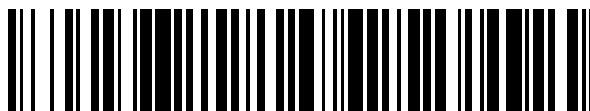


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 732 884**

51 Int. Cl.:

H02K 11/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **01.03.2010 PCT/EP2010/001258**

87 Fecha y número de publicación internacional: **09.09.2011 WO11107109**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **01.03.2010 E 10708494 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.05.2019 EP 2514078**

54 Título: **Procedimiento para vigilar la función de puesta a tierra y utilización del procedimiento**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
26.11.2019

73 Titular/es:
**SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT (100.0%)
Werner-von-Siemens-Strasse 1
80333 München, DE**

72 Inventor/es:
**HASSEL, JÖRG;
PROBOL, CARSTEN;
STECKENBORN, ARNO;
THEILE, OLIVER y
TISCHMACHER, HANS**

74 Agente/Representante:
LOZANO GANDIA, José

ES 2 732 884 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

Procedimiento para vigilar la función de puesta a tierra y utilización del procedimiento

- 5 La presente invención se refiere a un procedimiento para vigilar una función de puesta a tierra de una máquina eléctrica con un estator, un rotor, un eje, al que está fijado el rotor y un dispositivo de puesta a tierra para poner a tierra el eje.
- 10 Las máquinas eléctricas pueden tener escobillas de puesta a tierra, para mantener por ejemplo el rotor libre de potencial (por ejemplo en centrales de energía eólica). Además se utilizan máquinas eléctricas por ejemplo en vehículos ferroviarios, en los que la corriente de servicio se evacúa desde el rotor mediante escobillas de puesta a tierra. Por razones de funcionamiento y/o de protección es necesario vigilar continuamente la función de puesta a tierra de las escobillas de puesta a tierra.
- 15 La vigilancia de las escobillas de puesta a tierra en cuanto a si su longitud residual es demasiado corta sólo puede realizarse actualmente mediante sistemas mecánicos. Al respecto se abre mediante un microrruptor un contacto tan pronto como la longitud de la escobilla es inferior a una longitud mínima. No es posible actualmente una vigilancia de la capacidad de poner a tierra escobillas de puesta a tierra.
- 20 Tal como ya se ha indicado antes, las escobillas se utilizan en la técnica en general para transmitir energía eléctrica a partes móviles del sistema completo. Al respecto se establece una conexión a través de contactos deslizantes, que están sometidos a un desgaste. En muchas aplicaciones (por ejemplo accionamientos para ferrocarriles) debe cerrarse el circuito del motor hacia la subestación a través de la vía. Puesto que la vía tiene la función del conductor de retorno, debe transmitirse toda la corriente del motor a través del cojinete de la rueda al contacto rueda-carril. Para evitar una conducción de la corriente a través del rodamiento y evitar una destrucción rápida de este componente, se puentea el cojinete mediante un contacto deslizante de las escobillas. Al respecto es importante para lograr una larga duración vigilar la función de puesta a tierra en cuanto a chisporroteo en las escobillas, funcionamiento de la escobilla de puesta a tierra y corrientes elevadas no especificadas en sistemas de puesta a tierra.
- 30 Las escobillas de puesta a tierra no se vigilan actualmente de forma continuada. Debido a su duración limitada y a fallos antes de la duración especificada, por ejemplo debido a sobrecargas eléctricas y mecánicas, se realizan las escobillas de puesta a tierra en parte redundantes y se comprueban con regularidad. Entonces se realiza la toma de corriente de los ejes mecánicos a través de escobillas de contacto especiales y no a través de los cojinetes de los ejes. En general, cuando se trata de una locomotora de cuatro ejes, sirven tres ejes para la toma de corriente y el cuarto eje para la puesta a tierra de la locomotora. La escobilla del cuarto eje está conectada con la carcasa de la locomotora. Se compara la suma de las intensidades de corriente de las tres escobillas de puesta a tierra con la intensidad de la corriente de tracción. Si la diferencia entre la intensidad de la corriente de tracción y la corriente de puesta a tierra de los tres ejes no es cero (corriente de defecto), entonces tiene que existir un defecto en el sistema de puesta a tierra. De esta manera se realiza la función de un interruptor de protección por corriente de defecto, que en el caso de un contacto a tierra (contacto de la carcasa) provoca el disparo del interruptor principal de la locomotora.
- 35 En el caso de la puesta a tierra de máquinas eléctricas, cuando se ha reparado demasiado tarde una escobilla de puesta a tierra defectuosa, pueden haberse originado ya como consecuencia daños en un eje del motor o del generador. Un ejemplo de ello son transiciones de la corriente inadmisiblemente altas en rodamientos (corrientes de cojinete). También pueden verse afectadas la protección de las personas y la protección de rodamientos en máquinas conectadas (por ejemplo de un sistema de transmisión o de un equipo de medición). Además pueden originar problemas también corrientes involuntarias elevadas en el sistema de puesta a tierra. Estas corrientes pueden ser provocadas por inducción magnética, diferencias de potencial eléctrico o corrientes parásitas en la vía cuando se trata de vehículos ferroviarios y pueden originar corrientes de cojinete o funcionamiento incorrecto debido a influencias electromagnéticas.
- 45 Por el documento EP 0 271 678 se conoce ya la práctica, para eliminar puntas de tensión, de prever adicionalmente a la escobilla de puesta a tierra en el lado de accionamiento una segunda escobilla de puesta a tierra en el lado de no accionamiento.
- 60 También el documento DE 197 42 622 describe un equipo similar, en el que tanto en el lado de accionamiento como también en el lado de no accionamiento (aquí lado de la turbina y de la excitatriz) están montadas escobillas de carbón, estando conectado en el lado de la excitatriz un equipo de medición de la corriente.
- 65 El documento EP 0 494 446 describe un rodamiento aislado eléctricamente, en particular en un vehículo ferroviario con un dispositivo de puesta a tierra y una resistencia de protección para evitar un flujo de corriente en el cojinete de la rueda.
- El objetivo de la presente invención consiste en una mejor vigilancia de la función de puesta a tierra de un dispositivo de puesta a tierra de una máquina eléctrica.

En el marco de la invención se logra este objetivo con un procedimiento que presenta las características de la reivindicación 1 y mediante la utilización de este procedimiento para vigilar la función de puesta a tierra de un vehículo ferroviario según las reivindicaciones 2 y 3.

5 Ventajosamente se capta por lo tanto la corriente de puesta a tierra de una máquina eléctrica, cuya clase y magnitud permiten conclusiones relativas a la función de puesta a tierra del dispositivo de puesta a tierra. Con la vigilancia continua de la corriente de puesta a tierra puede garantizarse así una vigilancia continua de la función de puesta a tierra.

10 Con preferencia puede medirse la corriente de puesta a tierra con el equipo de medida sin contacto. En particular es posible captar con el equipo de medida un campo magnético o un campo eléctrico originado por la corriente de puesta a tierra. Con este método de medición sin contacto es posible una medición sin desgaste. Alternativamente puede presentar el equipo de medida una pinza amperimétrica. Con ella es posible una medición sin perturbaciones independientemente de campos eléctricos y magnéticos exteriores.

15 La corriente de puesta a tierra se mide con el equipo de medida en una gama de frecuencias de 10 kHz a 10 MHz. En esta gama suele resultar un acoplamiento suficientemente alto y los efectos de la propagación no tienen aún gran importancia.

20 El dispositivo de puesta a tierra presenta una escobilla de puesta a tierra, cuya corriente de puesta a tierra se determina indirectamente mediante el equipo de medida por medio de la caída de tensión en la misma. De esta manera puede vigilarse con gran precisión la calidad de la escobilla de puesta a tierra. Además puede presentar el equipo de medida una resistencia de shunt, a través de la cual fluye la corriente de puesta a tierra que se mide mediante el equipo de medida. Una tal resistencia de medida puede integrarse fácilmente en el sistema y la tensión que cae a través de la misma puede vigilarse igualmente con facilidad.

25 En una aplicación preferida está equipado un vehículo ferroviario con la máquina eléctrica antes citada y el vehículo ferroviario tiene además un cojinete de rueda, que se puentea eléctricamente mediante el dispositivo de puesta a tierra, con lo que una corriente de puesta a tierra de la máquina eléctrica se evacúa según lo prescrito a través del dispositivo de puesta a tierra y no a través del cojinete de rueda. Así pueden evitarse, según se pretende, corrientes de cojinete.

30 En una forma de ejecución especial, presenta el vehículo ferroviario una resistencia de protección frente a corrientes elevadas, discurriendo la corriente de puesta a tierra a través de la resistencia de protección y midiendo o determinando el equipo de medida la corriente de puesta a tierra en la resistencia de protección.

35 La presente invención se describirá a continuación más en detalle en base a los dibujos adjuntos, en los cuales muestran:

40 figura 1 un esquema de una máquina eléctrica con dispositivo de puesta a tierra y de vigilancia y
45 figura 2 un esquema básico para vigilar la función de puesta a tierra de un dispositivo de puesta a tierra de una máquina eléctrica.

Los ejemplos de ejecución descritos a continuación más en detalle son formas de realización preferidas de la presente invención.

50 En el ejemplo de la figura 1 se representa una máquina eléctrica, aquí un motor eléctrico, que presenta un estator 1 y un rotor 2. El rotor 2 está montado sobre un eje 3. El eje 3 está apoyado con ayuda de dos cojinetes 4 en el estator 1.

55 En la máquina eléctrica se dibujan además componentes de esquema eléctrico equivalente para determinar las corrientes de cojinete. Por un lado existe una capacidad CWG entre los devanados del estator y la carcasa. Además existe una capacidad CWR entre los devanados del estator y del rotor. Además resulta una capacidad CRG entre el rotor y la carcasa. Entre el eje 3 y la carcasa puede medirse además una impedancia Zw. Una tensión Common-Mode (de modo común), usual en el funcionamiento como convertidor en los devanados del estator, se "divide" mediante el divisor de tensión capacitivo sobre el eje (BVR). La consecuencia son tensiones en el cojinete. Cuando la película lubricante del cojinete ya no puede soportar la tensión, aparece un arco eléctrico, que origina corrientes de cojinete. En la figura 1 puede verse además que la carcasa de la máquina eléctrica está puesta a tierra. Además, se pone a tierra también el eje 3 con ayuda de una escobilla 5. Dado el caso no posee el propio motor ninguna escobilla de puesta a tierra, pero la máquina eléctrica en su conjunto posee por ejemplo en un juego de
60 ruedas un dispositivo de puesta a tierra que ha de vigilarse. La función de puesta a tierra de la escobilla 5 se vigila aquí sin contacto con ayuda de un equipo de medida 6 y un dispositivo de vigilancia 7. El dispositivo de vigilancia 7 emite hacia el exterior una señal de vigilancia S correspondiente, con la cual
65 bien se controla la máquina eléctrica o bien se transmite al operador un mensaje correspondiente.

5 Pese a la problemática ya existente desde hace décadas de poder vigilar suficientemente la función de puesta a tierra, no existía hasta ahora ningún remedio realmente satisfactorio para ello. El inventor detectó que la suposición difundida de que a través de una escobilla de puesta a tierra no cae tensión alguna a excepción de en el contacto deslizando, es falsa. Con ello puede realizarse ahora una vigilancia continua de la función de puesta a tierra.

10 La realización de la vigilancia de la escobilla de puesta a tierra o bien de la función de puesta a tierra puede realizarse por ejemplo con un sistema de medida que está en condiciones de detectar sin contacto potenciales de tensión de CA y CC. Utilizando, por ejemplo montando este sensor en la cubierta fija del cojinete del estator de la máquina eléctrica, puede detectarse un potencial que aparezca en el eje antes de que se genere una corriente en el cojinete. Cuando la escobilla no deriva ya el potencial, puede vigilarse así el funcionamiento de la escobilla.

15 Una caída de tensión resultante de la corriente de puesta a tierra puede medirse por ejemplo en partes de una escobilla de puesta tierra estándar 5 o de una resistencia de shunt adicional. La caída de tensión es entonces por ejemplo un índice relativo a si la escobilla durará aún bastante o bien si está ensuciada. Pueden lograrse resultados especialmente buenos cuando se mide una caída de tensión en determinadas frecuencias, tal como describiremos posteriormente más en detalle.

20 Otra realización de la vigilancia puede consistir en observar una caída de tensión a través de una resistencia de puesta a tierra en funcionamiento. Una tal resistencia de puesta a tierra es por ejemplo una resistencia de protección en una puesta a tierra de protección, por ejemplo 50 mOhm en vehículos ferroviarios. Si cae la tensión en esta resistencia de protección bajo un determinado valor de umbral, que ha de tener en cuenta el estado de servicio (“¿están conectados entes perturbadores?”) y que puede tener en cuenta gamas de frecuencias o evoluciones en el tiempo o bien formas de impulso, entonces es defectuosa la puesta a tierra.

30 En una forma de realización puede estar prevista para la medición de la corriente de puesta a tierra una escobilla de medida separada. En otra forma de realización se utiliza una única escobilla tanto para la puesta a tierra como también para la medición. En este caso puede estar previsto un conmutador, para conmutar en uno y otro sentido entre el modo de funcionamiento general y un modo de medida. En otra forma de realización de una máquina eléctrica existen varias escobillas de puesta a tierra y una de ellas se utiliza (también) para la medición. Independientemente de ello, puede existir para vigilar la función de puesta a tierra también un sensor de longitud, para vigilar la longitud de la escobilla.

35 La comprobación de la calidad de la función de puesta a tierra puede ser importante para los cojinetes de rueda. En particular en vehículos ferroviarios es necesaria una tal vigilancia de los cojinetes de rueda. Allí puentea la escobilla de puesta a tierra el cojinete de rueda y sirve a la corriente de marcha como línea de retorno a través del contacto rueda-carril. Cuando existe un defecto, aumenta la resistencia del contacto de puesta a tierra y podría multiplicarse el paso de la corriente a través del propio cojinete de rueda. Esto destruiría el cojinete en poco tiempo.

40 También eventuales bucles de corriente dentro de la máquina eléctrica pueden originar efectos indeseados. Por ello se evitan en lo posible bucles de corriente. Mediante la medición de las corrientes de puesta a tierra pueden detectarse también, en determinadas circunstancias, bucles de corriente. Esta función adicional en la vigilancia de la calidad de la puesta a tierra puede ser muy ventajosa en algunas aplicaciones.

45 Las escobillas de puesta a tierra significan para las corrientes que fluyen a través de las mismas una impedancia. Ésta viene formada por: el material, el contacto deslizando, el cable trenzado de cobre, que se asienta en el contacto de presión en el material de la escobilla, el contacto de presión (éste puede empeorar durante el funcionamiento debido a vibraciones) y el contacto cable trenzado-carcasa del motor. Un posible empeoramiento de la función de puesta a tierra durante el funcionamiento va unido con un empeoramiento de las condiciones de contacto deslizando. El polvo, el aceite, la corrosión y otros pueden ser la razón de la alteración. Un empeoramiento de las condiciones de contacto implica siempre una variación de la corriente que fluye a través de la escobilla. Cuando se mide esta corriente (por ejemplo mediante una resistencia de shunt) y se compara con los valores durante la puesta en servicio del accionamiento (condiciones de contacto ideales), puede derivarse de ello un dictamen sobre la capacidad de puesta a tierra de la escobilla. Además del simple valor de medida en forma de RMS (Route Mean Square, valor cuadrático medio, valor efectivo) y valores PK (valor Peak o de pico), pueden compararse aquí con el procedimiento de acuerdo con la invención también clasificaciones de histograma de la corriente a lo largo de un periodo definido más largo.

65 Cuando se utiliza un sistema de medida como un equipo para vigilar corrientes de cojinete, por ejemplo el “sensor de corrientes de cojinete”, que se basa en mediciones de la simple tensión de cojinete, es posible separar entre sí las labores de medición y de puesta a tierra mediante un interruptor. Actualmente sólo puede utilizarse el sensor de corriente de cojinete mediante una medición de tensión con potencial por medio de escobillas. No obstante una escobilla utilizada exclusivamente para fines de medida repercute negativamente sobre el volumen y los costes de una máquina eléctrica.

En relación con la figura 2 se describirá ahora más en detalle cómo puede realizarse básicamente la medición de la corriente de puesta a tierra. Para ello se representa un conductor eléctrico (por ejemplo para una tierra de protección), que está puesta a tierra por ambos lados. Mediante un campo eléctrico 9 o bien un campo magnético 10 puede inducirse en el conductor 8 una corriente de dispersión IS. En particular mediante acoplamientos inductivos parásitos (es decir, mediante el campo magnético de dispersión 10 por ejemplo de motores o líneas frente a estructuras que están conectadas eléctricamente con la tierra de protección) o acoplamientos capacitivos parásitos (es decir, mediante el campo eléctrico de dispersión 9, por ejemplo entre el devanado del estator de motores y la carcasa del motor o entre un conductor de un cable del motor y su blindaje), conduce el conductor de protección 8 siempre corrientes eléctricas de dispersión de alta frecuencia IS, sin que exista una falta de aislamiento. Estas corrientes de alta frecuencia originan una caída de tensión a través de una escobilla de puesta a tierra, una resistencia de shunt adicional o una resistencia de protección en la tierra de protección y/o el conductor de protección 8. La escobilla de puesta a tierra se simboliza en la figura 2 mediante una impedancia Zb. La misma tiene por lo general una componente compleja, por ejemplo una inductividad parásita. Mediante la misma puede medirse una caída de tensión Ub.

No obstante, la corriente de puesta a tierra puede determinarse también, tal como se ha mencionado antes, con ayuda de una resistencia de shunt adicional o de una resistencia de protección, que se simbolizan en la figura 2 con la impedancia Zs. La impedancia tiene también una componente compleja, por ejemplo una inductividad parásita. Para determinar la corriente de puesta a tierra se mide también aquí la caída de tensión Us.

La caída de tensión se mide en una gama de frecuencias de 10 kHz a 10 MHz. Para frecuencias aún más bajas, el acoplamiento es a menudo bajo (excepción: acoplamientos inductivos de grandes intensidades de corriente por ejemplo a la frecuencia del motor). Para frecuencias más altas puede fluir una corriente por la resistencia de protección debido a efectos de propagación, aún cuando la escobilla de puesta a tierra esté defectuosa (ejemplo: transformador lambda/4, caso especial A/4: a 30 MHz "vería" una resistencia de puesta a tierra con una línea de 2,5 m de longitud un cortocircuito frente a tierra, aún cuando la escobilla de puesta a tierra estuviese defectuosa y representaría un circuito abierto respecto a masa). No obstante mediante una costosa técnica/evaluación sería posible también una medición a frecuencias más altas.

Alternativamente puede medirse la intensidad de la corriente en el sistema de línea de protección también directamente mediante un sensor de corriente. Esta medición de la corriente de dispersión sobre la tierra de protección puede realizarse por ejemplo con una pinza amperimétrica, que no obstante es muy costosa. El sensor de corriente se señala en la figura 2 con la referencia 11 (no es parte de la invención que se reivindica).

Además puede medirse la corriente de puesta tierra también indirectamente mediante sus repercusiones, es decir, el campo eléctrico y el campo magnético. Para ello se indican en la figura 2 un sensor 12 para el campo magnético y otro sensor 13 para el campo eléctrico (no son parte de la invención que se reivindica).

Las corrientes eléctricas indeseadas o incluso inadmisiblemente altas en bucles de corriente, por ejemplo debido a campos eléctricos, pueden medirse igualmente mediante mediciones de la corriente o mediciones indirectas a través del campo magnético o caída de tensión en una resistencia de shunt.

Mediante la vigilancia continua que de esta manera es posible pueden evitarse daños y estados peligrosos en la máquina eléctrica. Además pueden alargarse los intervalos de mantenimiento. Por ejemplo en centrales de energía eólica es necesaria una puesta a tierra del eje del generador para evitar elevadas corrientes de cojinete en los rodamientos. Un funcionamiento incorrecto puede así descubrirse antes de que se dañe el cojinete debido a la formación de estrías. Esto se logra en definitiva evaluando la corriente de puesta a tierra medida por medio de una electrónica o circuito lógico conectada/o a continuación. Dado el caso puede proporcionarse el entonces la correspondiente información por ejemplo relativa a intervalos de mantenimiento. Opcionalmente puede utilizarse la intensidad de corriente medida también directamente para controlar la máquina eléctrica, por ejemplo para una desconexión forzosa.

Lista de referencias

- 60 1 estator
- 2 rotor
- 3 eje
- 4 cojinete
- 5 escobilla
- 65 6 equipo de medición
- 7 dispositivo de vigilancia
- 8 conductor
- 9 campo eléctrico
- 10 campo magnético

	11	sensor de intensidad de corriente
	12	sensor
	13	sensor
5	C_{WG}	capacidad
	C_{WR}	capacidad
	C_{RG}	capacidad
	S	señal de vigilancia
	Z_b, Z_w, Z_s	impedancia
10	U_b, U_s	caída de tensión

REIVINDICACIONES

- 5 1. Procedimiento para vigilar una función de puesta a tierra de una máquina eléctrica que presenta un estator (1), un rotor (2), un eje (3), al que está fijado el rotor (2) y un dispositivo de puesta a tierra (5) para poner a tierra el eje,
- 10 en el que el dispositivo de puesta a tierra (5) presenta una escobilla de puesta a tierra, cuya corriente de puesta a tierra se mide mediante un equipo de medida,
- caracterizado por**
- la medición de una corriente de puesta a tierra del dispositivo de puesta a tierra (5), midiendo el equipo de medida (6) la caída de tensión generada por la corriente de puesta a tierra a través de la escobilla de puesta a tierra, una resistencia de shunt adicional o una resistencia de protección en una gama de frecuencias de 10 kHz a 10 MHz,
 - la aportación de un valor de medida correspondiente, así como
 - la vigilancia de una función de puesta a tierra del dispositivo de puesta a tierra (5) en base al valor de medida, en el que
 - el valor de medida en forma de clasificaciones de histograma de la corriente se relaciona con los valores correspondientes a la puesta en servicio del accionamiento, para obtener a partir de ello un dictamen sobre la capacidad de poner a tierra la escobilla.
- 20 2. Utilización del procedimiento según la reivindicación 1,
- para vigilar la función de puesta a tierra de una máquina eléctrica de un vehículo ferroviario, que presenta
- un estator (1),
 - un rotor (2),
 - un eje (3), al que está fijado el rotor (2) y
 - un dispositivo de puesta a tierra (5) para poner a tierra el eje,
- 25 presentando el dispositivo de puesta a tierra (5) una escobilla de puesta a tierra, cuya corriente de puesta a tierra se mide mediante el equipo de medida (6), presentando el vehículo ferroviario un cojinete de rueda, que puentea eléctricamente el dispositivo de puesta a tierra (5), con lo que la corriente de puesta a tierra de la máquina eléctrica se evacúa según lo prescrito a través del dispositivo de puesta a tierra (5) y no a través del cojinete de rueda.
- 30
3. Utilización de acuerdo con la reivindicación 2,
- 35 en la que el vehículo ferroviario presenta una resistencia de protección (Z_s) frente a corrientes elevadas, discurriendo la corriente de puesta a tierra a través de la resistencia de protección y midiendo el equipo de medida (6) la corriente de puesta a tierra en la resistencia de protección.

FIG 1

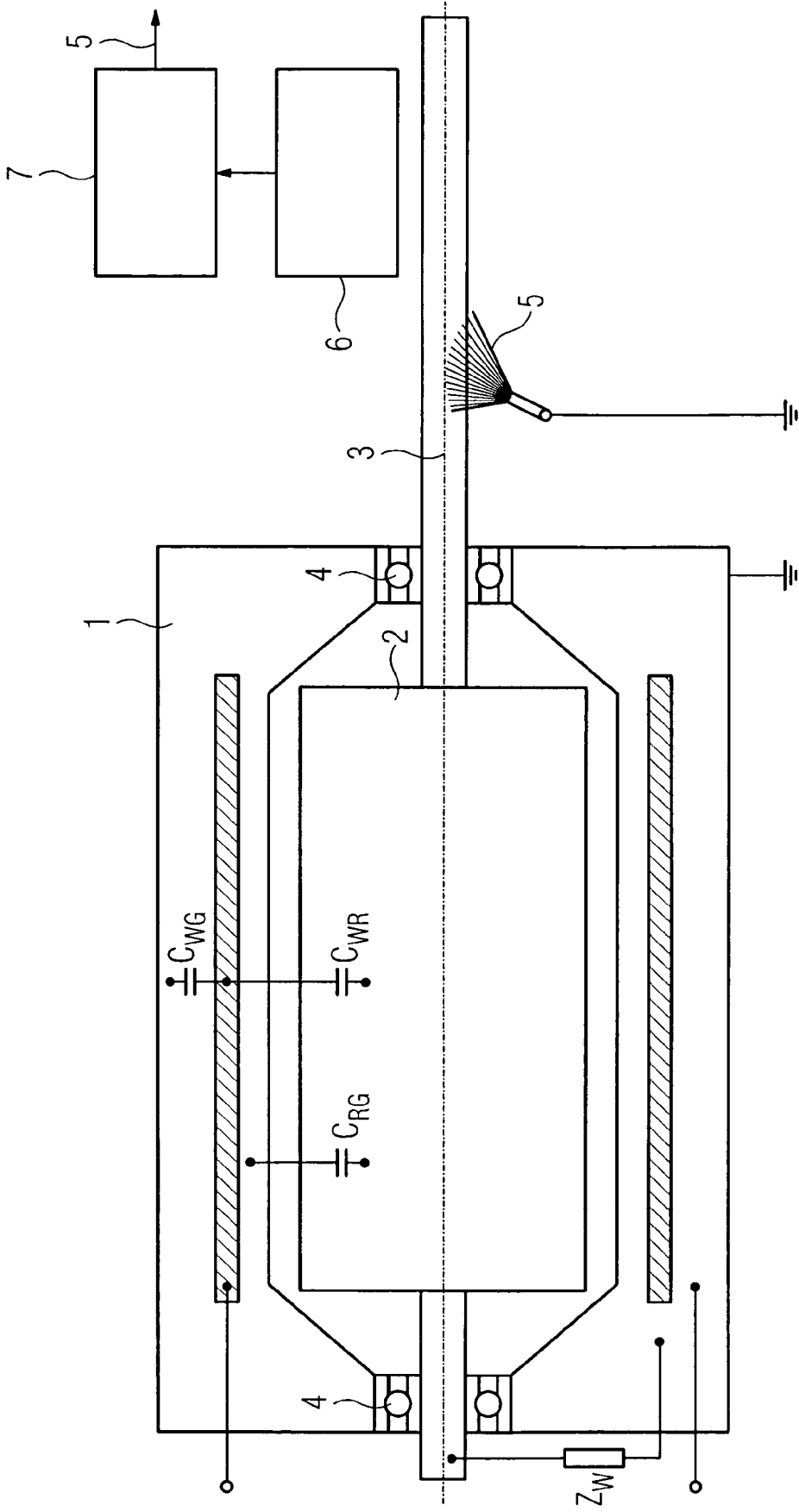


FIG 2

