



19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 311 762**

51 Int. Cl.:  
**H02K 11/02** (2006.01)  
**H02J 3/01** (2006.01)  
**H02M 1/12** (2006.01)  
**H02K 5/16** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **04001644 .6**  
96 Fecha de presentación : **27.01.2004**  
97 Número de publicación de la solicitud: **1445850**  
97 Fecha de publicación de la solicitud: **11.08.2004**

54 Título: **Dispositivo para proteger un cojinete de una máquina eléctrica contra el dañino paso de una corriente.**

30 Prioridad: **07.02.2003 DE 203 01 956 U**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**16.02.2009**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**16.02.2009**

73 Titular/es: **AB. SKF**  
**Hornsgatan 1**  
**415 50 Göteborg, SE**

72 Inventor/es: **Buschbeck, Frank;**  
**Gröschl, Martin y**  
**Preisinger, Gerwin**

74 Agente: **Lehmann Novo, María Isabel**

ES 2 311 762 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

Dispositivo para proteger un cojinete de una máquina eléctrica contra el dañino paso de una corriente.

5 La invención concierne a un dispositivo para proteger un cojinete de una máquina eléctrica contra el paso de una corriente.

10 En máquinas eléctricas, por ejemplo en motores eléctricos que están montados de forma giratoria por medio de un cojinete, existe el riesgo de que se produzca un flujo de corriente a través del cojinete y de que la erosión por chispas ligada a esto conduzca a daños en dicho cojinete. El flujo de corriente a través del cojinete puede producirse debido a que las tensiones aplicadas a los bornes de conexión del motor eléctrico se acoplan con el rotor del motor eléctrico a través de capacidades dispersas, por ejemplo provenientes de los devanados del estator. Los flujos de corriente ligados a esto dan lugar en último término a que se origine en el cojinete una tensión que puede ser mayor que la resistencia a la perforación de la película lubricante del cojinete y, por tanto, puede provocar una erosión por chispas. La situación es especialmente crítica en el caso de motores eléctricos que se hacen funcionar con convertidores de frecuencia, ya que allí se presentan evoluciones de tensiones especialmente altas en forma de impulsos en los bornes de conexión en comparación con la carcasa del motor y el rotor y, por tanto, se originan también tensiones relativamente altas en el cojinete.

20 En general, se protegen cojinetes contra un paso no deseado de corriente previendo un aislamiento eléctrico para impedir el paso de la corriente. No obstante, según las condiciones especiales de aplicación, esto puede estar ligado a un alto coste. Además, un aislamiento eléctrico del cojinete para corriente continua no siempre representa una protección suficiente. Así, por ejemplo bajo corrientes parásitas de alta frecuencia existe el riesgo de que se efectúe un acoplamiento con el cojinete por vía capacitiva.

25 En este contexto, es ya conocido por el artículo técnico "High Frequency Leakage Current Reduction Based on a Common-Mode Voltage Compensation Circuit" en la revista IEEE 1996, páginas 1961 a 1967, el recurso de compensar corrientes parásitas de alta frecuencia con ayuda de un circuito de compensación. El cableado está diseñado en este caso de modo que la compensación tenga lugar ya en la vía de la corriente de potencia, es decir, todavía antes de la carga conectada. Esto tiene el inconveniente de que el circuito de compensación se incorpora en el circuito de la corriente de potencia y, por tanto, sus componentes tienen que diseñarse para potencias relativamente altas. Además, cada componente reactivo incorporado en el circuito de la corriente de potencia, tal como, por ejemplo, una inductancia, una capacidad o un filtro, aumenta el número de frecuencias de resonancia ante cuya inducción pueden presentarse sobretensiones apenas predecibles. Dado que, en caso de que se utilice un convertidor de frecuencia, hay que partir de la consideración de que pueden inducirse en amplio grado todas estas frecuencias de resonancia, existe un alto riesgo de que se produzca una sobretensión de esta clase.

40 Se conoce por el documento JP 100 14 159 A el recurso de reducir o eliminar la corriente a través de un cojinete de un motor eléctrico. Se pretende reducir o eliminar así en un motor eléctrico convencional, sin el empleo de medios especiales para el cuerpo del motor, el daño derivado de la corrosión eléctrica del cojinete originada por el flujo de la corriente. A este fin, un medio para reducir o eliminar la corriente a través del cojinete es conectado en un circuito de corriente cerrado en el que circula esta corriente.

45 La invención se basa en el problema de proteger un cojinete de una máquina eléctrica contra el paso de una corriente.

Este problema se resuelve por medio de la combinación de características de la reivindicación 1.

50 La invención se utiliza en una máquina eléctrica que presenta un rotor y un estator que está montado de forma giratoria con relación al estator por medio de al menos un cojinete. El dispositivo según la invención se caracteriza porque están previstos un circuito de compensación para generar una corriente de compensación destinada a compensar una corriente parásita a través del cojinete producida durante el funcionamiento de la máquina eléctrica y un elemento de acoplamiento para acoplar directa o indirectamente la corriente de compensación con el cojinete.

55 La invención tiene la ventaja de que se garantiza así una protección fiable del cojinete contra el paso de una corriente y, por tanto, contra un daño potencial inherente del cojinete. La medida de protección se aplica concretamente al sitio que debe ser protegido, es decir, al cojinete. Se puede mantener así relativamente pequeño el coste de la materialización del dispositivo según la invención, ya que el dispositivo tiene que ser diseñado en su potencia no para el funcionamiento de la máquina eléctrica, sino únicamente para la compensación de la corriente parásita a través del cojinete. En consecuencia, otra ventaja de la invención consiste en que el dispositivo conforme a la invención se puede materializar en amplio grado con independencia de la clase de potencia de la máquina eléctrica y se puede incorporar también posteriormente en una instalación existente, ya que no se interviene en el sistema de activación de la máquina eléctrica.

65 El circuito de compensación puede presentar un punto neutro artificial para proporcionar una tensión de punto neutro, al que se apliquen las tensiones de fase previstas para el funcionamiento de la máquina eléctrica. El punto neutro artificial está formado en general por tres impedancias iguales. De esta manera, se puede proporcionar con medios relativamente sencillos una señal de referencia para la compensación.

## ES 2 311 762 T3

Asimismo, el circuito de compensación puede presentar un transformador de inversión de polaridad al que se alimenta total o proporcionalmente por el lado del primario la tensión del punto neutro y que genere por el lado del secundario una tensión de fase contraria a la de la tensión del punto neutro. El circuito de compensación puede presentar especialmente una etapa de adaptación de amplitud que esté conectada entre el neutro artificial y el transformador de inversión de polaridad y que aplique al transformador de inversión de polaridad una fracción ajustable de la tensión del punto neutro. El transformador de inversión de polaridad puede presentar varias tomas de devanado. Asimismo, el transformador de inversión de polaridad puede estar unido por el lado del secundario con una entrada de una etapa de adaptación de respuesta de frecuencia que sirva para ajustar la respuesta de frecuencia de la corriente de compensación a la corriente parásita. Los componentes anteriormente descritos son todos ellos módulos estándar que se pueden obtener en las más diferentes formas de realización, de modo que es posible sin problemas una construcción óptima del dispositivo según la invención para el respectivo caso de aplicación.

La salida de la etapa de adaptación de la respuesta de frecuencia está unida con el elemento de acoplamiento. El elemento de acoplamiento está dispuesto aquí especialmente de modo que se produzca un acoplamiento de la corriente de compensación con un árbol de rotor con el que el rotor está montado de forma giratoria en el cojinete. El elemento de acoplamiento está concebido preferiblemente como un condensador. De esta manera, la corriente de compensación puede ser acoplada sin contacto con el árbol, y, por tanto, con el cojinete, con lo que, al producirse el acoplamiento de la corriente de compensación, no se presentan problemas de desgaste en el elemento de acoplamiento.

Se explica seguidamente la invención haciendo referencia al ejemplo de realización representado en el dibujo.

La única figura muestra un ejemplo de realización del circuito de compensación según la invención que está integrado en un circuito para activar un motor eléctrico. La activación del motor eléctrico se realiza por medio de un convertidor de frecuencia 1 que suministra por el lado de salida tres tensiones de fase U, V y W que se aplican en forma de un circuito en estrella a un primer devanado de estator 2, un segundo devanado de estator 3 y un tercer devanado de estator 4, es decir que cada uno de los tres devanados 2, 3 y 4 está unido con una de las salidas del convertidor de frecuencia 1 por medio de un extremo al que se aplica una de las tensiones U, V o W. Los otros respectivos extremos de los tres devanados de estator 2, 3 y 4 están unidos entre ellos. Aparte de los devanados de estator 2, 3 y 4, el motor eléctrico presenta un rotor 5 con un árbol de rotor 6 que está montado de forma giratoria con relación a los devanados de estator 2, 3 y 4 por medio de un rodamiento 7. El rodamiento 7 presenta un aro interior 8, un aro exterior 9 y unos cuerpos rodantes 10 dispuestos entre el aro interior 8 y el aro exterior 9. El aro interior 8 está unido con el árbol 6 del rotor de manera solidaria en rotación y eléctricamente conductora. El aro exterior 9 puede estar encajado a presión, por ejemplo, en un taladro de una carcasa 11 representada solo de manera simbólica y, por tanto, puede estar unido con la carcasa 11 de manera solidaria en rotación y eléctricamente conductora. El árbol 6 del rotor está soportado en general por medio de al menos otro rodamiento 7, si bien éste, en aras de una mayor claridad, no se ha representado en la figura 1.

El conexionado descrito o la constitución descrita del motor eléctrico tienen la consecuencia de que está presente una serie de capacidades dispersas. A pesar de un aislamiento para corriente continua, se pueden acoplar las respectivas tensiones a través de dichas capacidades. En la figura 1 se han representado las capacidades dispersas -hasta donde que son relevantes para la invención- por medio de un respectivo símbolo de conexión para un condensador. En particular, entre el primer devanado de estator 2 y el rotor 5 existe una primera capacidad dispersa 12, entre el segundo devanado de estator 3 y el rotor 5 existe una segunda capacidad dispersa 13 y entre el tercer devanado de estator 4 y el rotor 5 existe una tercera capacidad dispersa 14. Asimismo, mediante el rodamiento 7 se forma una cuarta capacidad dispersa 15 que actúa en último término entre el aro exterior 9 y el árbol 6 del rotor. Por último, existe todavía una quinta capacidad dispersa 16 entre el rotor 5 y la carcasa 11. Las capacidades dispersas 12, 13, 14, 15 y 16 tienen la consecuencia de que, debido a la tensión del punto neutro que se aplica en la zona de la conexión conjunta de los tres devanados de estator 2, 3 y 4, circula una corriente parásita capacitiva no deseada entre los tres devanados 2, 3 y 4 del estator y el rotor 5 y, por tanto, también el árbol 6 del rotor. Por consiguiente, se produce un flujo de corriente entre el rotor 5 o el árbol 6 del rotor y la carcasa 11 puesta a tierra. Esta corriente parásita hace que se origine entre el rotor 5 y la carcasa 11 y, por tanto, también en el rodamiento 7 o en los rodamientos 7 una tensión  $U_L$  que, sin necesidad de más medidas, es a menudo mayor que la resistencia a la perforación de la película lubricante en el rodamiento 7, la cual asciende típicamente a alrededor de 0,5 voltios. La tensión  $U_L$  presenta típicamente valores de 3 a 7% de las tensiones aplicadas a los devanados de estator con respecto a la carcasa 11. Por tanto, mediante la tensión  $U_L$  aplicada al rodamiento 7 se puede provocar una erosión por chispas que puede conducir a que resulta dañado el rodamiento 7.

Esto se impide por medio de los componentes de circuito descritos en lo que sigue, con cuya ayuda se acopla capacitiva con el árbol 6 del rotor una corriente de igual magnitud, pero de fase contraria con respecto a la corriente parásita. Para la generación de la corriente de compensación está previsto, entre otras cosas, un punto neutro artificial 17 en el que se reúnen, a través de sendos condensadores, las líneas de alimentación que van del convertidor de frecuencia 1 a los devanados 2, 3 y 4 del estator. En la salida 24 del punto neutro artificial 17 se produce una tensión idéntica a la que se presenta en el interior del motor debido a las capacidades dispersas 12, 13 y 14. La tensión  $U_L$  resulta de la división de tensión capacitiva entre las capacidades dispersas 12, 13, 14, por un lado, y 15, 16, por otro lado. En el punto neutro 17 está aplicado un adaptador de amplitud 18 que está unido también con la carcasa 11. El adaptador de amplitud 18 presenta una toma variable con cuya ayuda se puede tomar una fracción deseada de la tensión descargada desde el punto neutro artificial 17. La toma variable del adaptador de amplitud 18 está unida con un devanado primario 19 de un transformador 20 de inversión de polaridad que está conectado también a la carcasa 11. Un devanado secundario 21 del transformador 20 de inversión de polaridad está conectado también, por un lado,

## ES 2 311 762 T3

a la carcasa 11 y, por otro, a una entrada de un adaptador de respuesta de frecuencia 22. El sentido de arrollamiento del devanado primario 19 y del devanado secundario 21 del transformador 20 de inversión de polaridad discurre en dirección contraria, de modo que en el devanado secundario 21 se entrega una tensión que es inversa de la tensión aplicada al devanado primario 19. El adaptador de respuesta de frecuencia 22 está unido por el lado de salida con un condensador de acoplamiento 23 en el que uno de sus electrodos está conectado al árbol 6 del rotor. Asimismo, el adaptador de respuesta de frecuencia 22 está unido todavía con la carcasa 11.

En lugar de prever como componente propio un adaptador de amplitud 18, la función de éste puede estar integrada también en el transformador 20 de inversión de polaridad. A este fin, se une el devanado primario 19 del transformador 20 de inversión de polaridad con el punto neutro 17 y la carcasa 11, y en el devanado secundario están previstas varias tomas de conexión, con lo que la amplitud de la tensión que se alimenta al adaptador de respuesta de frecuencia 22 puede ser variada mediante la elección de una toma de conexión adecuada.

Para la compensación de las corrientes parásitas acopladas con el rotor 5 se procede en particular de la manera siguiente: Con ayuda del adaptador de amplitud 18 se alimenta al transformador 20 de inversión de polaridad una fracción adecuada de la tensión aplicada al punto neutro artificial 17 y se genera de esta manera una tensión de polaridad inversa. Para el tratamiento ulterior se emplea así solamente una fracción de la tensión entregada en el punto neutro artificial 17 y, por consiguiente, los componentes utilizados para ello han de diseñarse solamente también para esta fracción de la tensión. El adaptador de respuesta de frecuencia 22 adapta la respuesta de frecuencia de la corriente resultante de esta tensión a la de la corriente parásita para permitir una compensación lo más exacta posible. La corriente de compensación generada de esta manera es alimentada al árbol 6 del rotor a través del condensador de acoplamiento 23 y corresponde cuantitativamente en el caso ideal a la suma de todas las corrientes parásitas alimentadas al rotor 5, de modo que, como consecuencia del signo invertido, no se produce en conjunto ninguna alimentación de corriente neta al rotor 5 o en todo caso se produce una pequeña alimentación de esta corriente. Por tanto, en el rodamiento 7 o en los rodamientos 7 se aplica en todo caso una pequeña tensión  $U_L$  que no es suficiente para producir daños en el rodamiento 7. El acoplamiento de la corriente de compensación con el árbol 6 del rotor puede efectuarse sin piezas de desgaste mediante una construcción adecuada del condensador 23 como condensador aislado por aire en forma de un elemento enchufable sobre el árbol 6 del rotor. Como alternativa de esto, es posible de la misma manera acoplar en otro sitio la corriente de compensación al rotor 5 o al aro interior 8 del rodamiento 7.

30

### **Símbolos de referencia**

1	Convertidor de frecuencia
35 2	Primer devanado de estator
3	Segundo devanado de estator
4	Tercer devanado de estator
40 5	Rotor
6	Árbol del rotor
45 7	Rodamiento
8	Aro interior
9	Aro exterior
50 10	Cuerpo rodante
11	Carcasa
55 12	Primera capacidad dispersa
13	Segunda capacidad dispersa
14	Tercera capacidad dispersa
60 15	Cuarta capacidad dispersa
16	Quinta capacidad dispersa
65 17	Punto neutro artificial
18	Adaptador de amplitud

## ES 2 311 762 T3

19	Devanado primario
20	Transformador de inversión de polaridad
5 21	Devanado secundario
22	Adaptador de respuesta de frecuencia
23	Condensador de acoplamiento
10 24	Salida del punto neutro artificial

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

REIVINDICACIONES

5 1. Dispositivo para proteger un cojinete (7) de una máquina eléctrica contra el dañino paso de una corriente, presentando la máquina eléctrica un estator (11) y un rotor (5) que está montado de forma giratoria con relación al estator (11) por medio de al menos un cojinete (7), **caracterizado** porque están previstos un circuito de compensación para generar una corriente de compensación destinada a compensar una corriente parásita a través del cojinete (7) originada durante el funcionamiento de la máquina eléctrica y un elemento de acoplamiento (23) para acoplar directa o indirectamente la corriente de compensación con el cojinete (7).

10 2. Dispositivo según la reivindicación 1, **caracterizado** porque el circuito de compensación presenta un punto neutro artificial (17) para proporcionar una tensión de punto neutro, al cual se aplican las tensiones de fase previstas para el funcionamiento de la máquina eléctrica.

15 3. Dispositivo según la reivindicación 2, **caracterizado** porque el punto neutro artificial (17) está formado por tres impedancias iguales.

20 4. Dispositivo según una de las reivindicaciones 2 ó 3, **caracterizado** porque el circuito de compensación presenta un transformador (20) de inversión de polaridad al que se alimenta total o proporcionalmente por el lado del primario la tensión del punto neutro y el cual genera por el lado del secundario una tensión de fase contraria a la tensión del punto neutro.

25 5. Dispositivo según la reivindicación 4, **caracterizado** porque el circuito de compensación presenta una etapa adaptadora de amplitud (18) que está conectada entre el punto neutro artificial (17) y el transformador (20) de inversión de polaridad y que aplica a ese transformador (20) de inversión de polaridad una fracción ajustable de la tensión del punto neutro.

30 6. Dispositivo según una de las reivindicaciones 4 ó 5, **caracterizado** porque el transformador (20) de inversión de polaridad presenta por el lado del secundario varias tomas de devanado.

35 7. Dispositivo según una de las reivindicaciones 4 a 6, **caracterizado** porque el transformador (20) de inversión de polaridad está unido por el lado del secundario con una entrada de una etapa adaptadora de respuesta de frecuencia (22) que sirve para ajustar la respuesta de frecuencia de la corriente de compensación a la corriente parásita.

40 8. Dispositivo según la reivindicación 7, **caracterizado** porque la salida de la etapa adaptadora de respuesta de frecuencia (22) está unida con el elemento de acoplamiento (23).

45 9. Dispositivo según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque el elemento de acoplamiento (23) está dispuesto de modo que se produzca un acoplamiento de la corriente de compensación con el árbol (6) del rotor con el cual este rotor (5) está montado de forma giratoria en el cojinete (7).

50 10. Dispositivo según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque el elemento de acoplamiento (23) está realizado en forma de un condensador.

45

50

55

60

65

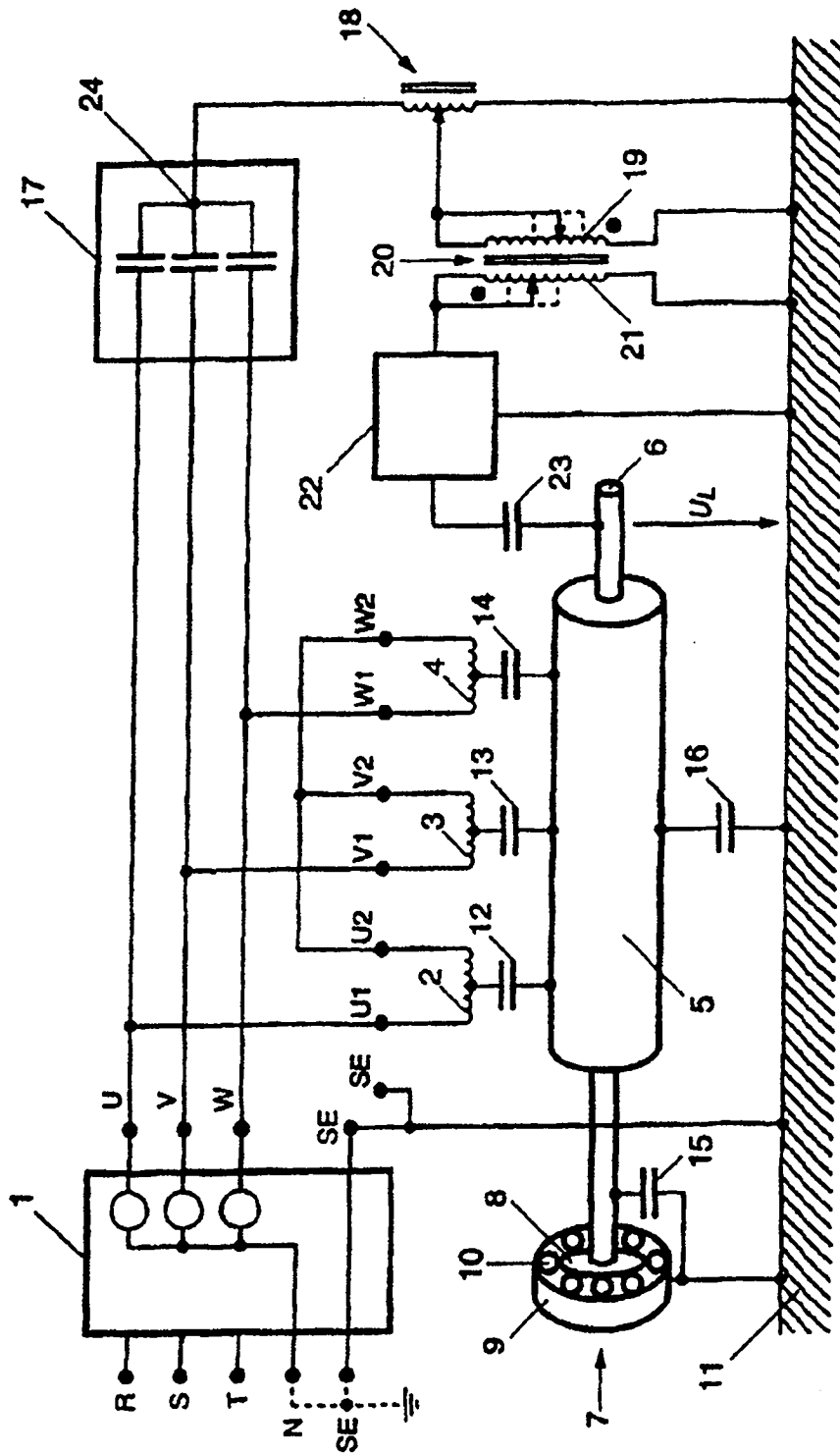


Fig.