

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 626 043**

51 Int. Cl.:

G01R 33/04 (2006.01)

B06B 1/08 (2006.01)

G01R 33/12 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **23.12.2013 PCT/AT2013/050263**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **26.06.2014 WO14094029**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.12.2013 E 13828904 (6)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **22.02.2017 EP 2936181**

54 Título: **Procedimiento y dispositivo para determinar la propiedad magnética de un paquete de chapas**

30 Prioridad:

21.12.2012 AT 506202012

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

21.07.2017

73 Titular/es:

**VOESTALPINE STAHL GMBH (100.0%)
voestalpine-Straße 3
4020 Linz, AT**

72 Inventor/es:

**BORZ, MARKUS;
FÜREDER-KITZMÜLLER, FRIEDRICH;
HASLMAYR, MICHAEL y
SCHUSTER, STEFAN**

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 626 043 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 determinar la propiedad magnética de un paquete de chapas

Campo técnico

5 La invención se refiere a un procedimiento y a un dispositivo para determinar la propiedad magnética de un paquete de chapas con un núcleo ferromagnético, con un dispositivo excitador, que presenta una fuente de alimentación y un circuito resonante eléctrico excitado por la fuente de alimentación, que comprende un capacitor y un devanado excitador previsto en el núcleo y eléctricamente conectado al capacitor, devanado excitador que crea un flujo magnético en el núcleo para un circuito magnético, y con un dispositivo de medición, que presenta un devanado de medición previsto en el núcleo y magnéticamente acoplado con el devanado excitador.

10 Estado de la técnica

15 Con el fin de determinar o medir la propiedad magnética de un paquete de chapas, se sabe a partir del estado de la técnica (AT391522B) cómo crear con una bobina excitadora, fijada sobre una culata en forma de U o sobre un núcleo, un flujo electromagnético que se cierra sobre el paquete de chapas formando un circuito magnético. La bobina excitadora es alimentada a este respecto por una fuente de tensión alterna. Mediante una bobina de medición acoplada magnéticamente con la bobina excitadora, que también está fijada en el núcleo, puede deducirse ahora la propiedad magnética del paquete de chapas. En caso de que con este procedimiento o este dispositivo deban medirse pérdidas de histéresis, resultaría desventajoso un factor de pérdida eléctrica relativamente alto en la fuente de alimentación del dispositivo, para poder detectar los límites de la curva de histéresis. Tanto más cuanto que se trata de medir, en cuanto a sus propiedades magnéticas, paquetes de chapas para máquinas eléctricas de alta potencia.

20 Por lo demás se sabe, en el caso de sensores de corriente parásita (DE1773501A), cómo conmutar en paralelo la bobina excitadora de un condensador, para darle así al dispositivo excitador una característica de resonancia distinta a la del dispositivo de medición. La frecuencia de resonancia del circuito resonante formado por devanado excitador y condensador se diferencia de la frecuencia de excitación del oscilador que excita el circuito resonante, como fuente de alimentación, a una oscilación forzada. Este dispositivo también conduce de forma desventajosa a un factor de pérdida eléctrica relativamente alto en su fuente de alimentación. Además, los sensores de corriente parásita no son apropiados para la medición de pérdidas por histéresis.

25 Otras publicaciones previas relevantes son: JPH11101863, JPH06194436, JPH08278358, WO2011/012159 y JP2006090825.

30 Exposición de la invención

La invención se plantea por tanto el objetivo de modificar de manera sencilla desde el punto de vista constructivo un dispositivo del tipo ilustrado al principio de tal manera que, con este, puedan medirse –en cuanto a sus propiedades magnéticas, en particular por lo que respecta a las pérdidas magnéticas– de manera energéticamente eficiente incluso paquetes de chapas que son apropiados para absorber densidades de flujo magnético relativamente altas.

35 La invención alcanza el objetivo planteado porque la fuente de alimentación excita el circuito resonante a una oscilación con la frecuencia de resonancia del circuito resonante.

40 Si la fuente de alimentación excita el circuito resonante a una oscilación con la frecuencia de resonancia del circuito resonante, pueden medirse incluso paquetes de chapas con alto coeficiente de saturación de manera extraordinariamente eficiente también por lo que respecta a sus pérdidas de histéresis. A excepción de las pérdidas de potencia efectiva óhmicas puede mantenerse en el dispositivo excitador concretamente la energía necesaria para un flujo magnético relativamente alto en el paquete de chapas para impulsar la bobina excitadora o almacenarse de manera intermedia en el condensador. De acuerdo con la invención pueden medirse así los valores de saturación positivos y negativos de la curva o lazo de histéresis con potencia reactiva total relativamente reducida varias veces a lo largo del devanado de medición. El dispositivo puede destacar, por tanto, por su funcionamiento relativamente económico. Además puede prescindirse de medidas adicionales para la compensación de la corriente reactiva, lo que puede aprovecharse para una reducción de costes adicional del dispositivo.

50 En general cabe mencionar que el paquete de chapas puede ser un estator, un rotor o también otro componente eléctrico de una máquina eléctrica. Por paquete de chapas pueden entenderse piezas de chapa unidas de manera aislante o acero eléctrico. Por ejemplo el material *backlack* para unir las piezas de chapa puede ser apto para formar un paquete de chapas. Además cabe mencionar, en general, que por propiedad magnética de un paquete de chapas pueden entenderse en particular las pérdidas magnéticas del paquete de chapas, que pueden consistir en pérdidas por corrientes parásitas y/o pérdidas por histéresis.

5 La medición en el paquete de chapas puede efectuarse de manera especialmente eficiente energéticamente si la fuente de alimentación excita el circuito resonante a una oscilación libre. Tras una carga del circuito resonante por la fuente de alimentación, al dispositivo excitador no tiene que alimentarse por tanto concretamente ninguna energía eléctrica adicional, de modo que es posible una medición autárquica de las propiedades magnéticas. Esto puede conducir, entre otras cosas, a una medición especialmente estable por lo que respecta a las perturbaciones. Ventajosamente, el circuito resonante puede excitarse a una oscilación libre durante toda la detección de datos de medición.

10 Si la fuente de alimentación excita el circuito resonante a una oscilación forzada, puede aumentarse adicionalmente la precisión del procedimiento de medición mediante mediciones repetidas a máxima amplitud de tensión de la oscilación de excitación para la creación del flujo magnético. El dispositivo puede medir así, de manera extraordinariamente reproducible, la propiedad magnética de un paquete de chapas. Además, con estas mediciones repetidas con una oscilación de resonancia en la bobina excitadora puede darse la posibilidad de aumentar aún más, usando un cálculo de errores, por ejemplo la desviación estándar, la precisión de los datos de medición. Ventajosamente, el circuito resonante puede excitarse a una oscilación forzada durante toda la detección de datos de medición.

15 La medición en el paquete de chapas puede efectuarse de manera especialmente eficiente energéticamente si la fuente de alimentación excita el circuito resonante a una oscilación temporalmente libre y temporalmente forzada. Tras una carga del circuito resonante, por ejemplo como consecuencia de la oscilación forzada, por la fuente de alimentación, al dispositivo excitador no tiene que alimentarse por tanto concretamente ninguna energía eléctrica adicional, de modo que es posible una medición autárquica de las propiedades magnéticas. Esto puede conducir, entre otras cosas, a una medición especialmente estable por lo que respecta a las perturbaciones. Ventajosamente, el circuito resonante puede excitarse a una oscilación mixta de este tipo (oscilación forzada y libre) durante toda la detección de datos de medición.

20 La amplitud de la oscilación para la creación del flujo electromagnético puede mantenerse al máximo durante la propia medición en caso de pérdidas efectivas en el circuito resonante, al coincidir la frecuencia de excitación de la fuente de alimentación con la frecuencia de resonancia del circuito resonante. La energía eléctrica del circuito resonante consumida como potencia efectiva puede ser reemplazada concretamente por la fuente de alimentación.

25 Para un dispositivo relativamente robusto y eficiente energéticamente, la fuente de alimentación puede presentar un inversor que forma, junto con el circuito resonante del dispositivo excitador, un inversor de circuito resonante. Además pueden reducirse con ello considerablemente los costes de producción del dispositivo. Puede crearse así un dispositivo económico.

Una detección de datos de medición fiable puede obtenerse si el inversor aplica una tensión al circuito resonante.

30 La eficiencia energética del dispositivo puede aumentarse aún más si el inversor de circuito resonante presenta un conmutador, que conmuta el inversor de manera resonante. Esta conmutación resonante, es decir la conmutación a voltaje cero o disyunción-regulación, puede excitar aún más concretamente la oscilación de resonancia del circuito resonante y crear un flujo magnético aumentado sin un suministro de energía adicional para el dispositivo excitador.

Puede conseguirse una simplicidad constructiva si el circuito resonante está configurado como circuito oscilante en serie.

35 Para mejorar la señal de las magnitudes eléctricas medidas por el circuito resonante, el circuito resonante puede presentar una bobina de reactancia.

40 Si el circuito resonante, para variar su frecuencia de resonancia f_{res} presenta al menos un capacitor de tamaño variable, puede medirse un mayor espectro de potencia del paquete de chapas por lo que respecta a pérdidas magnéticas. Un ancho de banda de la frecuencia de resonancia de 50 Hz a 10 kHz puede resultar ventajoso. Con una frecuencia de resonancia baja pueden detectarse, por ejemplo, preferentemente pérdidas de histéresis, para lo cual pueden ser aptas frecuencias de resonancias superiores para detectar las pérdidas de corriente parásita.

45 El circuito resonante puede presentar, de manera constructivamente sencilla, un elemento capacitor que puede conectarse y desconectarse mediante un interruptor, para variar así su frecuencia de resonancia f_{res} . Sobra mencionar en general que los elementos capacitores pueden ser, por ejemplo, condensadores.

50 La invención se ha planteado además el objetivo de crear un procedimiento para determina la propiedad magnética, en particular por lo que respecta las pérdidas magnéticas, de un paquete de chapas, que sea extraordinariamente eficiente energéticamente.

La invención alcanza este objetivo planteado porque el circuito resonante para la creación del flujo electromagnético se excita a una oscilación con su frecuencia de resonancia.

5 Si el circuito resonante para la creación del flujo electromagnético se excita a una oscilación con su frecuencia de resonancia, un procedimiento especialmente eficiente energéticamente puede posibilitar la determinación de valores de saturación de un paquete de chapas, con el fin de determinar así las pérdidas magnéticas, preferiblemente pérdidas por histéresis, y como consecuencia de ello las pérdidas máximas.

10 Se obtienen condiciones de procedimiento sencillas al excitar el circuito resonante a una oscilación libre. Concretamente puede bastar simplemente con aprovechar un comportamiento de oscilación decreciente libre del circuito resonante para una detección de datos de medición suficiente. Ventajosamente, el circuito resonante puede excitarse a una oscilación libre durante toda la detección de datos de medición.

15 La precisión de la detección de datos de medición para la determinación de valores de saturación del paquete de chapas puede aumentarse al excitar el circuito resonante a una oscilación forzada. Mediante el mayor número de oscilaciones iguales detectadas de manera repetida desde el punto de vista de la técnica de medición puede darse concretamente la opción de usar un procedimiento para la corrección de errores, con el fin de aumentar adicionalmente la precisión del procedimiento. Ventajosamente, el circuito resonante puede excitarse a una oscilación mixta de este tipo (oscilación forzada y libre) durante toda la detección de datos de medición.

20 Condiciones de procedimiento sencillas y aun así eficientes energéticamente se obtienen al excitar el circuito resonante a una oscilación temporalmente libre y temporalmente forzada. Gracias a los datos de medición relativos a la oscilación libre puede medirse por ejemplo un comportamiento de oscilación decreciente libre del circuito resonante, lo que puede contribuir a una alta precisión en la determinación de las pérdidas magnéticas. Ventajosamente, el circuito resonante puede excitarse a una oscilación forzada y libre durante toda la detección de datos de medición.

25 El procedimiento puede mejorarse adicionalmente, por lo que respecta a su precisión en la determinación de valores de saturación del paquete de chapas, al ser la frecuencia de excitación y la frecuencia de resonancia del circuito resonante iguales. De esta manera puede posibilitarse concretamente poner a disposición un mayor número de datos de medición redundantes para la determinación de la propiedad magnética del paquete de chapas.

30 Si para la determinación de la propiedad magnética del paquete de chapas se varía la frecuencia de resonancia del circuito resonante, puede medirse un mayor espectro de potencia del paquete de chapas por lo que respecta a las pérdidas magnéticas. Un ancho de banda de la frecuencia de resonancia de 50 Hz a 10 kHz puede resultar aquí ventajoso. Con una frecuencia de resonancia baja pueden detectarse, por ejemplo, preferentemente pérdidas de histéresis, para lo cual pueden ser aptas frecuencias de resonancia superiores para la detección de las pérdidas de corriente parásita.

35 Pueden obtenerse condiciones de manejo sencillas en el procedimiento variando el tamaño del capacitor. Esta variación puede producirse, por ejemplo, variando el tamaño del capacitor eléctrico en el circuito resonante, al conectarse o desconectarse capacitores a o del circuito resonante a través de interruptores.

40 En la determinación de la propiedad magnética del paquete de chapas puede diferenciarse entre pérdidas por corrientes parásitas y pérdidas por histéresis, haciéndose funcionar el circuito resonante sucesivamente con dos frecuencias de resonancia diferentes. Un ancho de banda de la frecuencia de resonancia de 50 Hz a 10 kHz puede resultar aquí ventajoso. Con una frecuencia de resonancia baja pueden detectarse, por ejemplo, preferentemente pérdidas de histéresis, para lo cual pueden ser aptas frecuencias de resonancia superiores para la detección de las pérdidas de corriente parásita.

45 El procedimiento puede mejorarse si, basándose en los datos de medición registrados, se determina un modelo matemático de la curva de histéresis, que se tiene en cuenta al determinar la propiedad magnética del paquete de chapas. El área de la curva de histéresis puede representar concretamente una medida de las pérdidas magnéticas. Para la determinación de un modelo matemático de la curva de histéresis pueden usarse los más diversos procedimientos. Por ejemplo puede servir para ello una función de Langevin, para describir la histéresis matemáticamente con un modelo paramétrico. Los parámetros para esta función pueden determinarse a partir de los datos de medición reales o estimarse a partir de los mismos. Otras funciones son concebibles en general.

50 Si en el modelo matemático se tiene en cuenta el entrehierro como corte tangencial de la curva de histéresis, puede mejorarse el procedimiento en la precisión. Para entrehierros pequeños puede asumirse concretamente, como una buena aproximación, que el entrehierro corta tangencialmente la curva de histéresis con una recta. Si el entrehierro se tiene en cuenta en esta consideración en el modelo matemático, puede diferenciarse entre influencia del entrehierro e influencia del paquete de chapas.

La precisión del procedimiento puede aumentarse aún más si al determinar las propiedades magnéticas del paquete de chapas se realiza una comparación entre datos de medición de referencia en un paquete de chapas de referencia y los datos de medición registrados. Para ello puede usarse ventajosamente un puente de medición.

Breve descripción de los dibujos

- 5 En las figuras se representa con más detalle por ejemplo el objeto de la invención con ayuda de ejemplos de realización. Muestran
- la figura 1 una vista esquemática de un dispositivo de acuerdo con la invención para la medición de una propiedad magnética de un paquete de chapas según un primer ejemplo de realización,
- 10 la figura 2 una vista esquemática de un dispositivo excitador alternativo con respecto al de la figura 1 según un segundo ejemplo de realización,
- la figura 3 el circuito resonante de la figura 2 con un detalle del capacitor,
- la figura 4 una evolución de señal relativa a una oscilación libre,
- la figura 5 una evolución de señal relativa a una oscilación forzada,
- la figura 6 una evolución de señal relativa a una oscilación temporalmente libre y temporalmente forzada y
- 15 la figura 7 una vista esquemática de otro dispositivo excitador alternativo con respecto al de la figura 1 según un tercer ejemplo de realización.

Modo de realización de la invención

20 El dispositivo 1 representado en la figura 1 según un primer ejemplo de realización para medir pérdidas magnéticas, por ejemplo usando la curva de histéresis 2, de un paquete de chapas 3 presenta un núcleo 4 ferromagnético. Alrededor de este núcleo 4 están previstos dos devanados, concretamente un devanado excitador 5 y un devanado de medición 6, que están acoplados magnéticamente. El devanado excitador 5 forma parte de un dispositivo excitador 7, que comprende además una fuente de alimentación 8 y un capacitor 9. El dispositivo excitador 7 y el capacitor 9 están conectados eléctricamente a un circuito oscilador en serie 10. Este capacitor 9 puede estar formado, por ejemplo, por uno o varios elementos capacitores interconectados, por ejemplo un condensador o varios condensadores.

25 La fuente de alimentación 8 eléctrica está representada, según la figura 1, como una fuente de corriente 11 regulable a través de una tensión de control y genera en el circuito resonante 10 una corriente $i_e(t)$, creando el devanado excitador 5 un flujo magnético 12 en el núcleo 4 que conduce a un circuito magnético 13. En este circuito magnético 13 se sitúan el paquete de chapas 3, el núcleo 4 y los entrehierros que se producen entre el núcleo 4 y el paquete de chapas 3. El circuito magnético 13 conduce por tanto a través del paquete de chapas 3.

30 El devanado de medición 6 forma parte de un dispositivo de medición 14, que está acoplado magnéticamente con el devanado excitador 5. Preferiblemente, el dispositivo excitador 7 y el devanado de medición 6 presentan diferente número de espiras. Desde el devanado de medición 6 realizado como bobina se capta la tensión de medición $u_m(t)$ a través de un aparato de medición de tensión 15, tensión $u_m(t)$ que se tiene en cuenta al determinar la propiedad magnética del paquete de chapas 3. Para generar ahora altas densidades de flujo en el paquete de chapas 3 y poder alcanzar al mismo tiempo, pese a ello, una eficiencia energética especialmente alta, el circuito resonante 10 es excitado por la fuente de alimentación 8 con la frecuencia de resonancia f_{res} del circuito resonante 10.

El circuito resonante 10 puede, tal como se representa en las figuras 4, 5 y 6, oscilar de manera diferente con la frecuencia de resonancia f_{res} .

40 Por ejemplo, se excita un circuito resonante 10 a una oscilación libre 16 con la frecuencia de resonancia $f_{res} = 1/\sqrt{LC}$ del circuito resonante 10, tal como puede identificarse tal oscilación 16 según la figura 4. Esta experimenta, por oscilación 16 debido a resistencias eléctricas, no representadas con más detalle, una atenuación. Para la implementación de esta excitación se remite a un dispositivo excitador 17 de la figura 7, que representa una realización alternativa a la del dispositivo excitador 7 representado según la figura 1, con lo cual se forma un segundo ejemplo de realización. Así, de la figura 7 puede derivarse una fuente de tensión 22 que puede conectarse y desconectarse a través de un conmutador-inversor 28, y que se usa para cargar el capacitor 9 y por tanto para excitar el circuito resonante 10 a una oscilación 16 atenuada libre según la figura 4.

Alternativamente a la figura 7, en la figura 5 el circuito resonante 10 se excita con una oscilación forzada 23 con ayuda de la tensión $u(t)$, lo que conduce a una corriente de excitación $i_e(t)$. Ventajosamente, la frecuencia de excitación f coincide aquí con la frecuencia de resonancia $f_{res} = 1/\sqrt{LC}$ del circuito resonante 10. Por tanto puede compensarse la atenuación que surge debido a la potencia efectiva del circuito resonante 10 y crearse siempre un flujo electromagnético 12 con alta densidad de flujo. Como puede observarse aquí, esta oscilación 23 puede mantener la amplitud, pese a las pérdidas efectivas, en el circuito resonante. Esto aumenta considerablemente la precisión del procedimiento para la determinación de la propiedad magnética del paquete de chapas 3.

Si la frecuencia de excitación f se escoge tan larga que se ajusta una oscilación 16 atenuada libre con la frecuencia de resonancia $f_{res} = 1/\sqrt{LC}$, el circuito resonante 10 también puede excitarse con una combinación de oscilación temporalmente forzada 23 y oscilación temporalmente atenuada libre 16. En la figura 6 se representa cómo solicitar el circuito resonante 10 temporalmente con una excitación $u(t)$, antes de admitir una oscilación libre 16. Mediante esta excitación previa con una oscilación forzada 23 está además cargado el capacitor 9 lo suficiente para la oscilación libre 16, lo que hace que el procedimiento pueda manejarse de forma especialmente rápida y sencilla. Para ello puede usarse, por ejemplo, el dispositivo excitador 24 representado según la figura 2.

Este dispositivo excitador 24 según la figura 2 presenta además una realización especialmente robusta de la fuente eléctrica para la fuente de alimentación 8 del circuito resonante 10. Aquí se usa un inversor 18, que forma junto con el circuito resonante 10 un inversor de circuito resonante 19. El inversor 18 aplica una tensión alterna $u(t)$ al circuito resonante 10, lo que conduce a una corriente de excitación $i_e(t)$. Además, el inversor 18 se controla de manera resonante en el sentido de una conmutación por voltaje cero, al activar un conmutador 20, al pasar por cero la tensión de carga, el interruptor 21 pertinente.

El circuito resonante 10 de la figura 2, representado con más detalle según la figura 3, muestra en su capacitor 9 un elemento capacitor 91 que puede conectarse y desconectarse. Para ello se activa el interruptor 27. También pueden preverse varios capacitores 91 que pueden conectarse y desconectarse – lo cual no está representado con más detalle. Con el elemento capacitor 91 que puede conectarse y desconectarse puede ajustarse la frecuencia de resonancia f_{res} del circuito resonante 10 conforme a los requisitos de medición, porque así puede cambiarse el tamaño del capacitor 9 en función del elemento capacitor 90 y el elemento capacitor 91. Así puede medirse un mayor espectro de potencia del paquete de chapas 3 por lo que respecta a pérdidas magnéticas. Un ancho de banda de la frecuencia de resonancia de 50 Hz a 10 kHz es aquí ventajoso. Con una frecuencia de resonancia baja pueden detectarse preferentemente pérdidas de histéresis, siendo apta una frecuencia de resonancia superior a esta para la detección preferente de pérdidas por corrientes parásitas. La misma función la ofrece también el circuito resonante 10 representado según la figura 3.

La bobina de reactancia 25 en el circuito resonante 10 se usa para mejora la señal $i_e(t)$.

Tal como puede derivarse de la figura 1, respecto a la tensión de medición $u_m(t)$ captada por el devanado de medición 6 realizado como bobina de medición se recurre también a la corriente de excitación $i_e(t)$ para la medición de la propiedad magnética del paquete de chapas 3. Así es posible, concretamente, representar la curva de histéresis 2, para determinar con ello la propiedad magnética del paquete de chapas 3. Para ello se determina, a partir de la tensión de medición $u_m(t)$, el flujo magnético a través de un integrador 26, mediante el cual puede determinarse la densidad de flujo magnético B . La corriente de excitación $i_e(t)$ sirve para determinar la intensidad de campo magnético H , de modo que conociendo H y B puede trazarse la curva de histéresis. Para una mayor sensibilidad se mantiene baja la relación del entrehierro con respecto a la trayectoria magnética efectiva.

Tomando como base los datos de medición registrados es también posible determinar un modelo matemático de la curva de histéresis 2, tal como se indica en la figura 1. El área de la curva de histéresis 2 representa concretamente una medida de las pérdidas magnéticas. Para la determinación de un modelo matemático de la curva de histéresis 2 pueden usarse lo más diversos procedimientos. Por ejemplo puede servir para ello una función de Langevin, para describir la histéresis matemáticamente con un modelo paramétrico. Los parámetros para esta función pueden determinarse a partir de los datos de medición reales o estimarse a partir de los mismos. En el modelo matemático se tiene en cuenta el entrehierro como corte tangencial de la curva de histéresis 2, lo que aumenta la precisión del procedimiento. Una comparación entre datos de medición de referencia en un paquete de chapas de referencia, no representado con más detalle, y los datos de medición registrados desde el paquete de chapas 3 sometido a prueba puede aumentar adicionalmente esta precisión. Para ello puede usarse un puente de medición no representado con más detalle.

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo para determinar la propiedad magnética de un paquete de chapas (3) con un núcleo ferromagnético (4), con un dispositivo excitador (7, 17, 24), que presenta una fuente de alimentación (8) y un circuito resonante eléctrico (10) excitado por la fuente de alimentación (8), que comprende un capacitor (9) y un devanado excitador (5) previsto en el núcleo (4) y eléctricamente conectado al capacitor (9), devanado excitador (5) que está equipado para generar un flujo magnético (12) en el núcleo (4) para un circuito magnético (13) y con un dispositivo de medición (14), que presenta un devanado de medición (6) previsto en el núcleo (4) y acoplado magnéticamente con el devanado excitador (5), estando equipada la fuente de alimentación (8) para excitar el circuito resonante (10) a una oscilación (23) con la frecuencia de resonancia (f_{res}) del circuito resonante (10), caracterizado porque la fuente de alimentación (8) presenta un inversor (18) que, junto con el circuito resonante (10) del dispositivo excitador (7), forma un inversor de circuito resonante (19).
2. Dispositivo según la reivindicación 1, caracterizado porque la fuente de alimentación (8) excita el circuito resonante (10) a una oscilación libre (16).
3. Dispositivo según la reivindicación 1, caracterizado porque la fuente de alimentación (8) excita el circuito resonante (10) o bien a una oscilación forzada (23) o bien a una oscilación temporalmente libre y temporalmente forzada (16, 23).
4. Dispositivo según la reivindicación 3, caracterizado porque la frecuencia de excitación (f) de la fuente de alimentación (8) coincide con la frecuencia de resonancia (f_{res}) del circuito resonante (10).
5. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado porque el inversor de circuito resonante (19) presenta un conmutador (20) que conmuta el inversor (18) de manera resonante.
6. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado porque el circuito resonante (10) presenta una bobina de reactancia (25) para mejorar la señal.
7. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado porque el circuito resonante (10) presenta, para la modificación de su frecuencia de resonancia (f_{res}), al menos un capacitor (9) de tamaño variable.
8. Dispositivo según la reivindicación 7, caracterizado porque el circuito resonante (10) presenta un elemento capacitor (91) que puede conectarse y desconectarse mediante un interruptor (27).
9. Procedimiento para determinar la propiedad magnética de un paquete de chapas (3), en el que se genera un flujo electromagnético (12) por un devanado excitador (5) previsto en un núcleo (4), al excitarse un circuito resonante (10), que comprende el devanado excitador (5) y un capacitor (9), por una fuente de alimentación (8) a una oscilación (16, 23), el flujo magnético (12) generado forma un circuito magnético (13) a través del paquete de chapas (3) y el núcleo (4), y se registran datos de medición con ayuda de un devanado de medición (6) acoplado magnéticamente con el devanado excitador (5) y con ayuda de al menos estos datos de medición se determina la propiedad magnética del paquete de chapas (3), caracterizado porque el circuito resonante (10) para la generación del flujo electromagnético (12) a una oscilación (23) se excita con su frecuencia de resonancia (f_{res}), para lo cual la fuente de alimentación (8) presenta un inversor (18) que forma, junto con el circuito resonante (10) del dispositivo excitador (7), un inversor de circuito resonante (19).
10. Procedimiento según la reivindicación 9, caracterizado porque el circuito resonante (10) se excita a una oscilación libre (16).
11. Procedimiento según la reivindicación 9, caracterizado porque el circuito resonante (10) se excita o bien a una oscilación forzada (23) o bien a una oscilación temporalmente libre y temporalmente forzada (16, 23).
12. Procedimiento según la reivindicación 11, caracterizado porque la frecuencia de excitación (f) y la frecuencia de resonancia (f_{res}) del circuito resonante (10) son iguales.
13. Procedimiento según una de las reivindicaciones 9 a 12, caracterizado porque al determinar la propiedad magnética del paquete de chapas (3) se varía la frecuencia de resonancia (f_{res}) del circuito resonante (10), en particular mediante el tamaño del capacitor (9).
14. Procedimiento según la reivindicación 13, caracterizado por que, en el caso de la propiedad magnética del paquete de chapas (3), se distingue entre pérdidas por corrientes parásitas y pérdidas por histéresis, en el que el circuito resonante (10) se hace funcionar sucesivamente con dos frecuencias de resonancia (f_{res}) diferentes.

15. Procedimiento según una de las reivindicaciones 9 a 14, caracterizado por que, basándose en los datos de medición registrados, se determina un modelo matemático de la curva de histéresis (2) que se tiene en cuenta al determinar la propiedad magnética del paquete de chapas (3).
- 5 16. Procedimiento según la reivindicación 15, caracterizado porque en el modelo matemático se tiene en cuenta el entrehierro como corte tangencial de la curva de histéresis (2).
17. Procedimiento según una de las reivindicaciones 9 a 16, caracterizado por que, al determinar las propiedades magnéticas del paquete de chapas (3), se efectúa una comparación entre datos de medición de referencia de un paquete de chapas de referencia y los datos de medición registrados.
- 10 18. Procedimiento según una de las reivindicaciones 9 a 17, caracterizado porque el inversor de circuito resonante (19) presenta un conmutador (20) que conmuta el inversor (18) de manera resonante.

FIG.1

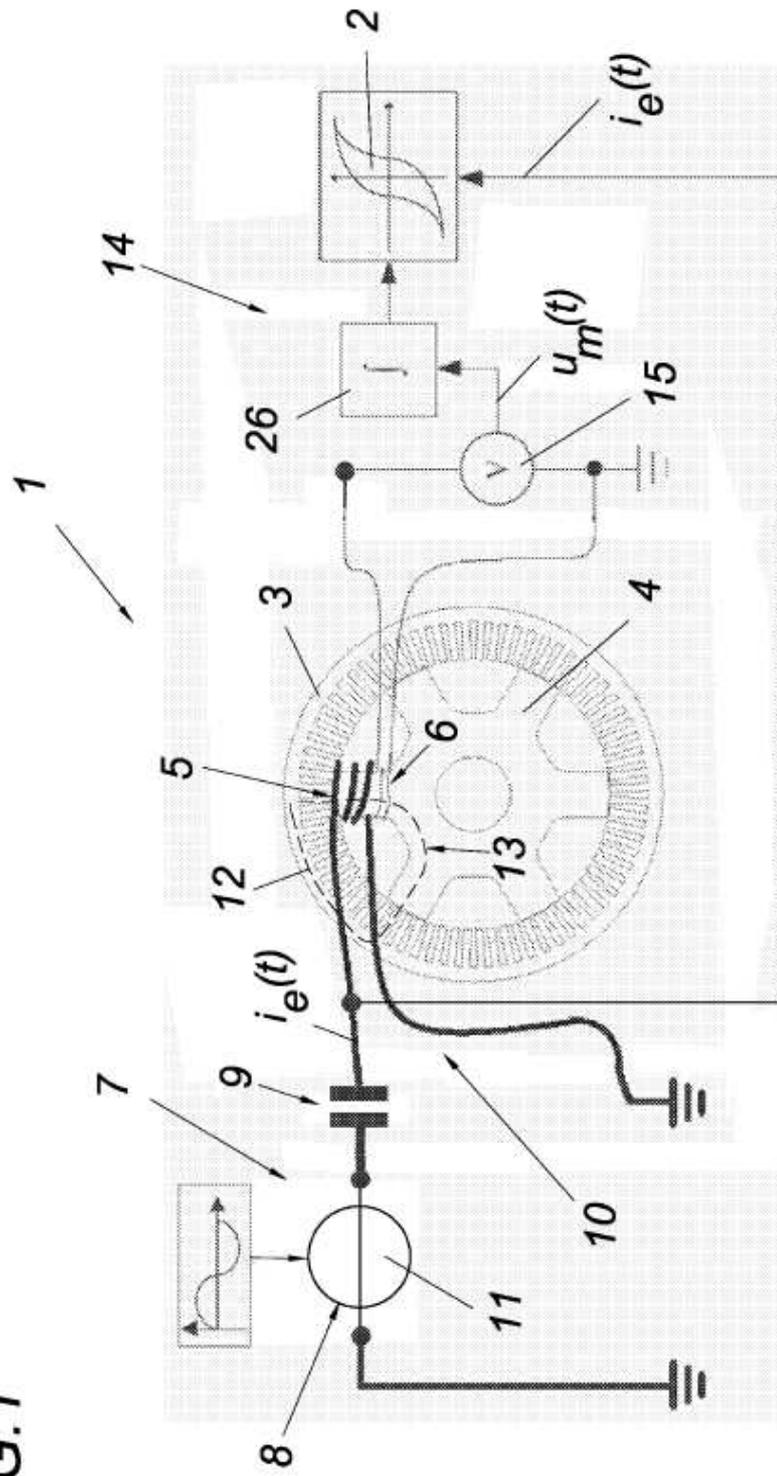


FIG.2

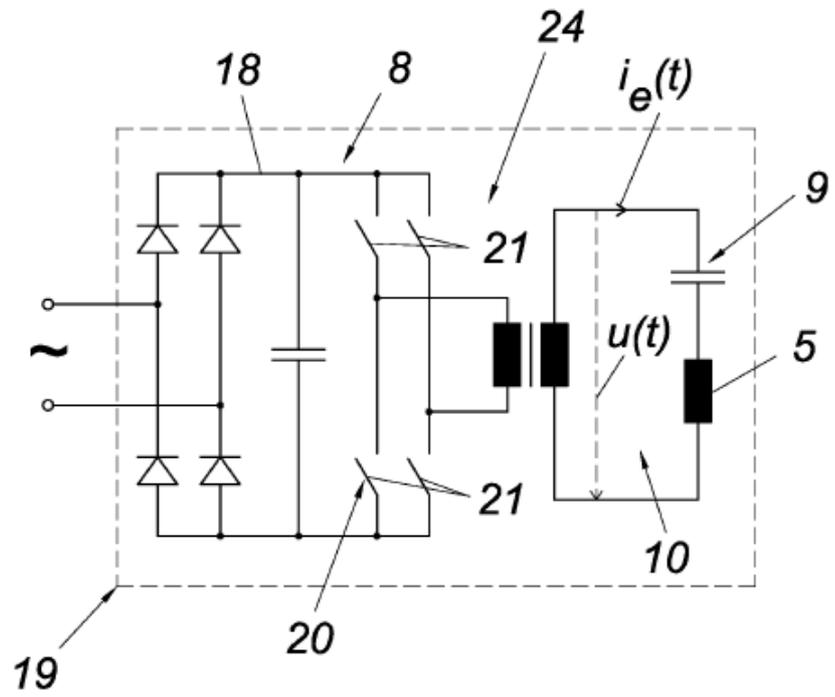


FIG.3

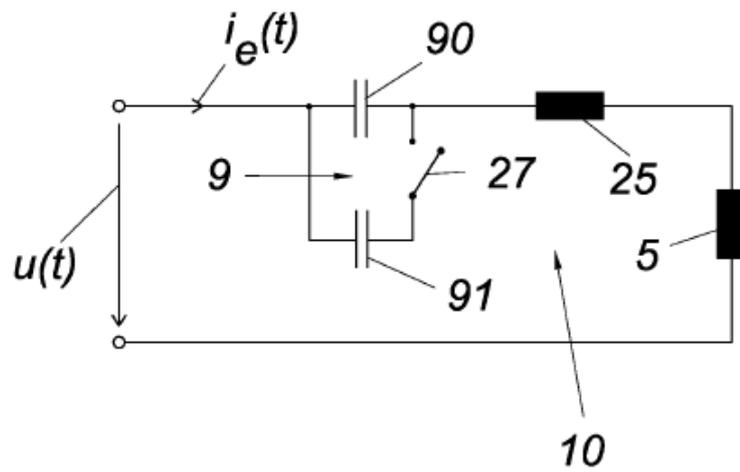


FIG.4

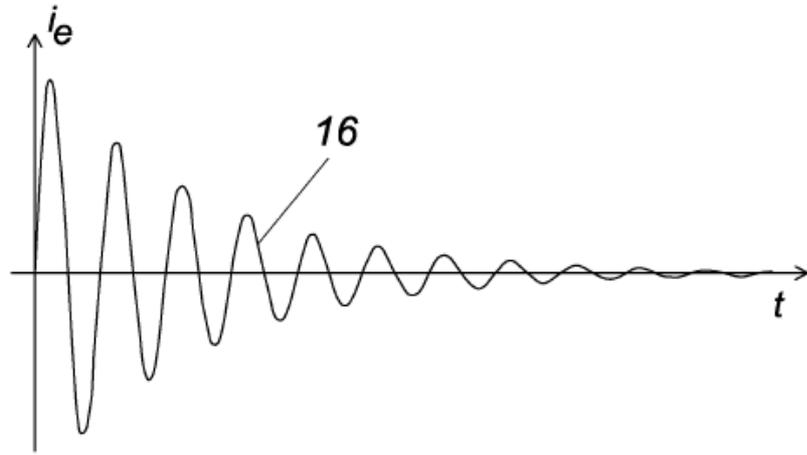


FIG.5

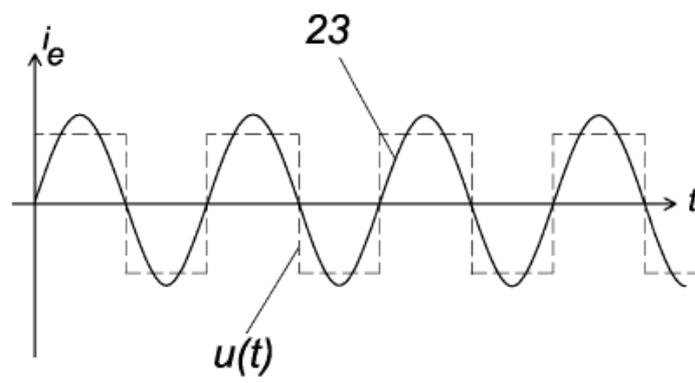


FIG.6

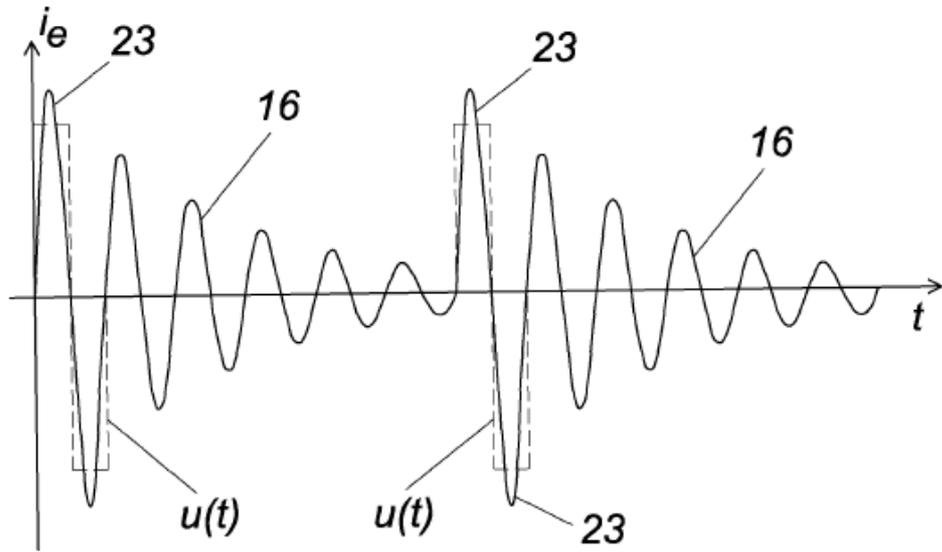


FIG.7

