

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 539 689**

51 Int. Cl.:

**H02K 3/34** (2006.01)

**H02K 3/40** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.06.2012 E 12743365 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.05.2015 EP 2697892**

54 Título: **Máquina asincrónica**

30 Prioridad:

**14.06.2011 DE 102011106480**

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

**03.07.2015**

73 Titular/es:

**VOITH PATENT GMBH (100.0%)  
St. Pöltener Str. 43  
89522 Heidenheim, DE**

72 Inventor/es:

**HILDINGER, THOMAS;  
VESER, STEFAN;  
EILEBRECHT, PHILIPP y  
KOEDDING, LUDGER**

74 Agente/Representante:

**VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro**

**ES 2 539 689 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

## Máquina asincrónica

5 La presente invención se refiere a una máquina asincrónica con un inducido de anillo colector para el uso a velocidades variables, de acuerdo con el tipo definido más detalladamente en el concepto genérico de la reivindicación 1. Adicionalmente, la presente invención se refiere a un grupo de máquinas para una instalación hidroeléctrica con una máquina asincrónica de este tipo.

10 Las máquinas asincrónicas son conocidas en el estado general de la técnica. Normalmente, las máquinas asincrónicas se usan como motores o generadores. Ellas están formadas por un rotor o inducido con arrollamientos de bobina que se contacta por medio de anillos colectores. Para anclar los arrollamientos de manera segura en el inducido o rotor de la máquina asincrónica, en general es conocido y normal posicionar los arrollamientos dentro de ranuras en el inducido de la máquina asincrónica y fijarlas allí adhesivamente. Normalmente, esto se hace sumergiendo el inducido completo en un baño apropiado, por ejemplo, en un baño de resina epoxi, de tal manera que el inducido se someta a la unión adhesiva en su totalidad.

Este procedimiento para la sujeción de los elementos de arrollamiento en la región del inducido de una máquina asincrónica ha sido comprobado y es confiable. Sin embargo, la estructura está limitada a un determinado tamaño de construcción de la máquina asincrónica. A este respecto, el problema reside en que las máquinas asincrónicas, en particular las máquinas asincrónicas de doble alimentación, están siendo realizadas en creciente medida con tamaños constructivos cada vez mayores y se destinan al uso, por ejemplo, en instalaciones hidroeléctricas como generador o motogenerador, en el caso de una central de acumulación por bombeo. Tales máquinas, que normalmente están realizadas en una clase de potencia de más de 30 MVA, presentan un tamaño constructivo muy grande. Los diámetros del inducido normalmente se ubican en el alcance de 3 a 8 m, de tal manera que una impregnación completa del inducido con una resina epoxi, por ejemplo bajo vacío, no es realizable en absoluto o solo con gran esfuerzo. También el endurecimiento o fraguado posterior, por ejemplo en una autoclave, requiere superestructuras extremadamente grandes y por lo tanto es sumamente complicado y costoso. Con los números de producción de unidades normalmente requeridos, esto no es viable desde el punto de vista económico.

Un problema adicional de una construcción de este tipo consiste en que incluso si se lograra adherir los elementos de arrollamiento a un coste razonable en el inducido mediante la impregnación del inducido, en este tipo de máquinas la facilidad de mantenimiento juega un papel determinante. Debido a los costes generales y que la duración o vida útil requerida de una máquina de este tipo hasta su amortización, tiene que ser posible la sustitución de elementos de arrollamiento individuales sin que por ello se produzcan daños en el inducido o en el cuerpo del inducido de la máquina, respectivamente. Esto no es posible con superestructuras completamente adheridas.

Un problema adicional consiste en que las máquinas funcionan a velocidades variables muy elevadas. Las fuerzas centrífugas ejercidas sobre los elementos de arrollamiento, que con este tamaño de construcción están configurados con un tamaño y un peso correspondientemente grandes, también son muy elevadas. Dado el caso, una simple unión adhesiva no es suficiente para resistir estas fuerzas centrífugas. Por lo tanto, en el estado de la técnica ya es común que radialmente hacia afuera en la región de las ranuras, en las que se alojan los elementos de arrollamiento, se provean elementos de bloqueo que cierran las ranuras radialmente por fuera y que están configurados de tal manera que engranan en arrastre de forma con el cuerpo del inducido. Aunque con esta medida los elementos de arrollamiento pueden ser asegurados contra las fuerzas centrífugas, sigue siendo problemático que los elementos de arrollamiento, que normalmente presentan un aislamiento y una protección externa contra efluvios alrededor del aislamiento, durante el funcionamiento normal deben estar en contacto con las paredes de las ranuras en las que se encuentran alojados, a fin de realizar una conducción eléctrica confiable entre la protección externa contra efluvios y el cuerpo del inducido. Si aquí ocurre una interrupción del contacto y se forma un entrehierro, entonces se produce una erosión por chispas debido al salto de las descargas, dañando así el aislamiento y la protección externa contra efluvios del elemento de arrollamiento y, por lo tanto, el inducido.

El documento US 2 333 375 describe una máquina asincrónica con las características resumidas en el concepto genérico de la reivindicación 1.

55 Por los documentos DE 195 47 229 A1 y DE 42 33 558 A1 se conocen sujeciones para elementos de arrollamiento.

Por lo tanto, el objetivo de la presente invención consiste en proveer una máquina asincrónica, en la que los elementos de arrollamiento en la región del inducido estén sujetos de tal manera que un contacto confiable de la protección externa contra efluvios del aislamiento del elemento de arrollamiento con el material del cuerpo del inducido también se pueda garantizar de manera segura y confiable bajo cargas variables térmicas y/o mecánicas, y que al mismo tiempo con una buena fijación de los elementos de arrollamiento en la región del inducido se asegure una buena capacidad de sustitución o reemplazo de los mismos sin dañar el inducido.

65 De acuerdo con la presente invención, este objetivo se logra a través de las características mencionadas en la parte de caracterización de la reivindicación 1. Otras formas de realización ventajosas de la máquina asincrónica de

acuerdo con la presente invención se indican en las reivindicaciones subordinadas que dependen de la misma. Adicionalmente, en la reivindicación 11 se indica un grupo de máquinas con una máquina asincrónica de este tipo.

5 En la máquina asincrónica de acuerdo con la presente invención está previsto que los elementos de arrollamiento del inducido se retienen en sus ranuras en la dirección radial por medio de elementos de bloqueo, tal como se hace también en el estado de la técnica. Adicionalmente, de acuerdo con la invención está previsto que entre la protección externa contra efluvios de los elementos de arrollamiento y por lo menos una pared de ranura adyacente en la dirección circunferencial se dispongan medios de conexión eléctricamente conductivos para la unión reversible del elemento de arrollamiento con el cuerpo del inducido. Los medios de conexión conductivos, que posibilitan una  
10 unión reversible del elemento de arrollamiento con la ranura por lo menos en la dirección circunferencial, por una parte siempre aseguran la posibilidad de un desmontaje del elemento de arrollamiento fuera de la ranura y por otra parte, debido a la unión segura y confiable, pueden garantizar que se mantenga la conductividad eléctrica entre el aislamiento y la protección externa contra efluvios del elemento de arrollamiento y la pared de la ranura. De esta manera es posible prevenir de forma segura y confiable los saltos de chispas y la erosión por chispas que resulta de  
15 ello y que podría dañar el aislamiento del elemento de arrollamiento. Bajo una "conexión eléctricamente conductiva" en el sentido de la presente invención se ha de entender cualquier conexión que presente una capacidad de conducción eléctrica que en su orden de magnitud sea equivalente aproximadamente a la capacidad de conducción de la protección externa contra efluvios de los elementos de arrollamiento.

20 En la construcción de la máquina asincrónica de acuerdo con la presente invención está previsto que los medios de conexión presente en una capa eléctricamente conductiva y un material pastoso endurecible. La capa eléctricamente conductiva puede ser, por ejemplo, una película o, en particular, un papel eléctricamente conductivo. Esta capa eléctricamente conductiva, junto con el material pastoso, por ejemplo, una masilla, garantiza una sujeción segura y confiable de los elementos de arrollamiento en las ranuras.

25 En un desarrollo adicional ventajoso de esto, el material pastoso puede estar configurado de tal manera que al endurecerse aumenta su volumen. Si esta construcción se introduce entonces en las ranuras, el material pastoso se hincha de manera correspondiente y produce así una unión segura y en arrastre de forma con las ranuras.

30 El material pastoso puede estar realizado, por ejemplo, a base de una resina epoxi.

De acuerdo con una forma de realización adicional muy ventajosa de esta idea, puede estar previsto además que el material pastoso se endurezca de manera elástica. Es decir que se puede endurecer presentando una determinada elasticidad, por ejemplo, mediante el uso de una silicona como material pastoso. De esta manera, también en el  
35 caso de variaciones condicionadas por la temperatura y/o vibraciones mecánicas en la extensión del elemento de arrollamiento y de la ranura es posible realizar una compensación correspondiente, de tal manera que incluso bajo estas condiciones se puede realizar una conexión eléctricamente conductiva segura y confiable entre la protección externa contra efluvios del elemento de arrollamiento y las paredes de la ranura.

40 De acuerdo con la presente invención, está previsto adicionalmente que dicha capa esté realizada de forma plegada por lo menos una vez, en donde el material pastoso se encuentra dispuesto entre por lo menos dos secciones formadas por el plegado. En esta construcción se tiene una libertad sustancialmente mayor en lo referente a la selección del material pastoso, debido a que éste ya no tiene que estar configurado de manera eléctricamente conductiva. El material se dispone de tal manera entre las secciones formadas por el plegado de la capa que  
45 solamente entra en contacto con la capa. La superficie opuesta al material pastoso de las diferentes secciones de la capa entra en contacto entonces con el elemento de arrollamiento aislado por una parte y con la pared de la ranura por otra parte. Cuando el material pastoso aumenta su volumen durante el endurecimiento, se encarga de la manera ya descrita más arriba de una sujeción segura del elemento de arrollamiento aislado en la ranura. Debido a que el mismo solamente está en contacto a través de la capa tanto con la pared de la ranura como también con la  
50 protección externa contra efluvios, se asegura por una parte la conductividad eléctrica entre la protección externa contra efluvios y la pared de la ranura a través de la capa, y por otra parte no se produce una unión adhesiva con los dos elementos asociados, de tal manera que el desmontaje se facilita aún más frente a la construcción previamente descrita.

55 En otra forma de realización adicional muy ventajosa de la máquina asincrónica de acuerdo con la invención, puede estar previsto de manera complementaria o alternativa que los medios de conexión comprendan cuñas de material eléctricamente conductivo. Con tales cuñas, que de preferencia se insertan en dirección radial entre el elemento de arrollamiento y la pared adyacente en la dirección circunferencial de la ranura, también se puede realizar un aseguramiento mecánico y una unión en arrastre de forma entre el elemento de arrollamiento aislado y las paredes  
60 de la ranura. Si el material de las cuñas está configurado de manera eléctricamente conductiva, por lo menos en el sentido previamente descrito, se asegura adicionalmente la conductividad. En principio sería posible, obviamente, usar materiales correspondientes para las cuñas que presenten una ligera elasticidad, de tal manera que se prevenga un desprendimiento de las cuñas incluso con diferencias de expansión térmicamente condicionadas entre los elementos de arrollamiento y el material del cuerpo del inducido y se realice una sujeción segura y confiable de  
65 las cuñas.

En una forma de realización adicional de la máquina asincrónica de acuerdo con la presente invención, los elementos de conexión también pueden estar configurados como elementos tensores. Tales elementos tensores, que pueden estar realizados, por ejemplo, como muelles ondulados, a este respecto presentan la ventaja decisiva de que producen una unión en arrastre de forma segura y confiable del elemento de arrollamiento por medio de los elementos tensores con la pared de la ranura y de preferencia en el lado opuesto al elemento tensor del elemento de arrollamiento directamente con la pared de la ranura. De esta manera, con elementos tensores, que se insertan unilateralmente entre el elemento de arrollamiento y la pared adyacente en la dirección circunferencial de la ranura, se puede realizar una sujeción segura y confiable que está configurada al mismo tiempo de manera eléctricamente conductiva y mecánicamente desprendible.

Un uso particularmente preferente de una máquina asincrónica de este tipo, que en una forma de realización preferente puede estar realizada como una máquina asincrónica de doble alimentación, consiste en el empleo de la misma como parte de un grupo de máquinas para una instalación hidroeléctrica, con una turbina hidráulica o una turbina de bombeo y la máquina asincrónica, que es accionada por la turbina hidráulica o la turbina de bombeo, o que acciona la turbina de bombeo, respectivamente. En particular con un uso de este tipo en un grupo de máquinas para una instalación hidroeléctrica, que frecuentemente presenta un eje de rotación de la máquina asincrónica en la dirección de la fuerza de gravedad y normalmente requiere clases de potencia para la máquina asincrónica mayores de 30 MVA, el uso de una máquina asincrónica del tipo previamente descrito, con el tipo de fijación de acuerdo con la invención de los elementos de arrollamiento en el cuerpo del inducido, tiene una importancia particular. En las máquinas de este tipo, que frecuentemente funcional a velocidades fuertemente variables, la carga mecánica y la carga térmica representan un reto sustancial. Este reto puede ser superado con el tipo descrito de sujeción eléctricamente conductiva removible, de tal manera que es posible prevenir de forma segura y confiable el daño causado en la máquina asincrónica debido a la erosión por chispas en la región del aislamiento de los elementos de arrollamiento en el inducido. Al mismo tiempo, la construcción es simple y eficiente y en particular permite un cambio comparativamente fácil de un elemento de arrollamiento eventualmente dañado, sin que el inducido sufra algún daño durante la sustitución del elemento de arrollamiento. Esto tiene una importancia decisiva sobre todo para las máquinas asincrónicas en el ámbito de las instalaciones hidroeléctricas, ya que las mismas se usan de manera muy intensiva y durante un período de tiempo muy largo. Además, los medios de conexión en la construcción normal del grupo de máquinas con eje de rotación vertical tienen que soportar los elementos de arrollamiento relativamente grandes y pesados contra la fuerza de gravedad. Esto se puede lograr muy bien con los medios de conexión de acuerdo con la presente invención.

Otras formas de realización ventajosas de la máquina asincrónica de acuerdo con la invención, así como del grupo de máquinas con una máquina asincrónica de este tipo, se derivan de las reivindicaciones subordinadas dependientes para la máquina asincrónica y se describen más detalladamente basándose en el ejemplo de realización que se expone a continuación con referencia a las figuras.

En las figuras:

La figura 1 es una representación de principio de un grupo de máquinas para una instalación hidroeléctrica;

La figura 2 muestra una sección de un inducido de una máquina asincrónica en un plano de sección perpendicular al eje de rotación;

La figura 3 muestra una sección ampliada de la representación de la figura 2 en una primera forma de realización;

La figura 4 muestra una sección ampliada de la representación de la figura 2 en una segunda forma de realización;

La figura 5 muestra una sección ampliada de la representación de la figura 2 en una tercera forma de realización;

La figura 6 es una vista tridimensional de una cuarta forma de realización del elemento de conexión de acuerdo con la invención; y

La figura 7 es una representación seccional que muestra una ampliación de una sección de acuerdo con la figura 6.

En la representación de la figura 1 se muestra de forma muy esquemática una instalación hidroeléctrica 1. Desde el punto de vista de la ingeniería hidráulica, el núcleo de la instalación hidroeléctrica 1 se encuentra en un sistema de alimentación 2 que conduce agua desde la región de un nivel de aguas arriba no representado aquí hacia una turbina hidráulica 3 y a través de un difusor 4, insinuado aquí solo de forma básica, hasta la región de un nivel de aguas abajo tampoco representado aquí. A este respecto, la turbina hidráulica 3, que es accionada por el agua que fluye desde el nivel de aguas arriba hacia el nivel de aguas abajo, gira alrededor de un eje de rotación R que, según es usual en este tipo de instalaciones, está orientado de manera vertical en la dirección de la fuerza de gravedad g.

La rotación de la turbina hidráulica 3 es transmitida por medio de un árbol 5 a un inducido 6 en una máquina asincrónica de doble alimentación 7 con inducido de anillo colector. Además del inducido 6, la máquina asincrónica 7 también comprende un estator 8 insinuado de forma básica. En el ejemplo de realización representado, la máquina asincrónica 7 sirve para transformar la energía de rotación producida por el agua en la turbina hidráulica 3 en energía eléctrica. Es decir que en el presente ejemplo de realización ella representa un generador. De manera complementaria o alternativa a esto, obviamente también sería posible que en lugar de la turbina hidráulica 3 representada en el ejemplo se use una turbina de bombeo. Esta turbina de bombeo, tal como suele ser usada normalmente, por ejemplo, en las centrales de acumulación por bombeo, la fuerza del agua que fluye desde el nivel de aguas arriba hacia el nivel de aguas abajo se puede transformar en energía de rotación de la manera previamente descrita. Con esto es posible generar energía eléctrica a través de la máquina asincrónica 7. En momentos en que exista un excedente de energía eléctrica, la máquina asincrónica 7 también podrá ser accionada entonces de forma motriz, para volver a bombear agua desde el nivel de aguas abajo hacia el nivel de aguas arriba por medio de la turbina de bombeo. Cuando vuelva a existir una demanda mayor de energía eléctrica, el agua bombeada así podrá usarse entonces nuevamente para generar energía eléctrica de la manera previamente descrita.

En la representación de la figura 2 se representa una sección de una parte del inducido 6. La sección transversal en un plano perpendicular al eje de rotación R, que en la figura 2 se insinúa representada en una posición básica, no a escala, muestra un cuerpo de inducido 9 del inducido 6, que normalmente está formado por varios elementos de chapa apilados en dirección axial. Este cuerpo de inducido 9 presenta una ranura 10 que se extiende en la dirección axial del eje de rotación R a través del cuerpo del inducido 10 y está configurado de forma abierta hacia afuera en la dirección radial. En esta ranura 10 normalmente se encuentran insertados dos elementos de arrollamiento 11. Estos elementos de arrollamiento 11, también se denominan como barras, están hechos de un material 12 con excelentes características de conductividad eléctrica, por ejemplo, cobre. Pueden estar contruidos como material macizo o en forma de cordones de material individuales unidos entre sí. La construcción de los elementos de arrollamiento 11, además del material 12 eléctricamente muy conductivo, también presenta un aislamiento eléctrico 13, que de una manera en sí conocida puede estar formado por cintas micáceas impregnadas en resina epoxi y enrolladas alrededor del material 12 eléctricamente muy conductivo. Obviamente, en el orden de tamaño de la máquina asincrónica 7 descrita, que para el uso normal en instalaciones hidroeléctricas 1 presenta un diámetro del inducido 6 de aproximadamente 3 a 8 m y una potencia de más de 30 MVA, en lo referente al aislamiento 13 se trata de un aislamiento de alta tensión. En un aislamiento de alta tensión de este tipo, normalmente se provee una protección externa contra efluvios, que en sí es conocida, en la región exterior del aislamiento 13.

A este respecto, se trata de una capa eléctricamente conductiva o de una estructura de capas eléctricamente conductiva en la zona exterior del aislamiento 13, que asegura una conexión de éste con el cuerpo del inducido 9 conectado a tierra.

Los elementos de arrollamiento o las barras 11, respectivamente, durante el funcionamiento de la máquina asincrónica 7, debido a la rotación del inducido 6 se someten fuerzas centrífugas correspondientes que podrían expulsar estos elementos fuera de la ranura 10 en dirección radial. Esto se previene con la construcción aquí descrita por medio de un elemento de bloqueo 14, que coopera en arrastre de forma con el material del cuerpo del inducido 9, de tal manera que éste cierra la ranura 10 en dirección radial hacia afuera y mantiene los elementos de arrollamiento 11 de manera confiable en la dirección radial dentro de la ranura 10.

Si se produce un intersticio entre la protección externa contra efluvios del aislamiento 13 y una pared adyacente 15 de la ranura 10, esto puede resultar en un salto de chispas. Debido a esto puede ocurrir una erosión en la región del aislamiento 13, que acaba por destruirlo y por lo tanto produce un daño funcional en la zona de la máquina asincrónica 7. Esto se debe prevenir bajo cualquier circunstancia. Adicionalmente, la sujeción de los elementos de arrollamiento 11 también debería estar configurada de manera desprendible o removible, de tal manera que los elementos de arrollamiento 11 puedan ser retirados de la ranura 10 si se remueve el elemento de bloqueo 14.

En la representación de la figura 3 se puede ver un primer medio de conexión 16 apropiado a este respecto en forma de un muelle ondulado 16.1 como elemento tensor. En la sección aquí representada del elemento de arrollamiento 11 ubicado radialmente hacia adentro, el muelle ondulado se encuentra dispuesto entre el aislamiento 13 con la protección externa contra efluvios y la pared 15 de la ranura 10. El muelle ondulado 16 ejerce una presión de contacto segura del aislamiento eléctrico 13 con la protección externa contra efluvios sobre el lado opuesto al muelle ondulado 16.1 de la barra 11 contra la pared allí presente 15 de la ranura 10, por una parte, y produce una conexión mecánica y un contacto eléctrico por medio del muelle ondulado 16.1, configurado de manera eléctricamente conductiva, entre el aislamiento eléctrico 13 y la otra pared 15 de la ranura 10 en la dirección circunferencial. De esta manera se logra una sujeción segura y confiable, que incluso en caso de vibraciones y movimientos mecánicos de otro tipo en la región de la barra 11, así como movimientos debido a la diferencias de expansión térmica entre la barra 11 y el cuerpo del inducido 9, asegura un contacto eléctricamente conductivo confiable entre el cuerpo del inducido 9 y el aislamiento 13 de la barra 11.

En la representación de la Fig. 4 se muestra una forma de realización alternativa del medio de conexión 16. Por lo demás, la construcción corresponde a lo mostrado en la figura 3. En lugar del muelle ondulado 16.1, el medio de

conexión 16 en este caso está realizado como cuña 16.2. También está cuña 16.2, que enclava correspondientemente la barra 11 en la ranura 10, ejerce una presión de contacto del lado opuesto a la cuña de la barra 11 contra una pared 15 de la ranura 10, así como el contacto y la presión del otro lado de la barra 11 a través de la cuña 16.2 contra la otra pared 15 de la ranura 10.

5 Una forma de realización alternativa del medio de conexión 16 se muestra en la representación de la figura 5, que sustancialmente presenta la misma sección que las representaciones en las figuras 3 y 4. La barra 11 en este caso se representa como imagen seccional básica y muestra el material 12 y el aislamiento eléctrico 13 como una sola estructura, sin que puedan ser distinguidos entre sí en esta imagen de sección. En la figura 5, así como en las 10 figuras siguientes 6 y 7, esto sirve para simplificar la representación. La barra 11 con su aislamiento 13, que en este ejemplo no es visible explícitamente, en la figura 5 está rodeada por un material pastoso 17 que a su vez se encuentra envuelto por una capa 18. Esta capa 18 puede estar realizada, por ejemplo, en forma de una película, pero en particular como un papel eléctricamente conductivo. El material pastoso 17 puede estar realizado como 15 masilla que mediante una adición apropiada de partículas eléctricamente conductoras, por ejemplo, partículas metálicas, de grafito o similares, presenta una determinada conductividad eléctrica. En general, esta estructura formada por el material pastoso 17 y la capa 18, que constituyen el medio de conexión 16, envuelven la barra 11 con su aislamiento y la protección externa contra efluvios, que aquí no se representa de manera explícita. A este respecto, el material pastoso 17 está realizado de tal manera que al endurecerse aumenta levemente su volumen, es decir que se hincha. Un material de este tipo puede realizarse, por ejemplo, a base de siliconas. Para el montaje, 20 la barra 11 junto con su aislamiento y la protección externa contra efluvios normalmente se untan con el material pastoso 17 y se envuelven con la capa 18 de papel eléctricamente conductivo. Esta construcción es colocada entonces dentro de la ranura 10. Luego se endurece el material pastoso 17, y al hacerlo se hincha. Esto produce una tensión de sujeción en arrastre de forma de la barra 11 dentro de la ranura 10, de tal manera que la barra es retenida de forma segura y confiable, y a través de la capa eléctricamente conductiva 18 y el material pastoso 25 eléctricamente conductivo 17 se produce un contacto eléctrico de la protección externa contra efluvios de la barra 11 con la pared 15 de la ranura 10 y, por lo tanto, con el cuerpo del inducido 9. Al mismo tiempo, la capa 18 previene que el material pastoso 17 en la región del cuerpo del inducido 9 se adhiera a las paredes 15 de la ranura 10. De esta manera, después de desprender el elemento de bloqueo 14 representado en la figura 2, es posible retirar la estructura en dirección radial hacia afuera, fuera de la zona del inducido 6, sin que el propio cuerpo del inducido 9 pueda sufrir algún daño por esta operación.

Una alternativa de acuerdo con la presente invención se muestra en la representación de la figura 6. En una representación tridimensional, en dichas figuras se muestra el uso de la capa 18 que por medio de pliegues se divide 35 en por lo menos dos secciones mutuamente conectadas 18.1 y 18.2. Entre estas dos secciones 18.1 y 18.2 se inserta el material pastoso 17. Con esta unión compuesta de la capa eléctricamente conductiva plegada 18 y el material pastoso 17, que conjuntamente forman el medio de conexión 16, entre las dos secciones formadas por los pliegues 18.1 y 18.2, se envuelve entonces la barra 11 provista con el aislamiento y la protección externa contra efluvios. La barra así envuelta se introduce en la ranura 10 y el material pastoso 17 se hincha al endurecerse de la manera previamente descrita. De esta manera se obtiene una fijación segura y confiable de la barra 11 en la ranura 40 10 por arrastre de forma.

En la representación seccional ampliada de la figura 7 se muestra una parte de la pared 15 de la ranura 10, así como una parte de la barra 11 provista con el aislamiento 13 y la protección externa contra efluvios, en donde el 45 aislamiento y la protección externa contra efluvios por razones de simplicidad de la representación no se muestran de forma explícita. Entre la barra 11 y el cuerpo del inducido 9 se encuentra dispuesta la capa plegada 18 con las dos secciones 18.1 y 18.2, y entre estas dos del material pastoso 17. La ventaja frente a la construcción previamente descrita consiste en que el material pastoso 17 no necesariamente tiene que estar configurado de manera eléctricamente conductiva y puede ser, por ejemplo, una silicona simple o algo similar. La conductividad eléctrica 50 entre la superficie de la protección externa contra efluvios de la barra 11 y la pared 15 de la ranura 10 en el cuerpo del inducido 9 se realiza mediante la capa eléctricamente conductiva 18, que con su sección 18.2 entra en contacto con la protección externa contra efluvios de la barra 11, mientras que con la otra sección 18.1 se pone en contacto con la pared 15 de la ranura 10. Adicionalmente, la capa 18 previene que el medio de conexión 16 se adhiera tanto en la región de la pared 15 de la ranura 10, como también en la región de la barra 11, de tal manera que está asegurada la capacidad de remoción del medio de conexión 16, tanto con respecto a la barra 11 como también con 55 respecto a la pared 15 de la ranura 10.

**REIVINDICACIONES**

1. Máquina asincrónica (7) con un inducido de anillo colector para el uso a velocidad variable, con:
- 5 1.1 Un inducido (6),  
 1.2 un cuerpo del inducido (9) que presenta ranuras (10) que se extienden radialmente en el cuerpo del inducido (9),  
 1.3 elementos de arrollamiento (11) del inducido, de los que respectivamente por lo menos uno se extiende axialmente a través de cada ranura (10),  
 10 1.4 elementos de bloqueo (14) que cooperan en arrastre de forma con el cuerpo del inducido (9) y que cierran las ranuras (10) radialmente hacia afuera,  
 1.5 un aislamiento de alta tensión (13) con una protección externa contra efluvios alrededor de cada uno de los elementos de arrollamiento (11),  
**caracterizada por que**  
 15 1.6 entre la protección externa contra efluvios del elemento de arrollamiento (11) y por lo menos una pared adyacente en la dirección circunferencial (15) de la ranura (10) se encuentran dispuestos medios de conexión eléctricamente conductivos (16) para la conexión reversible del elemento de arrollamiento (11) con el cuerpo del inducido (9), en donde los medios de conexión (16) presentan una capa eléctricamente conductiva (18) y un material pastoso endurecible (17), en donde el material pastoso (17) no es eléctricamente conductivo; y  
 20 1.7 la capa (18) está realizada de forma plegada por lo menos una vez, en donde el material pastoso (17) está dispuesto entre por lo menos dos secciones formadas por el plegado (18.1, 18.2).
2. Máquina asincrónica (7) de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizada por que** el material pastoso (17) aumenta su volumen al endurecerse.
- 25 3. Máquina asincrónica (7) de acuerdo con las reivindicaciones 1 o 2, **caracterizada por que** la capa (18) está dispuesta entre el material pastoso (17) y la pared (15) de la ranura (10).
4. Máquina asincrónica (7) de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizada por que** el material pastoso (17) se endurece elásticamente.
- 30 5. Máquina asincrónica (7) de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizada por que** las secciones (18.1, 18.2) se encuentran dispuestas entre el material pastoso (17) y la pared (15) de la ranura (10), por una parte, y el material pastoso (17) y la protección externa contra efluvios de los elementos de arrollamiento (11), por otra parte.
- 35 6. Máquina asincrónica (7) de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizada por que** los medios de conexión (16) comprenden cuñas (16.2) hechas de material eléctricamente conductivo.
- 40 7. Máquina asincrónica (7) de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 6, **caracterizada por que** los medios de conexión (16) comprenden elementos tensores (16.1) hechos de material eléctricamente conductivo.
8. Máquina asincrónica (7) de acuerdo con la reivindicación 7, **caracterizada por que** los elementos tensores (16.1) están realizados como muelles ondulados.
- 45 9. Máquina asincrónica (7) de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 8, **caracterizada por** una forma de realización de doble alimentación.
10. Máquina asincrónica (7) de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 9, **caracterizada por** una carga nominal de más de 30 MVA.
- 50 11. Grupo de máquinas para una instalación hidroeléctrica (1) con una turbina hidráulica (3) o una turbina de bombeo y la máquina asincrónica (7) de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 10, que es accionada por la turbina hidráulica (3) o por la turbina de bombeo, o que acciona la turbina de bombeo, respectivamente.
- 55







