

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 399 454**

51 Int. Cl.:

H02K 3/12 (2006.01)

H02K 3/50 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.09.2008 E 08016467 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.12.2012 EP 2166645**

54 Título: **Grupo de tres devanados de estator para un estator de una máquina eléctrica, disposición de estator, generador y turbina eólica**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
01.04.2013

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

STIESDAL, HENRIK

74 Agente/Representante:

ZUAZO ARALUZE, Alexander

ES 2 399 454 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

Grupo de tres devanados de estator para un estator de una máquina eléctrica, disposición de estator, generador y turbina eólica.

5 La invención se refiere a un grupo de tres devanados de estator para un estator de una máquina eléctrica. La invención se refiere también a una disposición de estator que comprende tales devanados de estator, a un generador, por ejemplo un generador de accionamiento directo para una turbina eólica, que comprende un estator de este tipo así como a una turbina eólica que comprende un generador de este tipo.

En máquinas eléctricas grandes o generadores es común usar un denominado devanado de doble capa. Este tipo de devanado tiene el beneficio de que todas las bobinas son idénticas y las bobinas son fáciles de fabricar.

10 Sin embargo, en máquinas eléctricas con un gran número de polos y un paso de polo pequeño los devanados de doble capa tradicionales pueden ser difíciles de montar porque una inserción de una última bobina dentro de las ranuras dedicadas requiere levantar temporalmente una primera bobina fuera de las ranuras mientras se completa el devanado de la bobina, de modo que la última bobina pueda insertarse por debajo de la parte retirada temporalmente de la primera bobina.

15 Además, para una máquina eléctrica seccionada los devanados de doble capa requieren bobinas que se conectan a través de la unión de secciones.

20 Es posible realizar devanados de una sola capa que no requieren la retirada de las primeras bobinas insertadas cuando se insertan las últimas bobinas en un estator. Es posible también realizar devanados de una sola capa que no tienen que cruzar uniones de secciones. Por consiguiente, los devanados de una sola capa pueden ser ventajosos para máquinas eléctricas grandes.

Los devanados de una sola capa requieren normalmente tanto salientes de devanado en el plano como fuera de plano. Estos salientes de devanado se denominan también devanados de extremo o cabezas de devanado.

25 Es posible realizar un devanado de una sola capa que no tenga que cruzar la unión de secciones de un estator seccionado, pero cuando se usa tecnología de una sola capa conocida esto conduce a salientes de devanado grandes que ocupan un espacio grande en los extremos del paquete de estator y consumen cantidades grandes de cobre para el devanado.

30 El documento US 5.619.787 A da a conocer un método para montar secciones de conductor sobre una armadura de estator de una máquina dinamoeléctrica. Se dan a conocer diversas formas de secciones de cabeza de devanado de devanados. Por ejemplo se dan a conocer cabezas de devanado curvadas de un devanado, en el que el devanado forma la mitad de un lazo entre dos ranuras de estator.

35 El documento JP 61185045 A da a conocer un devanado de estator polifásico de devanado coaxial de una sola capa. Particularmente se da a conocer una cabeza de devanado formada específicamente de un devanado de estator para evitar que el devanado cruce los lazos de extremo de los devanados. Se muestra un devanado que comprende cabezas de devanado curvadas, en el que las cabezas de devanado tienen al menos cinco secciones que discurren ortogonales las unas con respecto a las otras hasta que se forma la mitad de un lazo de la sección de devanado.

Es por tanto un objeto de la presente invención proporcionar un grupo de devanados de estator, una disposición de estator, un generador así como una turbina eólica de tal manera que los salientes de devanado consuman menos cobre.

40 El objeto de la invención se consigue por la invención mediante un grupo de tres devanados de estator con características según la reivindicación 1, una disposición de estator con características según la reivindicación 11, mediante un generador con características según la reivindicación 12, y mediante una turbina eólica con características según la reivindicación 13.

Pueden encontrarse realizaciones ventajosas en las reivindicaciones dependientes.

45 De manera más específica, la parte de la sección de cabeza de devanado primera y/o segunda, que es la combinación de la rotación y la traslación puede tener sustancialmente simetría axial helicoidal.

Adicionalmente este eje es sustancialmente perpendicular a un plano de las ranuras de devanado.

50 La invención es ventajosa en particular porque la longitud global de todos los devanados y por tanto también de las bobinas puede mantenerse en una longitud mínima que da como resultado una reducción de material para los devanados, especialmente cobre. Además, esto da como resultado también una reducción de peso, por ejemplo de un par de cientos de kilogramos en un generador grande, por ejemplo en una turbina eólica.

Adicionalmente la invención permite reducir la extensión axial de las cabezas de devanado de modo que el estator

que incluye los devanados tendrá una dimensión axial menor. Esto puede reducir la dimensión del alojamiento de la máquina eléctrica y también el peso global de la máquina eléctrica.

5 Además, la invención permite ventajosamente tener las tres bobinas con sustancialmente la misma longitud y por tanto tener todas la misma resistencia. Esto es cierto para los tres devanados pero particularmente también para las tres bobinas que comprenden cada una una pluralidad del mismo número de devanados. Esto entonces también da como resultado que las tres bobinas consumen la misma corriente.

10 Ventajosamente los tres devanados representan las tres fases en una máquina eléctrica con un polo por ranura por fase y están dispuestos con igual paso angular y, en cuanto a la distancia entre la primera y la segunda ranura de devanado, con un paso de tres pasos de ranura de devanado. Esto quiere decir que entre la primera y la segunda ranura de devanado de un primer devanado y entre la segunda ranura de devanado de un primer devanado hasta la primera ranura de devanado de otro devanado que pertenece a la misma bobina que representa una fase, existen dos aberturas de ranura de devanado que se llenarán con dos devanados adicionales que pertenecen a dos bobinas adicionales para las otras dos fases.

15 Además, ventajosamente la invención se refiere a devanados de una sola capa de estator de modo que sólo se montará un devanado en una ranura de devanado.

Los devanados de estator pueden formarse previamente de manera que la sección transversal de un devanado será sustancialmente rectangular. La sección transversal de los devanados puede ser la misma por todo el del lazo del devanado.

20 Las cabezas de devanado pueden estar dispuestas de de manera que los devanados no se tocan entre sí cuando se montan en ranuras de devanado adyacentes.

25 La invención mencionada anteriormente define una primera cabeza de devanado que se extiende en una dirección axial del estator. Obviamente para cerrar el lazo también está presente una segunda cabeza de devanado que se extiende en la otra dirección axial del estator. En una realización preferida, la segunda cabeza de devanado tiene la misma dimensión y estructura que la primera cabeza de devanado, teniendo posiblemente simetría de reflexión y/o simetría puntual con respecto a la primera cabeza de devanado.

Además, al menos uno de los tres devanados de estator puede tener en sí mismo simetría de reflexión, siendo el eje de simetría paralelo a las ranuras de devanado, incluyendo también la primera y la segunda cabeza de devanado.

Una forma ventajosa para un ejemplo de las cabezas de devanado se explicará más adelante con respecto a un dibujo esquemático.

30 El objeto de la presente invención se consigue también por la invención mediante una disposición de estator que comprende el grupo de devanados tal como se describió anteriormente, mediante un generador que comprende una disposición de estator de este tipo y una turbina eólica que comprende un generador de este tipo.

La invención se explicará a continuación con más detalle con referencia a los dibujos esquemáticos, en los que la figura 1 muestra tres cabezas de devanado de tres devanados.

35 La figura 1 muestra una sección tridimensional de un estator S para una máquina eléctrica giratoria convencional grande, especialmente un generador para una turbina eólica. El estator S completo comprende un núcleo SC de estator y un gran número de ranuras WS1, WS2, ... de devanado radiales de tipo abierto que está separadas uniformemente alrededor de la circunferencia de la superficie radialmente interna o externa del núcleo SC de estator, dependiendo de si el estator S es un estator interno o externo de la máquina eléctrica. Debido a la gran dimensión del estator S, la sección mostrada del estator S aparece en la figura 1 como un cuboide con ranuras WS1, WS2, ..., WSx de devanado sustancialmente paralelas (siendo x un valor entero de 1 a 6). Esto es aceptable como una aproximación pero ha de entenderse que las ranuras WS1, WS2, ... de devanado adyacentes no son planos completamente paralelos con respecto a sus ranuras, porque las ranuras están todas dirigidas radialmente a un eje central de la máquina eléctrica. Como una aproximación adicional, o en otras situaciones esto podría ser completamente cierto, las ranuras son canales estrechos de cuboide con una sección transversal rectangular.

45 Ha de observarse que en el ejemplo las ranuras WS1, WS2, ... de devanado están dispuestas paralelas al eje longitudinal del estator S, pero también es posible tener las ranuras de devanado formadas en un ángulo con el eje longitudinal del estator.

50 El núcleo SC de estator puede ser laminado, es decir formado a partir de una pluralidad de laminaciones apiladas axialmente.

La figura 1 muestra además tres devanados W1, W2, W3 que están formados previamente y tienen una sección transversal rectangular que encaja justo dentro de las hendiduras de ranura WS1, WS2, ... de devanado.

En la figura 1 se muestra un devanado de una sola capa de estator, de modo que sólo una única sección de un

único devanado W1, W2, W3 se sitúa en una única ranura WS1, WS2, ... de devanado en lugar de situar una sección de un primer devanado y una sección de un segundo devanado en la única ranura de devanado sustancialmente una encima de otra en la ranura, como se hace para el devanado de doble capa.

5 Además los devanados W1, W2, W3 tienen cada uno dos secciones que se insertan en dos ranuras de devanado, por ejemplo el devanado W1 se insertará con una sección del lazo de devanado en la primera ranura WS1 de devanado y con otra sección del lazo de devanado en la segunda ranura WS2 de devanado. Los devanados W1, W2, W3 son lazos cerrados que requieren por tanto una sección para cerrar los lazos entre las secciones sustancialmente paralelas de los devanados dentro de las ranuras de devanado. Esto se hace por medio de las cabezas WH1, WH2, WH3 de devanado que se extienden fuera del estator S y cierran el lazo en ambos extremos
10 axiales del estator S.

Las ranuras de devanado forman pares de ranuras para montar un único devanado. En la figura las ranuras WS1 y WS2 de devanado forman un par de ranuras para el devanado W1, las ranuras WS3 y WS4 de devanado forman un par de ranuras para el devanado W2, y las ranuras WS5 y WS6 de devanado forman un par de ranuras para el devanado W3. Para correlacionar apropiadamente los devanados con la terminología usada en las reivindicaciones, el "primer devanado" de las reivindicaciones corresponde al devanado W2, el "segundo devanado" al devanado W3, y el "tercer devanado" corresponde al devanado W1.
15

Se asume que cada uno de los devanados es simétrico, por ejemplo con simetría axial con respecto a un plano radial en el centro del estator S, de modo que a continuación habitualmente sólo se observa una cabeza de devanado de los devanados, pero todo lo que se dice es aplicable también a las cabezas de devanado en el otro extremo del estator S.
20

Además se asume que la longitud de todos los devanados podría no ser idéntica pero sí bastante similar en longitud. Además de una ligera diferencia en longitud, la única diferencia entre el primer devanado W1, el segundo devanado W2 y el tercer devanado W3 es la forma tridimensional de sus cabezas WH1, WH2, WH3 de devanado.

Con respecto al devanado W1 se asume que se forma sustancialmente de manera que la cabeza WH1 de devanado permanece en un área entre el plano radial de la ranura WS1 de devanado y el plano radial de la ranura WS2 de devanado, de modo que el devanado W1 no toca ni interfiere con los devanados adyacentes. La cabeza WH1 de devanado puede extenderse en dirección radial entre estos planos radiales, pero se asume que debe usarse sólo el espacio en una dirección radial, radialmente hacia dentro para un estator interno, de modo que no interfiera con el rotor, que no se muestra en la figura. Tomando la superficie circunferencial del núcleo SC de estator como el plano de referencia, para un estator interno podría ocuparse el espacio desde ese plano de referencia dirigido hacia el eje del estator para la cabeza WH1 de devanado. Para un estator externo podría ocuparse el espacio desde ese plano de referencia dirigido hacia el exterior radial de la máquina eléctrica hasta el alojamiento de la máquina eléctrica para la cabeza WH1 de devanado.
25
30

Lo dicho anteriormente con respecto al devanado W1 y la cabeza WH1 de devanado se aplica por consiguiente también para el devanado W2 y W3 con sus cabezas WH2 y WH3 de devanado.
35

Los devanados W1, W2 y W3 además se forman preferiblemente de manera que pueden montarse fácilmente siguiendo un orden específico para montar los devanados en las ranuras de devanado de estator. Específicamente los devanados no deben enredarse de modo que los tres devanados tienen que montarse juntos en una etapa. Preferiblemente los devanados deben formarse así de modo que como una primera opción todos los devanados W1 podrían insertarse de manera global en el estator o de manera global en una sección de estator, seguido por el devanado W2 y finalmente por el devanado W3. Como segunda opción, el estator podría montarse con los devanados W1, W2, W3 devanado a devanado, poniendo en primer lugar un único W1, a continuación un único W2, seguido por un único W3, y volviendo a empezar con W1.
40

En la siguiente descripción, si se usan los términos "debajo de" o "encima de" o términos de dirección similares, estos corresponden a la orientación tal como se muestra en la figura 1. "Encima de" o "hacia arriba" quiere decir en la dirección desde la que se montan los devanados en el estator S. Para un estator interno esto quiere decir la dirección que se aleja del eje central del estator. Con "debajo de" o "hacia abajo" se quiere decir el sentido opuesto, es decir para un estator interno la dirección hacia el eje central del generador.
45

En la figura 1, la cabeza WH3 de devanado se extiende en el plano de las dos secciones sustancialmente paralelas del devanado W3 de estator, que es el plano de las ranuras de devanado. El lazo de devanado queda en un plano y es plano y no está inclinado fuera del plano. En otras palabras, una vez montado, el devanado W3 que incluye su cabeza WH3 de devanado se queda en el mismo plano que el plano de las ranuras WS5 y WS6 de devanado del estator S.
50

La longitud de la sección de la cabeza WH3 de devanado que extiende longitudinalmente el devanado fuera del núcleo SC de estator se establece de manera que la longitud de devanado del devanado W3 tiene, preferiblemente, sustancialmente la misma longitud que la longitud de cada uno de los otros dos devanados W1 y W2, en la medida de lo posible.
55

5 Ahora con respecto al devanado W1, su cabeza WH1 de devanado comprende una sección que está inclinada continuamente en una curvatura, mientras que la curvatura es una sección de 90 grados de un arco sustancialmente circular. En la figura, después de llegar a la vuelta de 90 grados, el devanado W1 se extiende entonces adicionalmente en un plano que es perpendicular al plano de las secciones de devanado sustancialmente paralelas o el plano de las ranuras WS1 y WS2 de devanado.

La cabeza WH1 de devanado continúa entonces por debajo de las otras cabezas WH2 y WH3 de devanado con una conexión sustancialmente recta.

10 Alternativamente y sin que se muestre en la figura, la cabeza WH1 de devanado podría inclinarse en un punto de pivote y a continuación podría extenderse en un plano diferente del plano de las dos secciones sustancialmente paralelas del devanado W1 de estator. El punto de pivote puede estar en el área de la cabeza WH1 de devanado y próximo a las secciones sustancialmente paralelas del devanado W1 de estator. Por tanto el devanado W1 puede inclinarse próximo al bloque de estator. La cabeza WH1 de devanado, después de la vuelta en el punto de pivote, se extendería a continuación por debajo de las otras cabezas WH2 y WH3 de devanado.

15 El devanado W1 podría realizar una “vuelta cerrada” en el punto de pivote pero preferiblemente podría realizar también un cambio continuo de dirección sobre una sección específica alrededor del punto de pivote.

El cambio de dirección en el punto de pivote podría ser un ángulo entre 0 y 90 grados, medidos desde el plano de las dos secciones sustancialmente paralelas.

20 Todavía en otra alternativa no mostrada, el devanado W1 puede diferir de lo dicho previamente en que la sección que está inclinada continuamente en una curvatura de la cabeza WH1 de devanado puede tener una curvatura que es más de una sección de 90 grados de un arco sustancialmente circular. Específicamente como un ejemplo, el ángulo, tomado desde el plano de las ranuras de devanado de estator puede ser de aproximadamente 135 grados. Esto permite una disposición muy compacta.

25 No se ha mencionado hasta ahora que los dos devanados W1, W3 cierran sus lazos entre los planos radiales de sus ranuras de devanado con una sección de conexión perpendicular a estos planos radiales mencionados. La transición desde las secciones de cabeza de devanado ubicadas en los planos radiales hasta/desde la sección de conexión se realiza por medio de una vuelta de 90 grados con un radio bastante pequeño. La propia conexión es entonces sustancialmente plana y recta.

30 El devanado W3, que no está inclinado en absoluto, puede verse como una correa sustancialmente rectangular. El devanado W1 puede verse también como una correa rectangular de este tipo, sólo con las modificaciones de que cerca de la esquina el lado más largo del rectángulo está doblado.

35 Debido al hecho de que la sección transversal de cada devanado W1, W2, W3 es sustancialmente rectangular, la sección de conexión, es decir la conexión para superar la distancia entre un par de ranuras de devanado como WS1 y WS2, paralelas a la superficie lateral del núcleo SC de estator cilíndrico, de los propios devanados W1 y W3, es sustancialmente cuboide y por tanto ubicada en un plano del cuboide. Con respecto al devanado W3, este plano de la sección de conexión de la cabeza WH3 de devanado es paralelo a la superficie lateral del núcleo SC de estator cilíndrico. Con respecto al devanado W1, el plano de la sección de conexión de la cabeza WH1 de devanado está sustancialmente en un ángulo de 90 grados en relación con la superficie lateral del núcleo SC de estator cilíndrico o, en otras palabras, paralelo al plano de las ranuras de devanado de estator.

40 Pasando al devanado W2, este devanado W2 está montado en las ranuras WS3 y WS4 de devanado. Se visualiza una primera sección WH2 de cabeza de devanado de un devanado W2, que se especifica como “primer” devanado en las reivindicaciones, que describe en el espacio por partes una combinación de una rotación sobre un eje y una traslación a lo largo de ese eje. Sustancialmente esta parte de sección de la cabeza WH2 de devanado tiene simetría axial helicoidal, siendo el eje sustancialmente perpendicular a un plano de las ranuras WS3, WS4 de devanado.

45 Más específicamente, la cabeza WH2 de devanado describe para una parte de la cabeza WH2 de devanado una forma tridimensional caracterizada porque la sección visualizada de la cabeza WH2 de devanado del devanado W2 de estator está, partiendo de la ranura WS4 de devanado, inclinada continuamente en una curvatura hacia abajo hasta que la curvatura es sustancialmente una sección de 90 grados de un arco sustancialmente circular. A continuación el devanado W2 se inclina continuamente en una curvatura en el sentido opuesto en el mismo plano hasta que el devanado W2 se dirige otra vez sustancialmente en una dirección axial del estator S. En ese punto la cabeza WH2 de devanado está por debajo de la cabeza WH3 de devanado. A continuación la forma de la cabeza WH2 de devanado continúa con una combinación de la rotación en la dirección de la ranura WS3 de devanado sobre un eje que es sustancialmente perpendicular al plano de las ranuras WS3, WS4 de devanado y una traslación hacia arriba a lo largo de ese eje.

55 Esta combinación de la rotación sobre el eje y la traslación a lo largo de ese eje continúa para la cabeza WH2 de devanado hasta que la sección transversal de devanado se enfrenta a la extensión longitudinal de la ranura WS3 de devanado y está en el mismo plano que las ranuras WS3, WS4 de devanado. A continuación, la cabeza WH2 de

devanado está sustancialmente por encima de la cabeza WH1 de devanado, de modo que la cabeza WH2 de devanado puede cruzar la cabeza WH1 de devanado sin interferencias. Finalmente, la cabeza WH2 de devanado continúa por encima de la cabeza WH1 de devanado en la dirección de la ranura WS3 de devanado de manera recta.

- 5 Teniendo esto en cuenta y mirando desde arriba el devanado W2, la cabeza WH2 de devanado realiza la mitad de un círculo para cerrar el devanado W2 entre las ranuras WS3 y WS4 de devanado.

La realización que acaba de comentarse tiene la ventaja de que puede reducirse la longitud de cada devanado y de que la longitud de los tres devanados es bastante parecida. Esto permite una enorme reducción de material para los devanados y una reducción de peso importante.

- 10 Ha de entenderse que ligeras variaciones de la realización, especialmente con respecto a la perfección del arco circular, con respecto a la perfecta planitud de los planos mencionados, o con respecto a los ángulos mencionados específicamente, se cubren también mediante esta invención, tal como se define en las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Grupo de tres devanados (W1, W2, W3) de estator para un estator (S) de una máquina eléctrica, en el que
 - el estator (S) tiene una primera superficie cilíndrica con una pluralidad de ranuras (WS1, WS2, ...) de devanado separadas circunferencialmente formadas en él, extendiéndose cada ranura (WS1, WS2, ...) de devanado a lo largo de una longitud axial de la primera superficie cilíndrica y estando establecidas para incrustar una sección de un único devanado (W1, W2, W3) de estator,
 - cada devanado (W1, W2, W3) de estator está formado previamente como un lazo cerrado, estando dos secciones sustancialmente paralelas de cada devanado (W1, W2, W3) de estator establecidas para incrustarse en una primera (WS1, WS3, WS5) y en una segunda ranura (WS2, WS4, WS6) de devanado del estator (S), siendo la segunda ranura (WS2, WS4, WS6) de devanado la tercera ranura de devanado adyacente a la primera ranura (WS1, WS3, WS5) de devanado,
 - cada uno de los tres devanados (W1, W2, W3) de estator tiene una primera sección (WH1, WH2, WH3) de cabeza de devanado que sale de las ranuras (WS1, WS2, ...) de devanado en la dirección axial del estator (S),
 - caracterizado porque la primera sección (WH2) de cabeza de devanado de un primer devanado (W2) de los tres devanados (W1, W2, W3) de estator describe en el espacio por partes una combinación de una rotación sobre un eje y una traslación a lo largo de ese eje, siendo el eje sustancialmente perpendicular a un plano de las ranuras (WS1, WS2, ...) de devanado, teniendo cada uno de los tres devanados (W1, W2, W3) de estator una segunda sección de cabeza de devanado que sale de las ranuras (WS1, WS2, ...) de devanado en la dirección axial opuesta del estator (S) a la de la primera sección (WH1, WH2, WH3) de cabeza de devanado,
 - en el que para el segundo (W3) y tercer devanado (W1), las respectivas secciones de cabeza de devanado primera (WH3, WH1) y segunda tienen conexiones sustancialmente rectas entre respectivas secciones de curvatura dentro del plano de la primera ranura (WS1, WS5) de devanado del estator (S) y una sección de curvatura dentro del plano de la segunda ranura (WS2, WS6) de devanado del estator (S), estando dispuestas las conexiones en un plano sustancialmente perpendicular a los planos de las ranuras (WS1, WS2, WS5, WS6) de devanado primera y segunda, estando los planos de las conexiones de los devanados de estator segundo (W3) y tercero (W1) desalineados, particularmente no en paralelo,
 - en el que las secciones de cabeza de devanado primera (WH2) y segunda del primer devanado (W2) de estator están inclinadas continuamente en una curvatura hasta que la curvatura es sustancialmente una sección de 90 grados de un arco sustancialmente circular, estando entonces inclinadas continuamente en una curvatura en el sentido opuesto en el mismo plano, lo que conduce a la combinación de la rotación sobre el eje y la traslación a lo largo de ese eje de la respectiva cabeza (WH2) de devanado del primer devanado (W2) de estator, y
 - en el que la combinación de la rotación sobre el eje y la traslación a lo largo de ese eje continúa para la respectiva cabeza (WH2) de devanado del primer devanado (W2) de estator hasta que la sección transversal de devanado se enfrenta a la extensión longitudinal de la segunda ranura de devanado (WS3) y está en el mismo plano que las ranuras (WS1, WS2, ...) de devanado.
2. Grupo de tres devanados (W1, W2, W3) de estator según la reivindicación 1,
 - caracterizado porque la segunda sección de cabeza de devanado de uno de los devanados de los tres devanados (W1, W2, W3) de estator describe en el espacio por partes una combinación de una rotación sobre un eje y una traslación a lo largo de ese eje.
3. Grupo de tres devanados (W1, W2, W3) de estator según una de las reivindicaciones anteriores,
 - caracterizado porque
 - la máquina eléctrica es un generador.
4. Grupo de tres devanados (W1, W2, W3) de estator según una de las reivindicaciones anteriores,
 - caracterizado porque
 - el grupo de los tres devanados (W1, W2, W3) de estator y el estator (S) forman una construcción de una ranura por polo por fase para una máquina eléctrica trifásica.
5. Grupo de tres devanados (W1, W2, W3) de estator según una de las reivindicaciones anteriores,
 - caracterizado porque

un segundo devanado (W3) y un tercer devanado (W2) de los tres devanados (W1, W2, W3) de estator tienen en sí mismos simetría de reflexión, siendo el eje de simetría paralelo a las ranuras (WS1, WS2, ...) de devanado.

- 5 6. Grupo de tres devanados (W1, W2, W3) de estator según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque
- las secciones de cabeza de devanado primera (WH1, WH2, WH3) y segunda tienen simetría de reflexión y/o simetría puntual entre sí.
- 10 7. Grupo de tres devanados (W1, W2, W3) de estator según una de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado porque
- la primera sección (WH1, WH2, WH3) de cabeza de devanado de uno de los tres devanados (W1, W2, W3) de estator es idéntica en forma a la segunda sección de cabeza de devanado de otro de los tres devanados (W1, W2, W3) de estator.
- 15 8. Grupo de tres devanados (W1, W2, W3) de estator según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque
- las secciones de cabeza de devanado primera (WH3) y/o segunda de un segundo devanado (W3) de los tres devanados (W1, W2, W3) de estator se extienden en el plano de las dos secciones sustancialmente paralelas de cada devanado (W1, W2, W3) de estator.
- 20 9. Grupo de tres devanados (W1, W2, W3) de estator según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque
- las secciones de cabeza de devanado primera (WH1) y/o segunda de un tercero (W1) de los tres devanados (W1, W2, W3) de estator comprenden una sección que está inclinada continuamente en una curvatura.
- 25 10. Grupo de tres devanados (W1, W2, W3) de estator según la reivindicación 9, caracterizado porque
- la curvatura es una sección de 90 grados de un arco sustancialmente circular.
- 30 11. Disposición de estator que comprende una pluralidad de grupos de tres devanados (W1, W2, W3) de estator, caracterizada porque
- los grupos de tres devanados (W1, W2, W3) de estator están dispuestos cada uno según una de las reivindicaciones 1 a 10.
- 35 12. Generador que comprende una disposición de estator con una pluralidad de grupos de tres devanados (W1, W2, W3) de estator, caracterizado porque
- los grupos de tres devanados (W1, W2, W3) de estator están dispuestos cada uno según una de las reivindicaciones 1 a 10.
- 40 13. Turbina eólica que comprende un generador, comprendiendo el generador una disposición de estator con una pluralidad de grupos de tres devanados (W1, W2, W3) de estator, caracterizado porque los grupos de tres devanados (W1, W2, W3) de estator están dispuestos cada uno según una de las reivindicaciones 1 a 10.

