3, y dos porciones de extremo libre 7 que sobresalen de la otra cara 4 del núcleo del estator 2, o de la cara de soldadura 4.

La distancia entre las dos caras 3,4 define la altura H<sub>s</sub> o la extensión axial del núcleo del estator. De acuerdo con un modo de realización, esta altura H<sub>s</sub> es igual o superior a 100 mm. De acuerdo con un modo de realización adicional, esta altura H<sub>s</sub> es igual o superior a 150 mm, tal como, por ejemplo, igual a aproximadamente 160 mm. De acuerdo con una realización adicional, esta altura H<sub>s</sub> es igual o superior a 200 mm.

Lo descrito hasta ahora es conocido por el experto en la técnica del campo y, por lo tanto, no se detallará más.

25 De acuerdo con un modo de realización, los conductores de barra 5, 5', 5" mencionados son conductores de cobre y son conductores planos, de modo que tienen un par de caras opuestas que son distantes entre sí más que la distancia entre los dos lados opuestos restantes.

30 De acuerdo con un modo de realización, los conductores de barra rectangulares tienen una sección transversal con una geometría que tiene la dimensión mínima (también incluida la posibilidad de esmalte aislante) inferior o igual a 3,5 mm. De acuerdo con una realización, esta dimensión mínima (también incluida la posibilidad de esmalte aislante) es inferior o igual a 3,0 mm. Por ejemplo, dicha dimensión mínima (también incluida la posibilidad de esmalte aislante) es igual a 2,9 mm o 2,8 mm. En el caso de conductores de barra rectangulares, esto implica que al menos dos lados opuestos de dichos conductores tienen un espesor comprendido en el intervalo antes mencionado y los dos lados opuestos restantes tienen tamaños arbitrarios, que pueden estar comprendidos o no comprendidos en el intervalo mencionado anteriormente.

40 Con referencia a las figuras 2 y 3, cada ranura 8 del núcleo del estator 2 está atravesada por al menos uno de los conductores de barra 5, 5', 5" antes mencionados y aloja una lámina 10, o funda 10, hecha de material aislante. Como es conocido para un experto en la técnica, las características de esa lámina aislante 10 se seleccionan convenientemente en relación con la energía eléctrica en juego y en relación con la temperatura de funcionamiento.

45 De acuerdo con un posible modo de realización de ejemplo y no limitativo, la lámina aislante es una lámina de múltiples capas que comprende dos capas TufQUIN™ (3M™) que están acopladas, por ejemplo, pegadas, a las dos caras opuestas de una lámina de poliéster central.

De acuerdo con un posible modo de realización, las ranuras 8 son de tipo abierto, es decir, tienen una abertura 9 orientada hacia el interior del cuerpo tubular principal del núcleo 2.

50 De acuerdo con un modo de realización específico y no limitativo seleccionado de entre las muchas posibilidades, cada ranura 8 está atravesada por al menos un par de conductores de barra rectangulares 5, 5', 5" y cada ranura aloja una lámina de material aislante con una sección transversal en forma de S. De acuerdo con un modo de realización, como se muestra en la figura 3, si los conductores de barra son planos, los dos conductores de barra dentro de una misma ranura están alineados a lo largo de su respectivo lado corto.

55 Si cada una de las ranuras 8 está cruzada por más de dos conductores de barra 5, 5', 5", es posible proporcionar para la inserción más de una lámina aislante preformada en forma de S 10 para cada ranura 8, por ejemplo, una lámina aislante preformada en forma de S 10 para cada par de conductores de barra que atraviesan la ranura 8. En una realización alternativa no mostrada en las figuras, es posible, por ejemplo, insertar una única lámina aislante en una única lámina aislante preformada en forma de U, incluso en la presencia de más de un par de conductores de barra en la ranura 8, en la que dicha lámina aislante está por lo tanto concebida para el aislamiento de los conductores de barra desde las paredes internas de una ranura, pero no para aislar los conductores de barra entre sí, que se alojan dentro de una misma ranura. En este caso, dichos conductores claramente estarán equipados con un forro de aislamiento externo adecuado.

65 En modos de realización adicionales, no representados en las figuras, es posible proporcionar que las láminas aislantes preformadas 10 insertadas en las ranuras tengan una sección transversal que, en lugar de tener forma de

"S", tengan forma de anillo, forma de "C", forma de "Z", etc.

A los fines de la presente descripción, por lámina aislante preformada se entiende una lámina aislante que se sometió antes de la inserción en la ranura a un método de fabricación adaptado para conferir a la lámina una forma que es diferente de la forma plana o aproximadamente plana. Los métodos de fabricación del tipo antedicho son conocidos para un experto en la técnica y generalmente son tales que proporcionan operaciones de plegado de las láminas aislantes adaptadas para conferirlas, a partir de una forma plana o aproximadamente plana, una forma de "S", "C", "U" y "Z", etc. Por forma aproximadamente plana, se entiende una forma diferente de una forma exactamente plana, tal como, por ejemplo, una forma ligeramente curvada, que la lámina aislante puede adoptar, por ejemplo, debido al almacenamiento de esta última como parte de una cinta enrollada alrededor de un soporte.

En la figura 4 se muestra el diagrama de flujo simplificado de un modo de realización del método 20 para hacer un estator 1, tal como se describe anteriormente.

El método 20 comprende una etapa de predisposición 21 de un devanado de estator de barras formado por conductores de barra 5, 5', 5" destinado a ser insertado en el interior de las ranuras 8 del núcleo del estator 2. De una manera conocida por sí misma, la etapa de predisposición 21 comprende las operaciones de preformado de los conductores de barra, inserción de estos en un dispositivo de formado y enroscado de los conductores de barra por medio del dispositivo de formado. De una forma conocida por sí misma, la etapa de predisposición 21 comprende una operación de extracción de todos los conductores de barra juntos del dispositivo de formado, como un ejemplo no limitativo a través de un dispositivo de extracción y un dispositivo de pinza de agarre, tal como se describe en la solicitud de patente US 2009/0265909.

El método 20 también comprende una etapa 22 de inserción de al menos una lámina aislante preformada 10 (por ejemplo, preformada en forma de "S", preformada en forma de "U", preformada en forma de "Z", etc.) dentro de al menos una de las ranuras 8. De acuerdo con un modo de realización preferido, la etapa de inserción 22 comprende una etapa de inserción de forma simultánea o secuencial, en el interior de todas las ranuras 8, de al menos una respectiva lámina aislante preformada 10.

El método 20 también comprende una etapa 25 de conformación en caliente, dentro de la ranura 8, de dicha al menos una lámina aislante preformada 10, a lo largo de toda la extensión axial de la ranura 8 o a lo largo de una porción sustancial de la misma. A los fines de la presente descripción, por porción sustancial se entiende una porción de longitud superior o igual al 75% de la profundidad de la ranura. Preferiblemente, la etapa 25 mencionada anteriormente de conformación en caliente se lleva a cabo de forma simultánea para todas las láminas aislantes preformadas 10 insertadas dentro de las ranuras 8 del núcleo del estator 2.

A los fines de la presente descripción, por conformación en caliente de una lámina aislante preformada 10 dentro de la ranura 8 se entiende una operación tal como para modificar la forma de la lámina aislante preformada 10 después de la inserción de esta última en la ranura 8, para conferirle una forma deseada y estabilizada. En otras palabras, la etapa 25 de conformación en caliente tiene como objetivo conferir una cierta estabilidad y regularidad de forma a la lámina aislante preformada 10, de tal manera que esta última adquiera, dentro de la ranura 8 respectiva, un perfil que optimice esencialmente el espacio residual dentro de la ranura 8 para facilitar la inserción de los conductores de barra 5, 5', 5". Dicha optimización tiene como objetivo mejorar la adherencia de la lámina aislante 10 a las paredes internas de la ranura 8 y/o crear pliegues precisos en la lámina aislante 10 y/o aplanar posibles irregularidades en la superficie de la lámina aislante 10. Se observa que mediante el accionamiento ventajoso de la operación de conformación en caliente antes mencionada dentro de la ranura, es posible tener las paredes internas de la ranura 8 que actúan como un tope durante dicha operación.

De acuerdo con un modo de realización, la etapa de conformación en caliente 25 comprende una operación de presión de al menos una lámina aislante preformada 10 citada anteriormente dentro de la ranura 8 respectiva mediante la inserción dentro de esta última, de una herramienta de conformación precalentada 53 y la posterior retirada de la misma. Durante dicha inserción y posterior retirada, existe por lo tanto un deslizamiento de la herramienta de conformación en caliente 53 en una superficie libre de la lámina aislante 10, con un tope contra las paredes internas de la ranura 8, con el objetivo de optimizar el perfil de la forma de la lámina aislante preformada 10 dentro de la ranura 8. De acuerdo con un modo de realización, antes de la etapa de conformación en caliente 25, el método 20 comprende una etapa 23 de precalentamiento de la herramienta de conformación 53 a una temperatura igual o superior a 120 °C, y preferiblemente igual o superior a 150 °C.

De acuerdo con un modo de realización, la herramienta de conformación 53 comprende al menos una barra 53 y la etapa de conformación en caliente comprende una operación de inserción de la barra 53 dentro de una ranura respectiva, haciendo que la barra 53 se mueva hacia delante con respecto al núcleo del estator 2 y una operación posterior de liberación de la ranura 8 de la barra 53, haciendo que la barra se mueva hacia atrás con respecto al núcleo del estator 2.

De acuerdo con un modo de realización preferido y no limitativo, la barra 53 tiene una longitud igual o superior a la profundidad de extensión axial de la ranura 8 y tiene como objetivo ser insertada en la ranura 8 en el lado de

inserción 3, con el fin de cruzar a través de la ranura 8 y llegar a una posición de parada final en la que una porción de extremo libre de la barra 53 sobresalga más allá de la cara de soldadura 4 del núcleo del estator 2. Claramente, en este caso la conformación en caliente se produce a lo largo de toda la extensión de la ranura 8.

- 5 De acuerdo con un modo de realización, si la ranura 8 está destinada a alojar varios conductores de barra 5, 5', 5" del devanado del estator y si la lámina aislante preformada 10 tiene uno o más divisores intermedios 11 (como ocurre, por ejemplo, cuando se utiliza una lámina aislante preformada con perfil transversal en forma de "S" - Fig. 3), la herramienta de conformación 53 comprende un número de barras 53 igual al número de conductores de barra 5, 5', 5" destinados a ser alojados dentro de la misma ranura 8. Por ejemplo, si cada ranura 8 está destinada a alojar
- 10 dos conductores de barra 5, 5', 5" y se proporciona una lámina aislante preformada 10 con perfil transversal esencialmente en forma de S, la herramienta de conformación en caliente 53, como en el modo de realización representado, comprenderá dos barras 53 destinadas a insertarse de manera simultánea dentro de una misma ranura 8.
- 15 De acuerdo con un modo de realización preferido, el método 20 comprende una etapa 24 de ensanchamiento de una porción de extremo 10' de la lámina aislante 10 que sobresale del núcleo del estator 2, desde el lado de un extremo axial de dicho núcleo, y preferiblemente desde el lado de la cara de inserción 3. La etapa de ensanchamiento 24 comprende una operación de inserción de un elemento de ensanchamiento cónico 54 dentro de dicha porción de extremo saliente 10'. Más preferiblemente, con referencia a la figura 6, la herramienta de
- 20 conformación 53 se recibe de forma deslizante dentro de un asiento de alojamiento hueco 55 que termina con el elemento de ensanchamiento cónico 54, que por lo tanto es un elemento de ensanchamiento cónico y hueco 54 equipado con una abertura final previsto para ser atravesado por el útil de conformación 53. De acuerdo con un modo de realización, el elemento de ensanchamiento 54 es un elemento convenientemente precalentado. Además, también está claro de que la etapa de ensanchamiento 24 puede llevarse a cabo de forma simultánea para todas las
- 25 láminas aislantes 10 alojadas en el núcleo del estator 2, mediante la ejecución de tal etapa a través de una formación circular que comprende una pluralidad de elementos de ensanchamiento cónicos 54.

La etapa de ensanchamiento 24 puede ejecutarse antes de la etapa de conformación en caliente 25 o, de acuerdo con un modo de realización preferido, al mismo tiempo o al menos con el tiempo parcial superpuesto con la etapa de conformación en caliente 25. En el último modo de realización, con referencia a la figura 5, de hecho se observa que es posible, por ejemplo, hacer que las herramientas de conformación 53 se deslicen dentro del asiento 55 mientras que el elemento de ensanchamiento cónico 54 está apoyado sobre la porción saliente 10' de la lámina aislante 10.

Volviendo al diagrama de flujo de la figura 4, de acuerdo con un modo de realización, después de la etapa de conformación en caliente 25, el método 20 comprende una etapa de inserción de 26 de todos los conductores de barra 5, 5', 5" dentro de las respectivas ranuras, de la forma preestablecida en la etapa de predisposición 21. Debido al hecho de que hay una etapa de conformación en caliente de la lámina aislante 10 en la ranura 8, se podrá apreciar, como ya se ha previsto, que la etapa de inserción 26 se ve facilitada; dicha etapa también es posible con conductores de barra de una longitud relativamente alta y una sección transversal relativamente baja. Al mismo tiempo, la etapa de inserción es tal como para obtener un elevado factor de relleno de las ranuras 8.

De acuerdo con un modo de realización, el método 20 comprende una etapa posterior de plegado y soldadura 27 de porciones de extremo de los conductores de barra que sobresalen más allá de la cara de soldadura 2 del núcleo del estator 2. Esta etapa 27 es conocida por sí misma para un experto en la técnica y, por esta razón, no será necesario detallarla más en este documento.

Con referencia a las figuras 5-7, se describirá un modo de realización de un aparato 50 para hacer un estator y, en particular, un aparato de conformación 50 para la estabilización forma de al menos una lámina aislante preformada, por medio del cual puede llevarse a cabo la etapa de conformación en caliente 25 de las láminas aislantes preformadas después de la inserción del mismo en el núcleo del estator. De acuerdo con el modo de realización que se describirá, el aparato de conformación 50 es tal que también lleve a cabo las etapas de precalentamiento 23 y ensanchamiento 24 descritas anteriormente.

El aparato 50 comprende una carcasa tubular 52 adaptado para alojar las herramientas de conformación en caliente 53. La carcasa tubular 52 está, por ejemplo, integrada con una placa de soporte 51 proporcionada para suspender el aparato 50 en un brazo o travesaño de soporte (no mostrado en las figuras), por ejemplo móvil verticalmente (a lo largo de eje Z-Z) con respecto a una superficie de apoyo y de trabajo 60. La carcasa tubular 52 en particular aloja una pluralidad de pares de barras de conformación en caliente 53 dispuestas en círculo alrededor de un eje de trabajo z1 del aparato 50. El eje de trabajo z1 en el funcionamiento del aparato 50 está alineado con el eje Z-Z del núcleo del estator 2. En el modo de realización, cada par de barras de conformación en caliente 51 comprende una primera y una segunda barra 52, cerca de la otra y radialmente alineadas.

Las barras de conformación en caliente 53 están integradas con una misma placa de soporte 56 que es móvil axialmente a lo largo del eje de trabajo z1 por medio de un motor lineal, que puede ser eléctrico, neumático o hidráulico, y que comprende un pistón deslizante 57 y un rodillo 58.

- Las barras de conformación en caliente 53 están alojadas en un asiento de alojamiento 55 que se calienta de forma operativa mediante un elemento de calefacción distribuido 59 previsto en el equipo 20. Por lo tanto, cuando las barras 53 están alojadas en el asiento de alojamiento 55, éstas se precalientan debido al elemento de calentamiento distribuido 59. Por ejemplo, tales barras se llevan a una temperatura igual o superior a 120 °C, y por ejemplo a una
- 5 temperatura comprendida entre 120 °C y 160 °C y preferiblemente igual a 150 °C. Sin embargo, se observa que la temperatura representa un parámetro de diseño que puede ser configurado por un experto en la técnica basándose en las características de la lámina aislante preformada 10, con el fin de obtener el efecto de conformación en caliente deseado.
- 10 Una vez que se ha alcanzado una temperatura de funcionamiento deseada, las barras de conformación 52, por medio del motor 57, 58, se pueden mover axialmente en un grupo para penetrar de manera deslizante en el interior de las ranuras respectivas 8 del núcleo del estator 2. Esto con el fin de llevar a cabo la etapa de conformación en caliente 25 de las láminas aislantes preformadas 10 ya descrita anteriormente.
- 15 A partir de los resultados de las pruebas experimentales llevadas a cabo, se observa que no es necesario que las barras de conformación 53 permanezcan durante mucho tiempo en el interior de las ranuras 8. En lugar de eso, una breve parada en las ranuras 8 es suficiente (por ejemplo, del orden de 0,5 - 2 segundos y preferiblemente igual a 1 segundo) después de la inserción y antes de la extracción de las barras de conformación 53.
- 20 El aparato 20 puede estar convenientemente equipado con al mes una matriz circular que comprenda una pluralidad de elementos de ensanchamiento tubulares y cónicos 50 que puedan ser atravesados por las barras de conformación 53 con el fin de ensanchar las porciones de extremo que sobresalen 10' de las láminas aislantes 10, con el fin de llevar a cabo, con un mismo aparato 50, tanto la etapa de ensanchamiento 24 como la etapa de conformación en caliente 25 en la ranura. También es posible prever de manera ventajosa que el elemento de calentamiento distribuido 59 también se emplee para el calentamiento de los elementos de ensanchamiento cónicos tubulares 54.
- 25
- Por último, con referencia a la figura 7, se observa que el aparato 20 puede estar provisto de una superficie de soporte y de trabajo 60 adaptada para sostener el núcleo del estator 20 en el tope. De una manera conocida por sí misma, dicha superficie 60 puede ser una superficie de giro alrededor de un eje vertical z2 y el aparato 20 puede constituir de manera indiscriminada parte de la máquina específica o, alternativamente, puede representar uno de una pluralidad de estaciones de trabajo separados angularmente unas de otras. En tales estaciones, el núcleo del estator 2 puede soportarse mediante la rotación de la superficie 60 con el fin de someterse a varias etapas de trabajo separadas.
- 30
- 35 Las pruebas en el campo han demostrado que a través de un método y un aparato como el descrito anteriormente, es posible alcanzar plenamente los objetivos preestablecidos, ya que es posible hacer estatores que tengan una altura (eje ZZ), o incluso una "extensión axial" que sea relativamente alta y, al mismo tiempo que se caracterice por un elevado factor de relleno de ranura, ya que a través de la conformación en caliente de las láminas aislantes preformadas en la ranura, es posible: estabilizar la forma y optimizar el perfil de las láminas aislantes preformadas directamente en el ranuras, y facilitar la inserción de los conductores de barra 20 en las ranuras 8.
- 40
- En particular, por medio de ensayos sobre el terreno, se hizo un estator:
- 45 - con un núcleo de estator que tiene una altura igual o superior a 100 mm;
- en el cual el factor de relleno de las ranuras 9, entendido como la relación entre la sección transversal de una ranura sin lámina aislante 10 y la sección conductora de la electricidad total de al menos un conductor de barra alojado en su interior, es igual o superior al 80%.
- 50 En particular, se logró un estator del tipo mencionado anteriormente, cuya altura es igual o superior a 150 mm, y en particular igual o superior a 200 mm.
- 55 En particular, se logró un estator del tipo anteriormente mencionado en el que el factor de relleno es igual o superior a 85%.
- 60 En particular, se logró un estator del tipo anteriormente mencionado en el que el conductor de barra tiene una sección transversal con una geometría que tiene una dimensión mínima inferior o igual a 3,5 mm y en particular es inferior o igual a 3 mm.
- Por supuesto, un experto en la técnica puede realizar numerosas modificaciones y variantes del método y aparato descritos anteriormente con el fin de satisfacer necesidades específicas y contingentes; todas las modificaciones y variantes están contenidas además en el ámbito de protección de la invención como se define por las siguientes reivindicaciones.

**REIVINDICACIONES**

1. Método (20) para hacer un estator (1) de una máquina eléctrica, comprendiendo el estator un núcleo de estator (2), comprendiendo el núcleo de estator (2) un cuerpo principal y una pluralidad de ranuras (8) que se extienden axialmente dentro del cuerpo principal y están adaptadas para recibir conductores de barra (5, 5', 5") de un devanado de estator de barras, comprendiendo el método (20) las etapas de:
- insertar (23) al menos una lámina aislante preformada (10) en el interior de al menos una respectiva ranura (8) de dicha pluralidad de ranuras (8);
  - conformar en caliente (26) la lámina aislante preformada (10) dentro de la respectiva ranura (8), a lo largo de toda la extensión axial de la ranura (8) o a lo largo de una porción sustancial de la misma, con el fin de conferir estabilidad y regularidad de forma a dicha lámina aislante preformada (10).
2. Método (20) según la reivindicación 1, en el que la etapa de conformación en caliente (25) comprende una operación de presión de la lámina aislante preformada (10) dentro de la ranura (8) contra las paredes de la ranura (8) por medio de la inserción de una herramienta de conformación precalentada (53) dentro de la ranura y la posterior retirada de dicha herramienta.
3. Método (20) según la reivindicación 2, que comprende una etapa de precalentamiento de la herramienta de conformación (53) a una temperatura igual o superior a 120°.
4. Método (20) según las reivindicaciones 2 o 3, en el que la herramienta de conformación (53) comprende al menos una barra (53) adaptada para ser insertada axialmente en una respectiva ranura (8).
5. Método (20) según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende además una etapa de ensanchamiento (24) de una porción de extremo (10') de dicha lámina aislante (10) que sobresale del núcleo del estator, comprendiendo la etapa de ensanchamiento (24) una operación de inserción de un elemento de ensanchamiento cónico (54) dentro de dicha porción de extremo saliente, y en el que la herramienta de conformación (53) se recibe de forma deslizante dentro de un asiento (55) que termina con dicho elemento de ensanchamiento cónico (54), comprendiendo la etapa de conformación una operación para hacer que dicho elemento se deslice en el interior de dicho asiento.
6. Aparato (50) para hacer un estator (1), comprendiendo el estator un núcleo de estator (2), comprendiendo el núcleo de estator un cuerpo principal y una pluralidad de ranuras (8) que se extienden axialmente en el grosor del cuerpo principal y están adaptadas para recibir conductores de barra (5, 5', 5") de un devanado del estator, alojando dicha ranura (8) al menos una respectiva lámina aislante preformada (10), en el que el aparato (50) comprende al menos una herramienta de conformación en caliente (53) adaptada para ser insertada al menos parcialmente dentro de una respectiva ranura (8) con el fin de ser retirada posteriormente de la misma para permitir una posterior inserción en la misma de al menos un respectivo conductor de barra (5, 5', 5").
7. Aparato (50) según la reivindicación 6, en el que la herramienta de conformación en caliente (53) comprende al menos una barra axialmente insertable dentro de dicha ranura.
8. Aparato (50) según la reivindicación 6, que comprende al menos un elemento de ensanchamiento cónico (54) adaptado para ensanchar una porción de extremo (10') de la lámina aislante (10) que sobresale fuera del núcleo del estator y en el que el elemento de ensanchamiento cónico (54) comprende una abertura de extremo que puede ser atravesada por la herramienta de conformación (53).
9. Estator (1) de una máquina eléctrica que comprende:
- un devanado de estator de barras que comprende una pluralidad de conductores de barra (5, 5', 5");
  - un núcleo de estator (2) que tiene una pluralidad de ranuras (8), cada una de ellas alojando al menos un respectivo conductor de barra (5, 5', 5") y al menos una respectiva lámina aislante (10), siendo dicha lámina aislante conformada en calor dentro de la respectiva ranura (8) a lo largo de toda la extensión axial de la ranura (8) o a lo largo de una porción sustancial de la misma, extendiéndose el núcleo de estator (2) axialmente en altura entre una primera cara (3) y una segunda cara (4) opuestas entre sí;
- caracterizado porque:
- dicha altura es igual o superior a 100 mm;
  - el factor de relleno de las ranuras (8), concebido como la relación entre la sección transversal de una ranura sin la lámina aislante (10) y la sección conductora de la electricidad total de al menos un conductor de barra alojado en la misma, es igual o superior al 80%.

10. Estator (1) según la reivindicación 9, en el que dicha altura es igual o superior a 150 mm.
- 5 11. Estator (1) según las reivindicaciones 9 o 10, en el que el factor de relleno es igual o superior al 85%.
12. Estator (1) según una cualquiera de las reivindicaciones 9 - 10, en el que el conductor de barra tiene una sección transversal con una geometría que tiene una dimensión mínima inferior o igual a 3,5 mm.
- 10 13. Estator (1) según la reivindicación 12, en el que dicha dimensión mínima es inferior o igual a 3 mm.
14. Motor y/o generador eléctrico que comprende un rotor, caracterizado porque comprende un estator (1) según una cualquiera de las reivindicaciones 9 - 13.
- 15 15. Vehículo de accionamiento eléctrico o híbrido, que comprende un motor y/o generador eléctrico según la reivindicación 14.

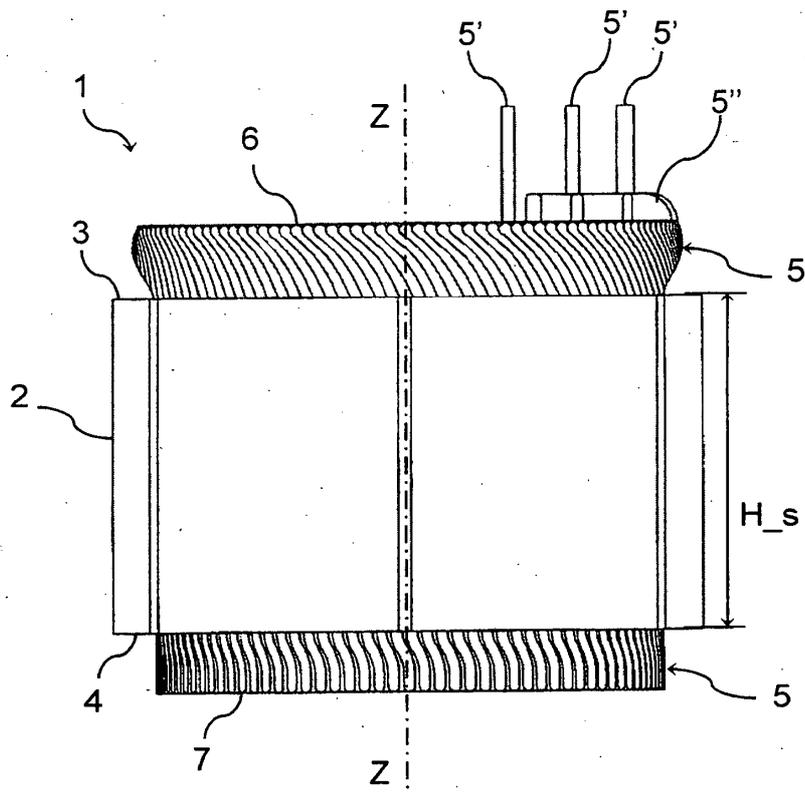


FIG. 1

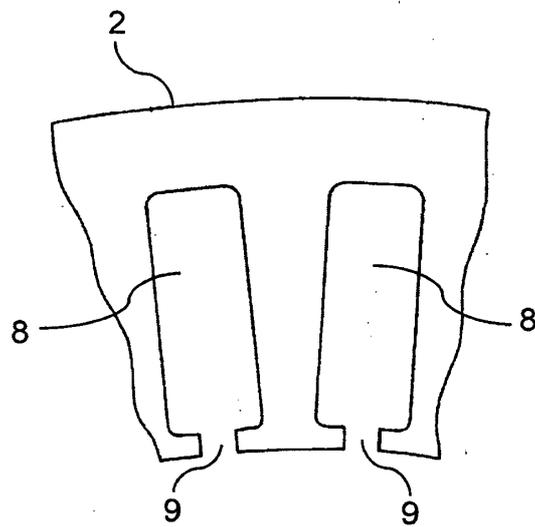


FIG. 2

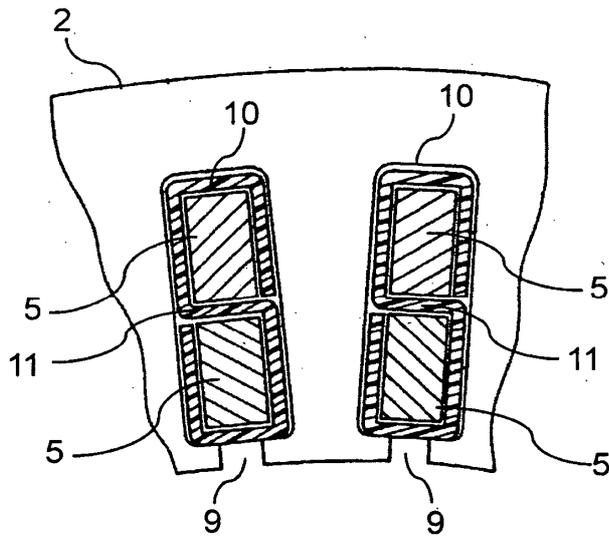


FIG. 3

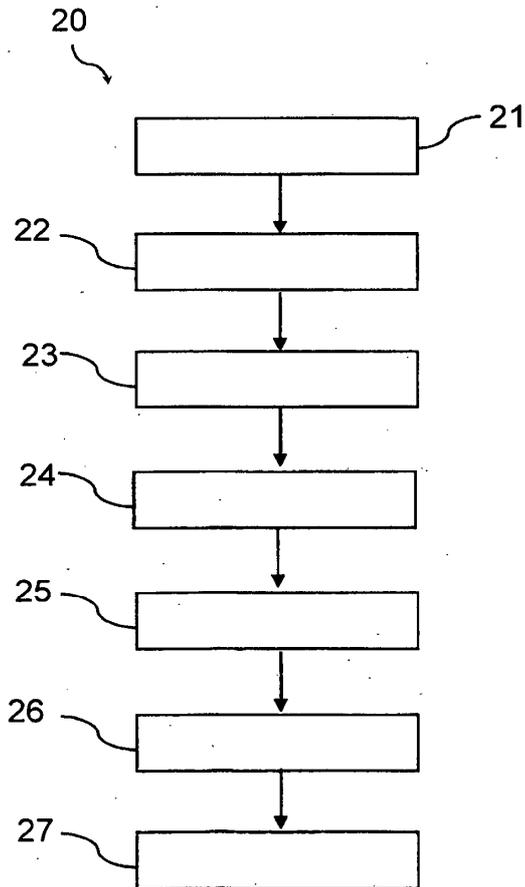


FIG. 4

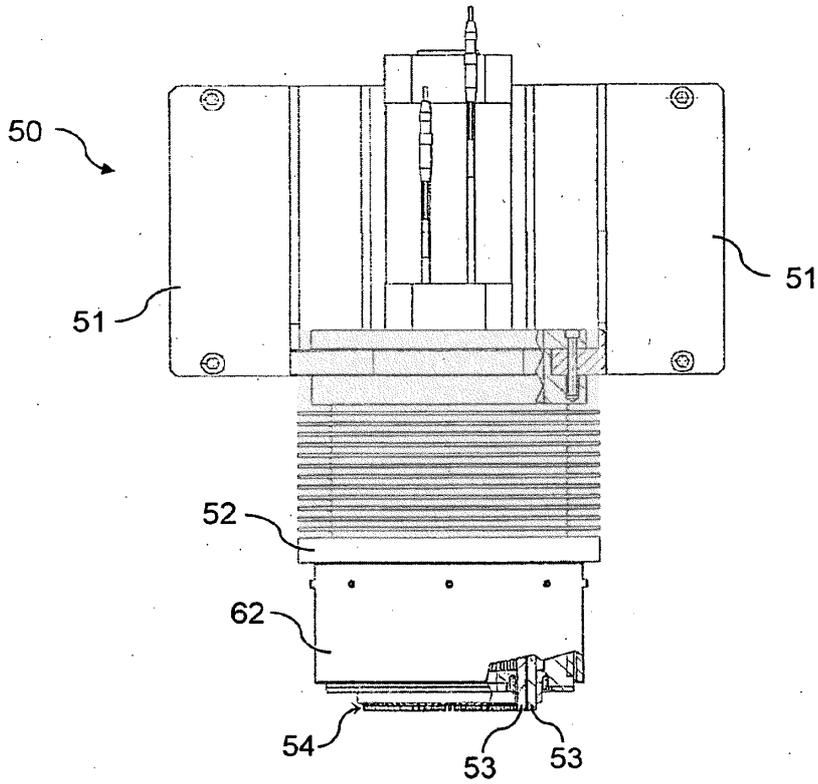


FIG. 5

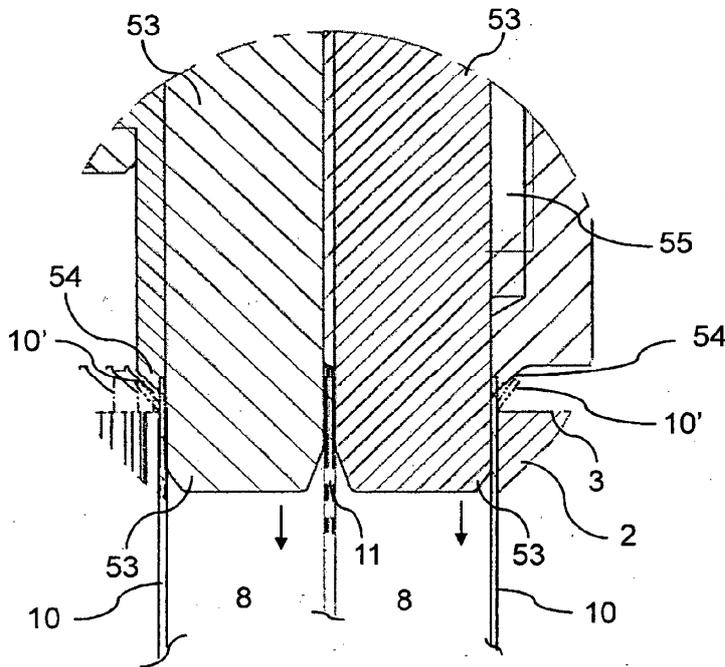


FIG. 6

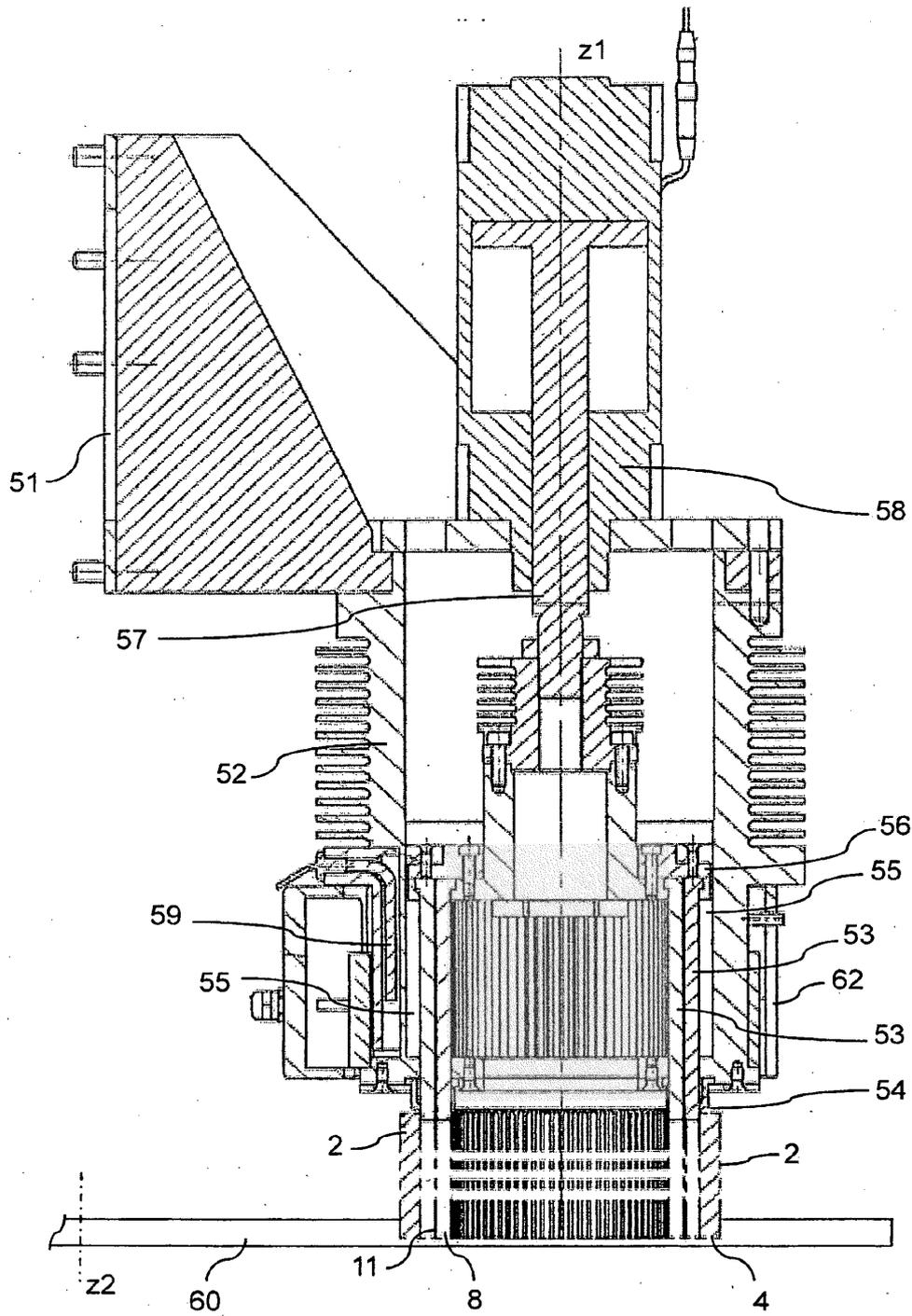


FIG. 7