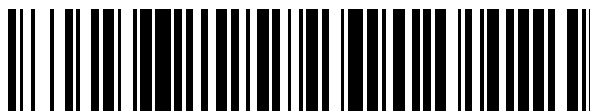


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 727 451**

51 Int. Cl.:

H02K 9/19 (2006.01)

H02K 9/24 (2006.01)

B63G 8/08 (2006.01)

B63H 21/17 (2006.01)

B63H 21/38 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **08.09.2003 PCT/DE2003/002978**

87 Fecha y número de publicación internacional: **08.04.2004 WO04030182**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **08.09.2003 E 03769180 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.02.2019 EP 1540796**

54 Título: **Sistema de refrigeración redundante con dos circuitos de refrigeración en un anillo de refrigeración de estator para un motor de accionamiento eléctrico**

30 Prioridad:

20.09.2002 DE 10243775

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

16.10.2019

73 Titular/es:

**SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT (100.0%)
Werner-von-Siemens-Straße 1
80333 München, DE**

72 Inventor/es:

**TÖLLE, HANS-JÜRGEN;
VOGEL, REINHARD y
WENGLER, PETER**

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 727 451 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

Sistema de refrigeración redundante con dos circuitos de refrigeración en un anillo de refrigeración de estator para un motor de accionamiento eléctrico.

- 5 La invención se refiere a un dispositivo de refrigeración redundante para un motor de accionamiento eléctrico de submarino refrigerado por líquido, con un primer circuito de refrigeración y un segundo circuito de refrigeración, por medio de los cuales puede evacuarse energía térmica del motor de accionamiento eléctrico de submarino.

Por el documento "*Four-Circuit DC Motor for Submarine Propulsion*" (motor CC de cuatro circuitos para propulsión submarina), W. Heine y otros., Siemens Power Engineering & Automation VII (1985) Núm. 2, Pág. 97-101, XP-000786034, Siemens AG (Berlín), se conoce un motor subdividido con dos circuitos de refrigeración independientes.

- 10 La invención se basa en el objetivo de facilitar un dispositivo de refrigeración redundante de gran rendimiento para un motor de accionamiento eléctrico de submarino, en el que con la cantidad de calor que va a expulsarse a través de corrientes de refrigerante adaptadas va a facilitarse una seguridad de funcionamiento y redundancia a gran escala.

- 15 Este objetivo se resuelve según la invención porque el primer circuito de refrigeración y el segundo circuito de refrigeración del dispositivo de refrigeración redundante en la zona del motor de accionamiento eléctrico de submarino están realizados de modo que el refrigerante del primer y del segundo circuito de refrigeración fluye en direcciones opuestas entre sí a través de un anillo de refrigeración de estator, en el que están dispuestos los circuitos de refrigeración. Mediante este movimiento opuesto de ambos circuitos de refrigeración en la zona del motor de accionamiento de submarino este se refrigera en una medida mucho más uniforme de lo que es posible en dispositivos de refrigeración conocidos por el estado de la técnica.
- 20

- Para satisfacer ventajosamente las condiciones operativas impuestas en un motor de accionamiento eléctrico de submarino en cuanto a la diferente potencia suministrada es conveniente asociar a cada circuito de refrigeración una bomba principal y una bomba pequeña con una potencia considerablemente más baja en comparación con la bomba principal, presentando ventajosamente la bomba principal y la bomba pequeña de cada circuito de refrigeración tensiones de suministro independientes entre sí.
- 25

- De manera análoga, para el aumento de la eficiencia de todo el sistema de accionamiento cada circuito de refrigeración puede hacerse funcionar en un régimen bajo de revoluciones del motor de accionamiento eléctrico de submarino exclusivamente por medio de la bomba pequeña asociada a este y en un régimen por encima del régimen de revoluciones bajo del motor de accionamiento eléctrico de submarino exclusivamente por medio de la bomba principal asociada a este.
- 30

- Cuando entre ambos circuitos de refrigeración redundantes están previstas líneas de transferencia en las que en cada caso está dispuesta una válvula de acoplamiento, en caso de una avería de un circuito de refrigeración, por ejemplo debido a una avería de las bombas o motores de bomba, las bombas de acoplamiento pueden conectarse, pudiendo realizarse entonces la circulación de refrigerante de ambos circuitos de refrigeración mediante las bombas que todavía funcionan.
- 35

Dado que, en este caso, solo se facilita una capacidad de bombeo reducida con una corriente de refrigerante reducida análogamente, la potencia de salida del motor de accionamiento eléctrico de submarino debería poder adaptarse de manera conveniente a la cantidad de calor que puede expulsarse.

- 40 Las unidades de bombeo redundantes, intercambiadores térmicos, grifería, válvulas etc. que pertenecen al dispositivo de refrigeración redundante están dispuestos convenientemente sobre la parte superior del motor de accionamiento eléctrico de submarino.

Cada uno de los dos circuitos de refrigeración, según una forma de realización ventajosa del dispositivo de refrigeración redundante de acuerdo con la invención tiene además una derivación de refrigeración, por medio la cual pueden refrigerarse módulos de inversor asociados al motor de accionamiento de submarino.

- 45 Como refrigerantes en ambos circuitos de refrigeración puede preverse agua adicionada a la que pueden añadirse un agente anticorrosivo y, dado el caso, otros aditivos para la estabilización biológica y química del agua, y que por cada circuito de agua de refrigeración puede refrigerarse por circuito cerrado en un intercambiador térmico agua-agua o en un intercambiador térmico agua-aire por medio de agua de mar.

- 50 El control y la conexión de la bomba principal y bomba pequeña de cada circuito de refrigeración se realiza convenientemente por medio de una unidad de suministro de corriente y de conmutación, cuyas placas de refrigeración propias pueden refrigerarse igualmente por medio de una derivación de refrigeración adicional de cada circuito de refrigeración.

Según una forma de realización ventajosa del dispositivo de refrigeración redundante de acuerdo con la invención los motores de ambas bombas pequeñas se hacen funcionar con una frecuencia de alimentación y/o tensión de alimentación fijas.

5 Según una forma de realización ventajosa adicional del dispositivo de refrigeración redundante de acuerdo con la invención las bombas principales de cada circuito de refrigeración se alimentan a través de inversores para adaptar a través del régimen de revoluciones variable de los motores el caudal al líquido refrigerante y con ello a la cantidad de calor que va a expulsarse. Los motores de las bombas principales se hacen funcionar de tal modo que su régimen de revoluciones y potencia puede adaptarse a la cantidad de calor que va a expulsarse.

10 Mediante el uso de motores asincrónicos trifásicos con rotor de jaula de ardilla se producen soluciones ventajosas. La adaptación de régimen de revoluciones y de potencia de los motores asincrónicos con rotor en cortocircuito puede suceder ventajosamente mediante la variación de la frecuencia de alimentación y/o de la tensión de alimentación y/o mediante el empleo de motores cambiapolos.

Para cada una de las bombas principales y bombas pequeñas está prevista ventajosamente una tensión de alimentación independiente.

15 Cada circuito de refrigeración está equipado convenientemente con un recipiente de expansión para el líquido refrigerante, un equipo para la desgasificación del líquido refrigerante, una conexión de servicio y ventajosamente con una válvula de sobrepresión.

Ventajosamente en cada uno de los dos circuitos de refrigeración para el control de la capacidad de bombeo están previstas sondas de temperatura.

20 Para la seguridad del suministro de refrigerante de acuerdo con la demanda a las unidades constructivas que van a refrigerarse, está dispuesto ventajosamente un regulador de caudal independiente de la presión en cada uno de los dos circuitos de refrigeración aguas arriba del anillo de refrigeración de estator, de los módulos de inversor y de la unidad de suministro de corriente y de conmutación.

25 Según una forma de realización ventajosa adicional del dispositivo de refrigeración redundante de acuerdo con la invención en cada uno de los dos circuitos de refrigeración existe una válvula de tres vías controlada por temperatura.

Además es conveniente cuando en el lado de presión de las bombas pequeñas y de las bombas principales está prevista en cada caso una válvula de retención.

30 Además en un perfeccionamiento ventajoso del dispositivo de refrigeración redundante de acuerdo con la invención en las líneas de unión entre el dispositivo de refrigeración redundante y el motor de accionamiento de submarino pueden estar dispuestos acoplamientos rápidos de bloqueo a ambos lados.

A continuación la invención se explica con más detalle mediante una forma de realización con referencia al dibujo, en cuya única figura está representado básicamente un ejemplo de realización de un dispositivo de refrigeración redundante de acuerdo con la invención.

35 Una forma de realización de un dispositivo de refrigeración redundante de acuerdo con la invención representada en la única figura sirve para refrigerar un motor de accionamiento 1 de submarino.

40 Para ello el dispositivo de refrigeración redundante presenta dos circuitos de refrigeración 2, 3 independientes uno de otro, de los cuales en la única figura el primer circuito de refrigeración 2 está representado a la izquierda del motor de accionamiento 1 de submarino, y el segundo circuito de refrigeración 3 a la derecha del motor de accionamiento 1 de submarino.

45 El primer circuito de refrigeración 2 circula a través de un anillo de refrigeración de estator 4 del motor de accionamiento 1 de submarino, en el ejemplo de realización mostrado en la figura en el sentido de las agujas del reloj, mientras que el segundo circuito de refrigeración 3 circula a través del anillo de refrigeración de estator 4 del motor de accionamiento 1 de submarino en el sentido en contra de las agujas del reloj.

50 Por lo demás, ambos circuitos de refrigeración 2 y 3 son análogos en cuanto a su configuración, de modo que en lo sucesivo únicamente va a explicarse con más detalle el primer circuito de refrigeración 2 en cuanto a sus componentes individuales etc. El segundo circuito de refrigeración 3 está construido de manera análoga, estando diseñadas también sus funciones de manera análoga.

El primer circuito de refrigeración 2 tiene una bomba principal 5 y una bomba pequeña 6, cuya potencia en comparación con la de la bomba principal 5 es esencialmente más baja.

Por medio de la bomba pequeña 6 la circulación de refrigerante puede realizarse en un margen de carga parcial del motor de accionamiento 1 de submarino. La bomba principal 5 del primer circuito de refrigeración 2 permanece desconectada a este respecto.

- 5 La bomba principal 5 del primer circuito de refrigeración 2 en el ejemplo de realización representado funciona por encima del margen de carga parcial del motor de accionamiento 1 de submarino. La bomba pequeña 6 a este respecto puede desconectarse. Los motores 7 y 8 de las bombas pequeña y principal 6 o 5 en el ejemplo de realización representado están realizados como motores asíncronos con rotor en cortocircuito. A ambos motores 7, 8 a la bomba pequeña 6 o bomba principal 5 del primer circuito de refrigeración 2 está asociada una unidad de suministro de corriente y de conmutación 9 cuya parte eléctrica no está representada en la única figura y por medio de la cual puede variarse la frecuencia de alimentación y/o la tensión de alimentación dependiendo de la demanda.

Para los motores 8 de las bombas principales 5 y los motores 7 de las bombas pequeñas 6 de ambos circuitos de refrigeración 2, 3 está prevista en cada caso una tensión de alimentación independiente.

- 15 Entre ambos circuitos de refrigeración 2, 3 redundantes están previstas dos líneas de transferencia 10, 11 que se unen entre sí. En estas dos líneas de transferencia 10, 11 está dispuesta en cada caso una válvula de acoplamiento 12 o 13 cuya inversión puede realizarse a través de una palanca de mano común. Cuando las válvulas de acoplamiento 12, 13 están abiertas, es posible hacer funcionar ambos circuitos de refrigeración 2, 3 por medio de una única bomba principal, por ejemplo por medio de la bomba principal 5, es decir el circuito de refrigerante puede mantenerse en ambos circuitos de refrigeración 2, 3 por medio de una única bomba principal 5. En este estado operativo puede hacerse circular solo una cantidad total de refrigerante más baja en el accionamiento de motor 1 en el submarino, de modo que la potencia del motor de accionamiento 1 de submarino ha de reducirse de manera análoga a la cantidad de calor que puede expulsarse todavía.

- 20 La refrigeración por circuito cerrado del refrigerante se realiza en ambos circuitos de refrigeración 2, 3 por medio de un intercambiador térmico 17 agua-agua en cada caso, en el que el refrigerante de los circuitos de refrigeración 2, 3 se refrigera por circuito cerrado por medio de agua de mar.

- 25 Ambos intercambiadores térmicos 17 agua-agua así como ambas bombas principales 5 y ambas bombas pequeñas 6, recipiente de expansión 21, reguladores de caudal 16, 19, 20 independientes de la presión y toda la grifería necesaria de ambos circuitos de refrigeración 2, 3 están contruidos sobre el motor de accionamiento 1 de submarino.

Los circuitos de refrigeración 2, 3 presentan en cada caso una derivación de refrigeración 14 por medio de la cual pueden refrigerarse módulos de inversor 15 dispuestos en ella. Aguas arriba de los módulos de inversor 15, en esta derivación de refrigeración 14 está dispuesto el regulador de caudal 16 independiente de la presión.

- 35 La unidad de suministro de corriente y de conmutación 9 de cada circuito de refrigeración 2, 3 está dispuesta en una derivación de refrigeración 18 adicional del primer 2 o segundo circuito de refrigeración 3, estando dispuesto aguas arriba de la unidad de suministro de corriente y de conmutación 9 en esta derivación de refrigeración 18 adicional el regulador de caudal 19 adicional independiente de la presión.

- 40 Además, en cada uno de los dos circuitos de refrigeración 2, 3 aguas arriba del anillo de refrigeración de estator 4 del motor de accionamiento 1 de submarino está previsto el regulador de caudal 20 adicional independiente de la presión.

En cada uno de los dos circuitos de refrigeración 2, 3 está presente el recipiente de expansión 21 en el que el líquido refrigerante puede expandirse y puede desgasificarse a través de un equipo de desgasificación 27.

En este recipiente de expansión 21 se encuentra también una conexión de servicio 22, por ejemplo para el llenado de los circuitos de refrigeración 2, 3.

- 45 Para proteger los circuitos de refrigeración 2, 3 en cada uno de los circuitos de refrigeración 2, 3 está presente una válvula de sobrepresión 28.

Además, en el recipiente de expansión 21 está integrado un sensor de temperatura 23 para el control de la bombas pequeña 6 y principal 5 dependiente de la temperatura.

- 50 Dado que en el funcionamiento de solo una bomba principal 5 o bomba pequeña 6 en cada caso en los circuitos de refrigeración 2, 3 debe impedirse la alimentación inversa de las corrientes de refrigerante a través de la bomba principal 5 o bomba pequeña 6 que no están en funcionamiento, en cada caso en las líneas de presión después de la bomba principal 5 y bomba pequeña 6 están integradas válvulas de retención 24 correspondientes.

- 55 Para impedir una condensación en el interior del motor de accionamiento de submarinos 1 durante su funcionamiento la refrigeración por circuito cerrado del líquido refrigerante se controla a través del intercambiador térmico 17 agua-agua por medio de agua de mar a través de una válvula de tres vías 25 controlada por temperatura.

Para facilitar la mantenibilidad y la accesibilidad en el motor de accionamiento 1 de submarino todas las uniones entre los componentes del dispositivo de refrigeración redundante están provistas en la parte superior del motor de accionamiento 1 de submarino y el motor de accionamiento 1 de submarino con acoplamientos rápidos 26 de autobloqueo a ambos lados.

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo de refrigeración redundante para un motor de accionamiento (1) eléctrico de submarino, con un primer circuito de refrigeración (2) y un segundo circuito de refrigeración (3), por medio de los cuales puede evacuarse energía térmica del motor de accionamiento (1) eléctrico de submarino, caracterizado porque los refrigerantes del primer (2) y del segundo circuito de refrigeración (3) en la zona del motor de accionamiento eléctrico de submarino circulan en sentido opuesto entre sí a través de un anillo de refrigeración de estator (4), en el que están dispuestos los circuitos de refrigeración (2, 3), del motor de accionamiento (1) eléctrico de submarino.
2. Dispositivo de refrigeración redundante según la reivindicación 1, en el que en cada circuito de refrigeración (2, 3) están dispuestas una bomba principal (5) y una bomba pequeña (6) con una potencia considerablemente más baja en comparación con la bomba principal (5).
3. Dispositivo de refrigeración redundante según la reivindicación 2, en el que la bomba principal (5) y la bomba pequeña (6) de cada circuito de refrigeración (2, 3) presentan tensiones de suministro independientes unas de otras.
4. Dispositivo de refrigeración redundante según la reivindicación 2 o 3, en el que cada circuito de refrigeración (2, 3) puede hacerse funcionar en un régimen de revoluciones bajo del motor de accionamiento eléctrico (1) de submarino exclusivamente mediante la bomba pequeña (6) asociada a este.
5. Dispositivo de refrigeración redundante según la reivindicación 4, en el que cada circuito de refrigeración (2, 3) puede hacerse funcionar por encima del régimen de revoluciones bajo del motor de accionamiento (1) eléctrico de submarino por medio de la bomba principal (5) asociada a este.
6. Dispositivo de refrigeración redundante según una de las reivindicaciones 1 a 5, entre cuyos dos circuitos de refrigeración (2, 3) redundantes están previstas líneas de transferencia (10, 11), en las que en cada caso está dispuesta una válvula de acoplamiento (12, 13).
7. Dispositivo de refrigeración redundante según la reivindicación 6, en el que la circulación de refrigerante de ambos circuitos de refrigeración (2, 3) unidos entre sí, cuando las válvulas de acoplamiento (12, 13) están abiertas, puede realizarse por medio de una de las dos bombas principales (5), pudiendo adaptarse la potencia de salida del motor de accionamiento (1) eléctrico de submarino a la cantidad de calor que puede expulsarse.
8. Dispositivo de refrigeración redundante según una de las reivindicaciones 1 a 7, cuyas unidades de bombeo redundante, intercambiadores térmicos, grifería, válvulas etc. están dispuestos sobre la parte superior del motor de accionamiento (1) eléctrico de submarino.
9. Dispositivo de refrigeración redundante según una de las reivindicaciones 1 a 8, cuyos dos circuitos de refrigeración (2, 3) presentan en cada caso una derivación de refrigeración (14) por medio de la cual pueden refrigerarse módulos de inversor (15) asociados al motor de accionamiento (1) de submarino.
10. Dispositivo de refrigeración redundante según una de las reivindicaciones 1 a 9, en el que el refrigerante en ambos circuitos de refrigeración (2, 3) puede refrigerarse por circuito cerrado en un intercambiador térmico (17) agua-agua o intercambiador térmico agua-aire en cada caso por medio de agua de mar.
11. Dispositivo de refrigeración redundante según una de las reivindicaciones 2 a 10, en el que a la bomba principal (5) y a la bomba pequeña (6) de cada circuito de refrigeración (2, 3) está asociada una unidad de suministro de corriente y de conmutación (9) cuyas placas de refrigeración propias pueden refrigerarse de una derivación de refrigeración (18) adicional de cada circuito de refrigeración (2, 3).
12. Dispositivo de refrigeración redundante según una de las reivindicaciones 2 a 11, en el que los motores (7) de cada bomba pequeña (6) de cada circuito de refrigeración (2, 3) se hacen funcionar con una tensión de alimentación y/o frecuencia de alimentación fijas.
13. Dispositivo de refrigeración redundante según una de las reivindicaciones 2 a 12, en el que a cada bomba principal (5) de cada circuito de refrigeración (2, 3) se alimenta a través de inversores para adaptar a través del número de revoluciones variable de los motores (8) el caudal al líquido refrigerante y con ello a la cantidad de calor que va a expulsarse.
14. Dispositivo de refrigeración redundante según una de las reivindicaciones 2 a 13, en el que los motores (8) de ambas bombas principales (5) están configurados como motores asincrónicos trifásicos con rotor de jaula de ardilla.
15. Dispositivo de refrigeración redundante según una de las reivindicaciones 2 a 14, en el que para cada bomba principal (5) y bomba pequeña (6) está prevista una tensión de alimentación independiente.
16. Dispositivo de refrigeración redundante según una de las reivindicaciones 1 a 15, en el que cada circuito de refrigeración (2, 3) presenta un recipiente de expansión (21) para el líquido refrigerante.

17. Dispositivo de refrigeración redundante según una de las reivindicaciones 1 a 16, en el que cada circuito de refrigeración (2, 3) presenta un equipo de degasificación (27) y una conexión de servicio (22) para el líquido refrigerante.
- 5 18. Dispositivo de refrigeración redundante según una de las reivindicaciones 1 a 17, en el que cada circuito de refrigeración (2, 3) presenta una válvula de sobrepresión.
19. Dispositivo de refrigeración redundante según una de las reivindicaciones 1 a 18, en el que en cada uno de los dos circuitos de refrigeración (2, 3) está dispuesto un sensor de temperatura (23).
- 10 20. Dispositivo de refrigeración redundante según una de las reivindicaciones 11 a 19, en el que en cada uno de los dos circuitos de refrigeración (2, 3), aguas arriba del anillo de refrigeración de estator (4), aguas arriba de los módulos de inversor (15) y aguas arriba de la unidad de suministro de corriente y de conmutación (9) está dispuesto en cada caso un regulador de caudal (20, 16, 19) independiente de la presión.
21. Dispositivo de refrigeración redundante según una de las reivindicaciones 1 a 20, en el que en cada uno de los dos circuitos de refrigeración (2, 3) está presente una válvula de tres vías (25) controlada por temperatura.
- 15 22. Dispositivo de refrigeración redundante según una de las reivindicaciones 2 a 21, en el que en el lado de presión de las bombas pequeñas (6) y de las bombas principales (5) está presente en cada caso una válvula de retención (24).
23. Dispositivo de refrigeración redundante según una de las reivindicaciones 1 a 22, en el que en los elementos de unión entre el dispositivo de refrigeración redundante y el motor de accionamiento (1) de submarino están dispuestos acoplamientos rápidos (26) de bloqueo a ambos lados.

20

