



(19)



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 266 633**

(51) Int. Cl.:

G01N 27/90 (2006.01)

G01R 31/02 (2006.01)

G01R 31/34 (2006.01)

(12)

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

(86) Número de solicitud europea: **02801973 .5**

(86) Fecha de presentación : **23.09.2002**

(87) Número de publicación de la solicitud: **1430297**

(87) Fecha de publicación de la solicitud: **23.06.2004**

(54) Título: **Procedimiento y dispositivo para el control de núcleos de láminas de hierro laminadas de máquinas eléctricas en cortocircuito entre láminas.**

(30) Prioridad: **24.09.2001 US 324061 P**
05.04.2002 CH 58620/02

(45) Fecha de publicación de la mención BOPI:
01.03.2007

(45) Fecha de la publicación del folleto de la patente:
01.03.2007

(73) Titular/es: **Alstom Technology Ltd.**
Brown Boveri Strasse 7
5400 Baden, CH

(72) Inventor/es: **Kirchhoff, Ingo;**
Nodwell, Eric;
Posedel, Zlatimir y
Hobelsberger, Max

(74) Agente: **Carvajal y Urquijo, Isabel**

ES 2 266 633 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 y dispositivo para el control de núcleos de láminas de hierro laminadas de máquinas eléctricas en cortocircuitos entre láminas.

Campo técnico

La invención trata de un procedimiento para el control de núcleos de láminas de hierro laminadas de máquinas eléctricas en cortocircuitos entre láminas, en el que el núcleo de láminas de hierro se magnetiza mediante un devanado auxiliar y la superficie de hierro se explora mediante al menos un dispositivo de bobina exploradora con un aparato de medición corriente abajo.

La invención también trata de un dispositivo para la realización del procedimiento.

Estado de la técnica

Los núcleos de láminas de hierro laminadas, especialmente de máquinas eléctricas, se controlan, en la fabricación y en el funcionamiento en el marco de los trabajos de mantenimiento, con el proceso de medición de la excitación de aro de chapa de estator con una inducción nominal en cortocircuitos entre láminas. Este procedimiento, el cual muestra el efecto de corrientes de cortocircuito entre láminas en diferencias de temperatura locales, exige una fuente de tensión regulable y potente y espiras de excitación con grandes cortes transversales (el llamado método Hot Spot mediante, por ejemplo, cámaras de infrarrojos). En los estatores con varillas de bobina montadas, sólo pueden detectarse, con este control, los puntos de fallos (cortocircuito de varias chapas entre sí) en la superficie dentada y no los fallos de chapa en la base de la ranura y en los lados de la ranura. Con este método, sólo se reconocen cortocircuitos entre láminas con una resistencia de contacto determinada y diferencias de temperatura locales resultantes y, por tanto, no todos los puntos de cortocircuitos entre láminas. El aumento de temperatura no es suficiente por sí solo para una valoración cuantitativa de los puntos de cortocircuitos entre láminas. Sin embargo, se desea una valoración cuantitativa de estos puntos de fallos, ya que la potencia en un punto de fallos es, al fin y al cabo, el criterio decisivo para determinar si este tipo de zona es capaz de provocar un llamado "core melting", es decir, una fusión que se produce durante el funcionamiento como consecuencia del alto calentamiento en el punto de fallos.

La US 5,321,362 describe un llamado procedimiento de inducción baja para la determinación de las corrientes de cortocircuito en contactos de chapa, por el que primero se magnetiza el núcleo de láminas a través de una bobina colocada por el núcleo de láminas del estator y, a continuación, se mide la zona de dispersión en el núcleo de láminas con un dispositivo de bobina exploradora. El método tiene la ventaja de que no son necesarias altas corrientes de inducción y también de que no sólo pueden localizarse puntos de fallos en la superficie dentada. De este modo, también pueden detectarse puntos de fallos que no se calientan en el procedimiento nombrado más arriba y es posible una medición con el rotor montado. La US 5,321,362 se basa en una única medición de la corriente y, por tanto, no admite ninguna conclusión fiable de la potencia que se produce en el punto de fallos.

Por otro lado, la CH 676526 A5 describe un procedimiento por el que se facilita de forma cuantitativa la localización de los puntos de fallos, tanto en la superficie dentada como en la base de la ranura y en los lados de la ranura. Por el contrario, se trata de un procedimiento de inducción baja, por el que no se mide fácilmente la corriente, sino que se propone adicionalmente una medición de referencia que permite determinar directa y cuantitativamente la potencia que se produce en un punto de fallos a través de un cálculo hacia atrás correspondiente.

En principio, en relación a este tipo de procedimiento de inducción baja, resulta problemático el hecho de que no permite normalmente una clara localización de puntos de fallos, ya que también las diferencias en el comportamiento del núcleo magnético de hierro (por ejemplo, debido a unos canales de ventilación) pueden provocar señales que también se interpreten como puntos de fallos en este procedimiento.

Descripción de la invención

Por tanto, la función de la presente invención es presentar un procedimiento para el control de núcleos de láminas de hierro laminadas de máquinas eléctricas en cortocircuitos entre láminas, en el que el núcleo de láminas de hierro se magnetiza mediante un devanado auxiliar y la superficie de hierro se explora mediante al menos un dispositivo de bobina exploradora con un aparato de medición corriente abajo, y que permite una localización lo más clara posible de los puntos de fallos, esto es, de los cortocircuitos entre láminas que pueden existir.

La función se soluciona mediante un procedimiento según la reivindicación 1, por el cual tanto la fase como la amplitud de la señal eléctrica inducida en al menos un dispositivo de bobina exploradora se emplean en combinación para la localización de cortocircuitos entre láminas.

Según la presente invención, se detecta un cortocircuito entre láminas por un componente real de la señal eléctrica inducida, que está elevado en comparación con las zonas intactas. Se demuestra que justamente este componente real elevado caracteriza de forma clara puntos de fallos, es decir, zonas en las que se conectan láminas individuales una debajo de otra a través de un cortocircuito. De este modo, especialmente preferible este componente real elevado puede determinarse con ayuda de una representación polar.

La dirección, que se designa en este contexto como “componente real”, es una “dirección marcada” en cierta manera, y se define por una medición de calibración en la que se alimenta una referencia mediante una bobina de corriente de calibración (bucle) con el ancho adecuado y la corriente entre láminas adecuada.

Según una forma de aplicación preferible de la invención, el procedimiento puede combinarse con una medición de gradiente, es decir, con una medición que también permite una localización clara y cuantificable del punto de fallos en dirección radial respecto al estator. En éste se utiliza al menos otro dispositivo de bobina exploradora separada eléctricamente de un primer dispositivo de bobina exploradora, y distanciado radialmente pero conectado mecánicamente al primer dispositivo de bobina exploradora, y tanto la fase (8) como la amplitud (7) de al menos dos señales eléctricas inducidas en al menos los dos dispositivos de bobina exploradora (2) se utilizan para la localización de cortocircuitos entre láminas, especialmente para la localización en dirección radial.

La medición de calibración se caracteriza porque las señales eléctricas inducidas se comparan con señales que corresponden a las corrientes de cortocircuito entre láminas, con lo que para ello se fija como referencia un bucle con el ancho correspondiente en la superficie del núcleo de láminas de hierro y se alimenta con una corriente de cortocircuito entre láminas adecuada. Este método permite una cuantificación de los puntos de fallos, es decir, permite especialmente la determinación de la potencia que se produce de manera efectiva en un punto de fallos. De este modo, es posible determinar los puntos de fallos reales en relación con un posible “core melting”.

El devanado auxiliar para la magnetización de los núcleos de láminas de hierro puede realizarse según otra forma de aplicación preferible, de manera que la magnetización del núcleo de láminas de hierro se produce especialmente a través del eje de rotor a partir de una fuente de alimentación de corriente fuerte que está conectada entre los dos lados de la máquina, especialmente en el eje aislado. En esto, se crea preferiblemente una magnetización del núcleo de láminas de hierro en un margen de 0,03 a 0,7 teslas, especialmente de 0,1 tesla, con una tensión de 220/110 voltios a 50/60 Hz.

En otra forma de aplicación preferible de la presente invención, se desplaza al menos un dispositivo de bobina exploradora o, en la medición de gradiente, se desplazan al menos dos dispositivos de bobina exploradora en dirección axial en el núcleo de láminas de hierro. Las señales inducidas, especialmente en forma de una huella digital, se determinan en función de la posición del dispositivo de bobina exploradora, donde se determinan especialmente zonas con cortocircuitos entre láminas críticos a través del componente real y se diferencia de las zonas con cortocircuitos entre láminas no críticos. Las zonas críticas se marcan para una rectificación inmediata y las zonas no críticas (de momento) se documentan para un análisis posterior.

Además, la presente invención trata de un dispositivo para la realización de un proceso según la reivindicación 12.

Otras formas de aplicación preferible del procedimiento según la invención y del dispositivo según la invención se describen en las reivindicaciones dependientes.

Breve descripción de las ilustraciones

La invención se describe a continuación mediante ejemplos de modelo en relación con las ilustraciones. En éstas se muestran:

Fig. 1 una vista desarrollada de un estator con núcleos de láminas de hierro laminados en el que los bobinados de las ranuras del estator no se representan con el fin que la representación sea más clara y en el que se señala una corriente de defecto;

Fig. 2 a) la amplitud medida con el dispositivo de bobina exploradora en función de la posición a lo largo del eje del estator;

b) la fase medida con el dispositivo de bobina exploradora en función de la posición a lo largo del eje del estator;

Fig. 3 una vista desarrollada de un estator con núcleos de chapas de hierro laminadas según la fig. 1 con una bobina de corriente de calibración;

Fig. 4 representación polar (componente real a lo largo del eje y, parte imaginaria a lo largo del eje x) de los datos de medición según la fig. 2 para el funcionamiento entre 0 y 2500 mm (posición del dispositivo de bobina exploradora en el estator);

Fig. 5 representación polar según la fig. 4 para el funcionamiento entre 0 y 3000 mm (posición del dispositivo de bobina exploradora en el estator); y

Fig. 6 una representación esquemática de los vectores relevantes para la medición en el diagrama polar.

Modo de aplicación de la invención

El procedimiento propuesto para la determinación de puntos de fallos de núcleos de láminas de hierro, basado en la detección de una zona de dispersión magnética que se produce por la corriente que fluye en los contactos

ES 2 266 633 T3

del cortocircuito, es una alternativa mejor para el procedimiento con inducción alta (llamado procedimiento “Hot spot”). El procedimiento se realiza con una magnetización baja del estator, típicamente con una magnetización de 0,1 tesla. Con este tipo de magnetizaciones bajas, puede trabajarse con un aparato de estándar 220/110 voltios para la magnetización del estator con el devanado auxiliar (Para aspectos generales sobre el procedimiento, consulte CH 676526). La medición de la zona de dispersión permite la determinación muy exacta y detallada del estado del núcleo de láminas de hierro laminados del estator. Básicamente abarca los siguientes puntos:

- Identificación de zonas problemáticas
- Clasificación de señales no críticas (“Señales aparentes”)
- Cuantificación de los puntos de fallos identificados y de su clasificación, como peligrosos o respectivamente no peligrosos
- Localización de todos los puntos de fallos identificados, incluso en la base de la ranura o en la pared lateral de la ranura.

Estos objetivos se consiguen realizando una carta de datos detallada de la zona de dispersión por encima de los dientes del estator. La zona de dispersión se mide con un dispositivo de bobina exploradora que está montado en un soporte de robot y que se lleva a lo largo del orificio entre el rotor y el estator. De este modo, se registra tanto la amplitud como la fase de la tensión inducida en el dispositivo de bobina de medición.

La fig. 1 muestra cómo se lleva esto a cabo. Con un devanado auxiliar (no se representa, consulte para ello la fig. 1 de la CH 676526), el estator se magnetiza ligeramente, es decir, el núcleo de láminas de hierro laminado 1 se magnetiza primero como un núcleo completo. Para ello se suele trabajar con una tensión de 220 ó 110 voltios de 50 a 60 Hz. A continuación, el dispositivo de bobina exploradora 2 se desplaza en dirección axial 3 a través del núcleo de láminas 1 del estator y, al mismo tiempo, se registra la tensión inducida y la fase inducida. Si se produce una corriente de defecto 4 entre las capas individuales del núcleo de láminas de hierro laminadas 1, es decir, una corriente de cortocircuito, ésta induce una tensión con una fase determinada en el dispositivo de bobina exploradora 2. Esto es posible en las ranuras del estator 5 con conductores instalados (no se representa en la fig. 1). Puede incrementarse la exactitud de la localización de puntos de cortocircuito, incluso en la base de ranura o las paredes laterales respectivamente de las ranuras del estator 5, de manera que estén colocados dos dispositivos de bobina exploradora 2 uno sobre otro, con el fin de que el gradiente de la zona de dispersión se mida detalladamente en los dientes del estator. Cuanto más cerca se encuentre un punto de fallos de los dispositivos de bobina exploradora 2, más pronunciado resultará el gradiente, lo que permite una localización del punto de fallos en dirección radial (Para más detalles sobre el proceso, consulte las descripciones de la CH 676526).

Una unidad de procesamiento de datos (no se representa) registra tanto la amplitud 7 como la fase 8 en función de la posición 6 del dispositivo de bobina de medición 2 para cada ranura del estator 5. En este caso, la fase 8 se determina normalmente con ayuda de un detector de fase preconectado. El ángulo de fase medido no depende de la inducción del yugo durante la medición. La fig. 2 muestra este tipo de recrecimiento de la amplitud 7 o de la fase 8 respectivamente en función de la posición axial 6 del dispositivo de bobina exploradora 2 en milímetros en el estator. Los datos mostrados se determinan en una máquina 50 MW. La observación de las dos curvas a) y b) será evidentemente que la diferencia entre puntos de fallos reales a y puntos de fallos supuestos (zonas no críticas) b es muy complicada.

Estos puntos de fallos supuestos b resultan de asimetrías en función de la periferia de la construcción del estator como, por ejemplo, se producen en los canales de ventilación, o de cargas mecánicas locales del núcleo de láminas de hierro laminadas 1. Es muy importante diferenciar estas zonas no críticas de los puntos de fallos reales a con el fin de evitar reparaciones innecesarias y los gastos relacionados con éstas. Precisamente, el presente procedimiento puede detectar con exactitud las zonas no críticas y diferenciarlas de los puntos de fallos reales, como el punto de fallos a en la fig. 2.

La bobina del dispositivo de bobina exploradora 2 está diseñada, de forma que la señal de un punto de fallos en una zona amplia está relacionada linealmente con la longitud axial, por la que fluye la corriente en el punto de fallos. Debido a la tensión constante por cada longitud de la unidad en el estator, la señal puede interpretarse en función de la potencia que se produce en el punto de fallos.

$$\text{Señal} \propto I \times l$$

$$\propto (I \times l) \times \left(\frac{V}{l} \right) \quad \text{da } \frac{V}{l} = \text{const}$$

$$\propto \text{Potencia}$$

Esta potencia es la potencia total que está conectada con la corriente (corriente de cortocircuito) en el punto de fallos. La potencia en el punto de contactos no puede ser superior a este valor. Por tanto, el punto de fallos identificado puede cuantificarse en cuanto a la potencia máxima posible que se disipó en el cortocircuito del punto de fallos. Esta potencia se convierte en inducción nominal. Como límite, normalmente sirve un valor de 15W. De este modo, sólo es

ES 2 266 633 T3

posible determinar una relación realmente directa entre el valor de medición y los posibles daños de este tipo de punto de fallos durante el funcionamiento de la instalación.

La interpretación completamente cuantitativa de los datos brutos en función de la potencia máxima de contacto exige la comparación con una medición de referencia. Con este propósito, se coloca, como se muestra en la fig. 3 y como se describe, por ejemplo, en la US 4996486, una bobina de corriente de calibración 9 a través de los dientes del estator 12 y se controla con una corriente conocida. La corriente emitida por la bobina de corriente de calibración 9 corresponde a un valor que a su vez corresponde a la corriente de cortocircuito entre láminas. Las corrientes de cortocircuito entre láminas de láminas cortocircuitadas se definen por los valores de tensión conocidos entre las láminas y la impedancia de las láminas cortocircuitadas. A continuación, la señal de las bobinas de medición se registra con y sin esta corriente y se compara con la corriente de cortocircuito entre láminas. Con otras palabras, se simula este punto de fallos, el cual podrá tenerse en cuenta posteriormente en el análisis.

Como ya se mencionó más arriba, la tarea esencial es detectar los puntos de fallos reales. Para ello, la tensión inducida y su fase se registran y, a continuación, se calcula la proporción aparente o la proporción activa respectivamente, es decir, el componente real 10 o la parte imaginaria 11 respectivamente.

Así se detecta que las señales de puntos de fallos se caracterizan porque el componente real 10, es decir, la proporción activa, la potencia activa, es considerablemente mayor que la parte imaginaria inductiva 11, es decir, la proporción aparente, la potencia reactiva respectivamente. En otras palabras, se detecta que el vector oscila en las zonas sin fallos, esencialmente sólo respecto a la parte imaginaria, mientras los puntos de fallos muestran grandes deflexiones del componente real 10. Esto puede verse o procesarse de forma clara en la representación del vector, por ejemplo, mediante diagramas polares con criterios, y, además, resulta muy útil para programas de procesamiento de datos.

La fig. 4 muestra debidamente los datos según la fig. 2 en un diagrama polar para el margen de 0 a 2500 milímetros. En este margen, se encuentra el punto de fallos supuesto b, que puede verse especialmente en el nivel de la fase. Sin embargo, el diagrama polar muestra claramente que no puede tratarse de un punto de fallos, ya que el vector apenas se mueve en dirección vertical, es decir, en la dirección del eje del componente real 10.

Asimismo, la fig. 5 muestra los datos según la fig. 2 en un diagrama polar para el margen de 0 a 3000 milímetros, es decir, por toda la zona representada en la fig. 2. Aquí se ve claramente que el punto de fallos a está unido a una gran deflexión en dirección vertical positiva, es decir, que el componente real 10 muestra una deflexión importante en esta zona. Normalmente, estos puntos de fallos pueden detectarse cuando el componente real 10 de la señal aumenta significativamente en el diagrama polar. La consecuencia de los puntos de medición en el punto de fallos se caracteriza por una clara deflexión vectorial con una dirección pronunciadamente distinta a la serie de puntos de medición en un punto sin fallos.

En cuanto al procesamiento de datos para la identificación de los puntos de fallos, se procede, de manera que primero se determina, en cierta manera, un valor de fondo típico y característico, es decir, una zona de variación típica (la cual se determina por las "zonas sanas") de los vectores respecto a un componente real y una parte imaginaria. A continuación, se detecta un valor límite en cuanto al componente real y, por último, se marcan todas las zonas, en las que el vector sobrepasa este valor límite, como críticas.

El valor límite se indica principalmente mediante la medición de referencia que también se describe más arriba. Sólo se realizarán labores de reparación, cuando el vector corresponde a una posible potencia máxima de 15 vatios.

La figura 6 muestra detalladamente los vectores relevantes para la presente medición en el diagrama polar. La corriente de magnetización del hierro I_{μ} se modifica en una proporción de pérdidas $I_{\text{FePérdidas}}$, de modo que debe crearse una corriente de magnetización realmente necesaria I_M . La tensión de red U_{Red} creada se señala en el eje vertical. Frente a esta tensión, se determina el desplazamiento de fase. Los vectores U_{MS0} y U_{MSF} designan ahora las tensiones inducidas en la bobina de medición. U_{MS0} representa la tensión que se induce sin que exista un fallo y U_{MSF} , la tensión que se induce cuando existe un fallo. El tamaño mostrado en el diagrama de vector U_F representa la parte nombrada en el texto como componente real o como "dirección pronunciada". La zona sombreada corresponde a la zona del diagrama polar, como se utiliza para la determinación de puntos de fallos según esta invención. En el diagrama polar, sólo se representan las puntas de vector de los vectores U_{MS0} y U_{MSF} . El ángulo señalado asimismo en la figura α_0 representa el ángulo de fase sin fallo y α_F , el ángulo de fase correspondiente cuando existe un punto de fallos.

En otras palabras, se demuestra que sólo el análisis combinado de la información de la amplitud y de la fase de la señal registrada permite una identificación segura de los puntos de fallos después de la calibración con ayuda de una bobina de corriente de calibración, y facilita la detección cuantitativa de dichos puntos de fallos. El procedimiento propuesto permite una valoración detallada del núcleo de láminas de hierro laminadas y, por tanto, puede renunciarse normalmente a otro examen con ayuda de un procedimiento de inducción alta.

Otra ventaja importante de la presente invención consiste en que la medición puede repetirse si se quisiera y en que los valores de fase no dependen esencialmente de la magnetización del estator. En otras palabras, cada medición puede considerarse como la medición de una "huella digital" del estator. De la manera adecuada, puede medirse esta "huella digital" siempre que quiera, esto es, a lo largo de muchos años, y utilizarse como un análisis de tendencia.

ES 2 266 633 T3

La medición periódica del estator puede emplearse para detectar tendencias en el estado del estator y para realizar reparaciones sólo cuando sea realmente necesario.

Lista de caracteres de referencia

5	1 Núcleo de láminas de hierro laminado
	2 Dispositivo de bobina exploradora
10	3 Dirección del movimiento de 2
	4 Corriente de defecto (Corriente de cortocircuito)
	5 Ranura del estator
15	6 Posición de 2
	7 Amplitud
20	8 Fase
	9 Bobina de corriente de calibración
	10 Componente real del diagrama de vector
25	11 Parte imaginaria del diagrama de vector
	12 Diente del estator
30	a Punto de fallos
	b Punto de fallos supuesto
	I_{μ} Corriente de magnetización del hierro
35	$I_{FePérdidas}$ Pérdidas de hierro en la magnetización de la medición
	I_M Corriente de magnetización realmente necesaria
40	U_{Red} Tensión de red
	U_{MS0} Tensión inducida en bobina de medición sin fallo
	U_{MSF} Tensión inducida en bobina de medición con fallo
45	U_F Componente real, dirección pronunciada
	α_0 Ángulo de fase sin fallo
50	α_F Ángulo de fase con fallo.

55

60

65

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para el control de núcleos de láminas de hierro laminados (1) de máquinas eléctricas para cortocircuitos entre láminas, por el que el núcleo de láminas de hierro (1) se magnetiza mediante un devanado auxiliar con corriente alterna y la superficie de hierro se explora mediante al menos un dispositivo de bobina exploradora (2) con un aparato de medición corriente abajo, donde, como puntos de medición, tanto la fase (8) como la amplitud (7) de la señal eléctrica inducida en al menos un dispositivo de bobina exploradora (2) se utilizan en combinación para la localización de cortocircuitos entre láminas en función de la posición del dispositivo de bobina exploradora (2) a lo largo del eje del estator, **caracterizado** porque los cortocircuitos entre láminas se localizan por un componente real (10) de la señal eléctrica inducida, que está elevado en comparación con las zonas intactas, y el componente real elevado se determina con ayuda de una representación polar, el componente real (10) definiendo la dirección del vector que se determina por una medición de calibración.

2. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado** porque se utiliza al menos otro dispositivo de bobina exploradora separada eléctricamente de un primer dispositivo de bobina exploradora, y distanciado radialmente pero conectado mecánicamente al primer dispositivo de bobina exploradora, y porque tanto la fase (8) como la amplitud (7) de al menos dos señales eléctricas inducidas en al menos los dos dispositivos de bobina exploradora (2) se utilizan para la localización de cortocircuitos entre láminas, especialmente para la localización en dirección radial.

3. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque las señales eléctricas inducidas se comparan con señales que corresponden a las corrientes de cortocircuito entre láminas, con lo que para ello se fija como referencia una bobina de corriente de calibración (9) con el ancho correspondiente en la superficie del núcleo de láminas de hierro (1) y se alimenta con una corriente de cortocircuito entre láminas adecuada.

4. Procedimiento según la reivindicación 3, **caracterizado** porque se determina cuantitativamente la potencia en un cortocircuito entre láminas por comparación con la referencia.

5. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque la magnetización del núcleo de láminas de hierro (1) se produce especialmente a través de un eje de rotor a partir de una fuente de alimentación de corriente fuerte que está conectada entre los dos lados de la máquina, especialmente en el eje aislado, especialmente una magnetización del núcleo de láminas de hierro (1) se genera en un margen entre 0,03 y 0,7 teslas, especialmente 0,1 tesla con una tensión de 220/110 voltios a 50/60 Hz.

6. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque se desplaza al menos un dispositivo de bobina exploradora (2) en dirección axial en el núcleo de láminas de hierro (1), y, de este modo, se determinan las señales inducidas, especialmente en forma de una huella digital, en función de la posición del dispositivo de bobina exploradora (2), especialmente las zonas con los cortocircuitos entre láminas críticos se determinan a través del componente real (10) y se diferencia de las zonas con cortocircuitos entre láminas no críticos, y las zonas críticas se marcan para una rectificación inmediata y las zonas que todavía son no críticas se documentan para un análisis posterior.

7. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 6, **caracterizado** porque los cortocircuitos entre láminas se **caracterizan** por una clara deflexión vectorial de la serie de puntos de medición con una dirección pronunciadamente distinta a la serie de puntos de medición en un punto sin fallos.

8. Procedimiento según la reivindicación 7, **caracterizado** porque la clara deflexión vectorial de la serie de los puntos de medición se diferencia en un cortocircuito entre láminas respecto al componente real de la serie de puntos de medición en puntos sin fallos.

9. Procedimiento según la reivindicación 7 ó 8, **caracterizado** porque la deflexión vectorial se determina por una comparación con una medición de referencia, en la que una bobina de corriente de calibración (9) se coloca sobre dientes de estator (12) y se controla con una corriente conocida.

10. Procedimiento según una de las reivindicaciones 7 a 9, **caracterizado** porque la señal de la deflexión vectorial es proporcional a la potencia máxima posible disipada en el punto de fallos en el cortocircuito.

11. Procedimiento según una de las reivindicaciones 7 a 10, **caracterizado** porque la longitud de la deflexión vectorial es proporcional a la corriente en el punto de fallos.

12. Dispositivo para la realización de un procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 11, que comprende un primer medio para determinar la posición del dispositivo de bobina exploradora (2) en el núcleo de láminas de hierro (1), y un segundo medio para registrar la amplitud (7) y la fase (8), especialmente mediante un detector de fase, de la tensión eléctrica inducida en el dispositivo de bobina exploradora (2), y que comprende además una unidad de procesamiento de datos para el análisis de los datos medidos, que es especialmente capaz de localizar cortocircuitos entre láminas críticos y de determinar la potencia que surge de éstos por una comparación con una referencia, **caracterizado** porque la unidad de procesamiento de datos está configurada de forma que los cortocircuitos entre láminas se localizan por un componente real (10) de la señal eléctrica inducida, que está elevado en comparación con las zonas

ES 2 266 633 T3

intactas, y porque el componente real (10) elevado se determina con ayuda de una representación polar, el componente real (10) define la dirección del vector determinada por una medición de calibración.

5 13. Procedimiento según la reivindicación 12, **caracterizado** porque, para la realización del análisis en la unidad de procesamiento de datos, está previsto un programa informático, el cual compone los datos registrados, es decir, la fase (8) y la amplitud (7) de la corriente eléctrica inducida en el dispositivo de bobina exploradora (2), preferiblemente después del ajuste con una referencia, en una representación de vector en forma de diagrama polar e identifica automáticamente los puntos de fallos (a).

10 14. Dispositivo según la reivindicación 13, **caracterizado** porque los puntos de fallos (a) se determinan porque el componente real (10) de la señal excede un límite predeterminado.

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

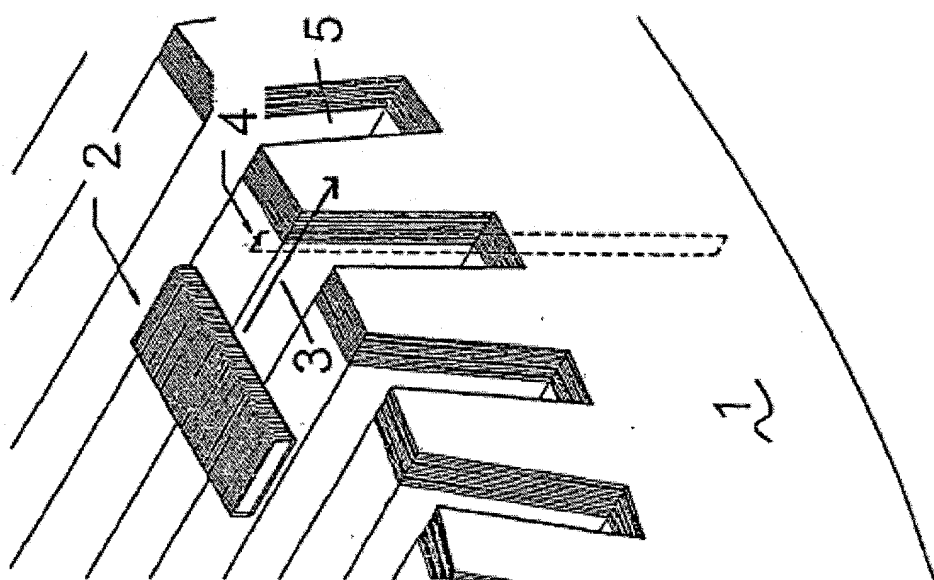
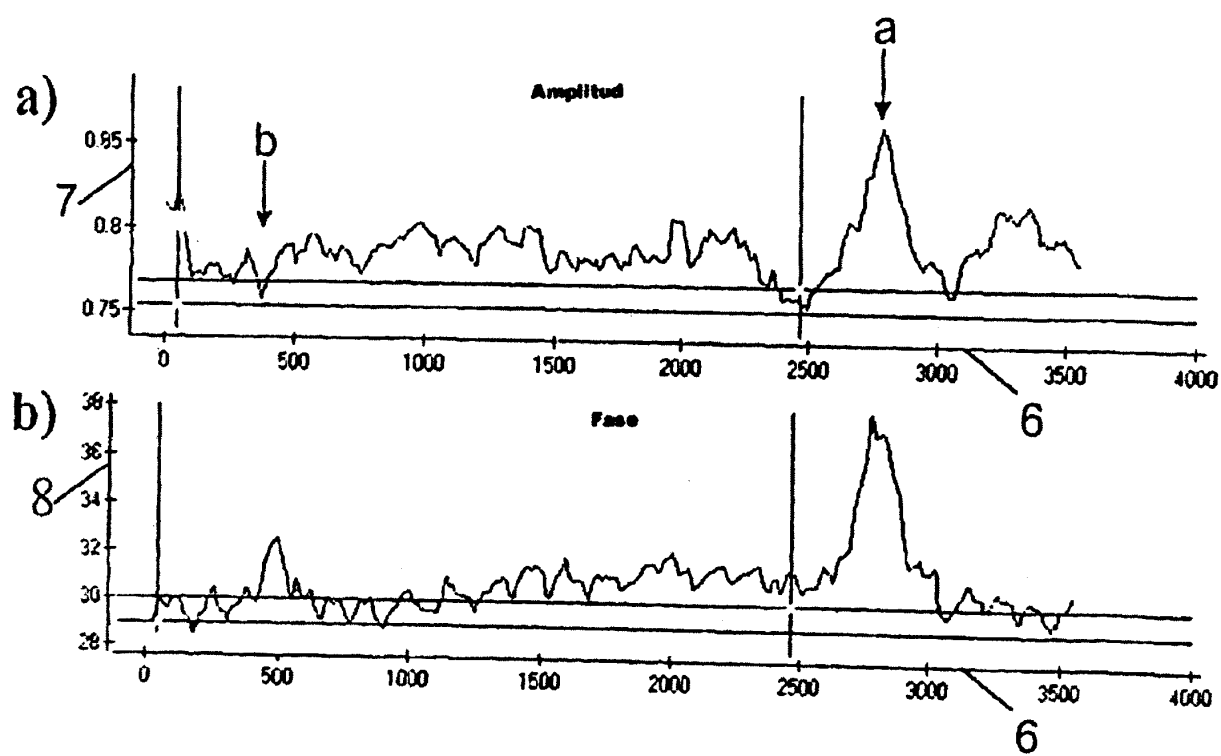


Fig. 1

Fig. 2



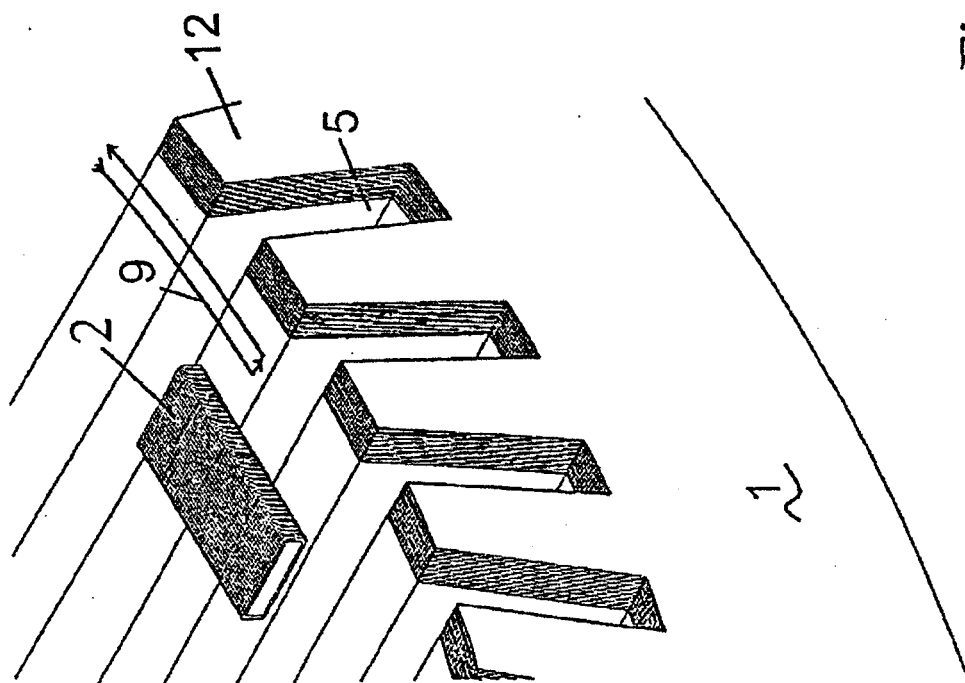


Fig. 3

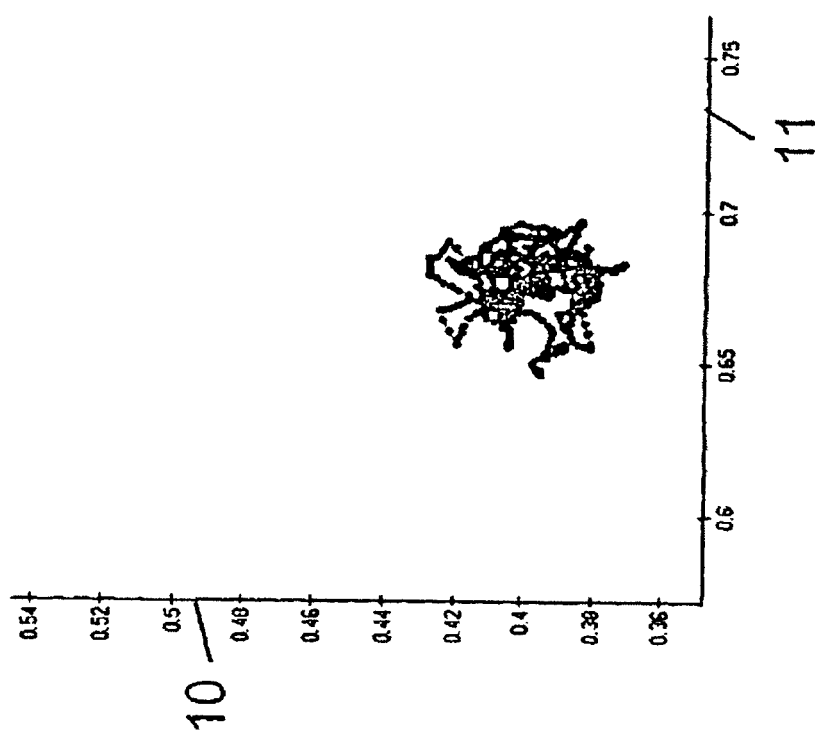


Fig. 4

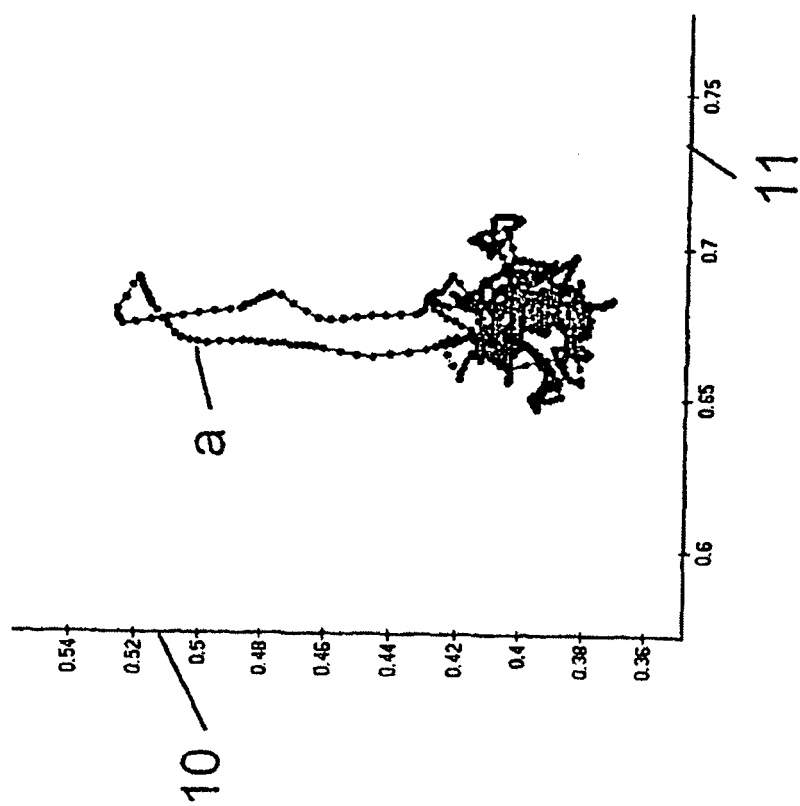


Fig. 5

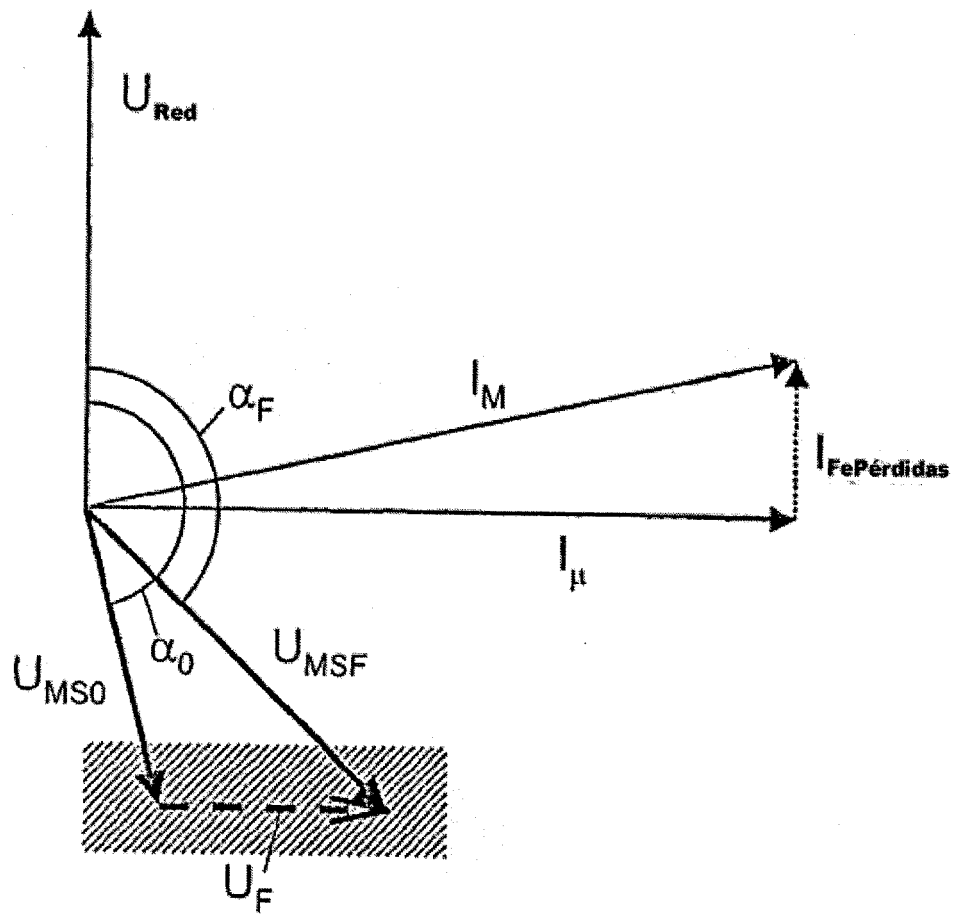


Fig. 6