

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 991 833**

51 Int. Cl.:

**G01B 7/06** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.12.2020** **E 20213460 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.08.2024** **EP 4012326**

54 Título: **Sistema de corrientes de Foucault pulsadas**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**05.12.2024**

73 Titular/es:

**ABB SCHWEIZ AG (100.0%)**  
**Bruggerstrasse 66**  
**5400 Baden, CH**

72 Inventor/es:

**SOBEL, JARL y**  
**ZLATANSKI, MARTIN**

74 Agente/Representante:

**LEHMANN NOVO, María Isabel**

**ES 2 991 833 T3**

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

## DESCRIPCIÓN

Sistema de corrientes de Foucault pulsadas

### 5 CAMPO TÉCNICO

La presente divulgación se refiere a un sistema de corriente de Foucault pulsada (PEC, por sus siglas en inglés) que comprende un transmisor configurado para generar un campo electromagnético cambiante que induce corrientes de Foucault en un objeto de un material eléctricamente conductor dispuesto dentro del campo electromagnético, y un receptor configurado para detectar un campo electromagnético cambiante generado por las corrientes de Foucault.

### ANTECEDENTES

La PEC, p. ej., como se describe en el documento US 5,059,902, se ha aplicado con éxito a la medición de cantidades mecánicas, tales como la resistividad eléctrica, el espesor de láminas de metal no ferroso y la posición de borde.

El método funciona mediante la creación de un campo magnético estático en la placa sometida a medición usando una corriente de CC en una bobina transmisora. A continuación, el campo magnético se elimina repentinamente al apagar la corriente, depositando la energía magnética en resistencias de carga adecuadas. Se mide el primer pulso resultante del corte de corriente y su integral se puede usar para determinar la distancia entre la placa y la bobina.

Después de que la corriente en la bobina transmisora haya decaído, es posible iniciar una medición de las corrientes de Foucault inducidas en la placa por el cambio repentino del campo magnético aplicado. El cambio del campo magnético debido a la rápida caída de las corrientes de Foucault en la placa puede inducir una pequeña señal que puede medirse y analizarse con el fin de deducir la resistividad y el espesor de la placa.

La medición de la señal de la corriente de Foucault se realiza, normalmente, usando una bobina receptora individual y un canal de receptor (RC, por sus siglas en inglés) de medición individual, especialmente diseñado para medir la señal de mV de la caída de corriente de Foucault. El primer pulso resultante del corte de corriente del transmisor puede ser de varios cientos de voltios, por lo que el canal de medición de corrientes de Foucault también debe incluir algún tipo de protección contra sobretensión (OVP, por sus siglas en inglés).

La parte inicial de la caída de corriente de Foucault es independiente del espesor y puede usarse para obtener una medida de la resistividad de la placa. La última parte depende de la resistencia de la lámina, por lo que depende de la resistividad dividida por el espesor. Después de calcular la resistividad y la resistencia de lámina, se puede deducir el espesor de la placa, p. ej., como se describe en el documento US 6,661,224.

### SUMARIO

Un objetivo de la presente invención es proporcionar un sistema PEC mejorado y un método para la medición del espesor de placas delgadas.

Ahora se ha descubierto que para medir el espesor de placas delgadas, por ejemplo, que tienen un espesor de menos de 0,5 mm, es necesario aumentar la corriente del transmisor. Gracias a la presente invención se pueden medir con suficiente precisión espesores inferiores, por ejemplo de hasta 200  $\mu\text{m}$ . De acuerdo con la presente invención, se obtienen corrientes más altas y una capacitancia más baja del transmisor mediante un sistema de bobinas más simple con un solo interruptor semiconductor y diodos paralelos (uno por capa de bobina, lo que también evita que fluya una corriente circulante entre las capas de bobina).

De acuerdo con un aspecto de la presente invención, se proporciona un sistema PEC que comprende un transmisor configurado para generar un campo electromagnético cambiante que induce corrientes de Foucault en un objeto de un material eléctricamente conductor dispuesto dentro del campo electromagnético. El transmisor comprende un dispositivo de conmutación y una bobina transmisora configurada para ser conectada a una fuente de voltaje. El dispositivo de conmutación está dispuesto para conmutar una corriente generada por la fuente de voltaje a través de la bobina transmisora. La bobina transmisora comprende una pluralidad de capas de bobina eléctricamente conductoras paralelas con una resistencia de amortiguación respectiva conectada a través de cada una de las capas de bobina (es decir, una, lo que significa solo una o al menos una, resistencia de amortiguación por capa de bobina), estando cada una de las capas de bobina conectada en serie con un diodo respectivo (es decir, uno, lo que significa solo uno o al menos un, diodo por capa de bobina). El sistema PEC también comprende un receptor configurado para detectar un campo electromagnético cambiante generado por las corrientes de Foucault, comprendiendo el receptor una bobina receptora eléctricamente conductora, un canal receptor (RC) y un circuito de protección contra sobretensión (OVP) conectado entre la bobina receptora y el RC.

Según otro aspecto de la presente invención, se proporciona un transmisor para un sistema PEC (por ejemplo, una realización del sistema PEC de la presente divulgación). El transmisor está configurado para generar un campo electromagnético cambiante que induce corrientes de Foucault en un objeto de un material eléctricamente conductor

5 dispuesto dentro del campo electromagnético. El transmisor comprende un dispositivo de conmutación y una bobina transmisora configurada para ser conectada a una fuente de voltaje. El dispositivo de conmutación está dispuesto para conmutar una corriente generada por la fuente de voltaje a través de la bobina transmisora. La bobina transmisora comprende una pluralidad de capas de bobina eléctricamente conductoras paralelas con una resistencia de amortiguación respectiva conectada a través de cada una de las capas de bobina, estando cada una de las capas de bobina conectada en serie con un diodo respectivo.

10 De acuerdo con otro aspecto de la presente invención, se proporciona un método de determinación de un espesor del objeto por medio de una realización del sistema PEC de la presente divulgación. El método comprende, por medio del transmisor, inducir primeras corrientes de Foucault en el objeto; por medio del receptor, en función del tiempo, medir un primer voltaje que tiene una primera polaridad en el RC, en donde el primer voltaje es inducido en la bobina receptora por el campo electromagnético cambiante generado por las primeras corrientes de Foucault; y en base a la medición del primer voltaje, determinar el espesor del objeto.

15 Según otro aspecto de la presente invención, se proporciona un producto de programa informático que comprende componentes ejecutables por ordenador para hacer que un controlador de un sistema PEC realice una realización del método de la presente divulgación cuando los componentes ejecutables por ordenador se ejecutan en un circuito de procesamiento comprendido en el controlador.

20 El OVP se usa para proteger el RC del pico de voltaje inicial, lo que permite medir las pequeñas tensiones (intervalo de mV) inducidas por las corrientes de Foucault de manera estable. Dado que la bobina de transmisión de la presente invención es unipolar, como resultado de los diodos paralelos, en algunas aplicaciones puede ser deseable permitir que el lado del receptor sea bipolar para compensar cualquier desplazamiento. Así, en algunas realizaciones de la presente invención, el OVP tiene una topología bipolar, lo que permite su uso para conmutar la polaridad del RC aunque las corrientes de Foucault inducidas sean siempre de la misma polaridad.

25 Cabe señalar que cualquier característica de cualquiera de los aspectos se puede aplicar a cualquier otro aspecto, cuando corresponda. Asimismo, cualquier ventaja de cualquiera de los aspectos se puede aplicar a cualquiera de los demás aspectos. Otros objetivos, características y ventajas de las realizaciones adjuntas serán evidentes a partir de la siguiente divulgación detallada, de las reivindicaciones dependientes adjuntas, así como de los dibujos.

30 En general, todos los términos utilizados en las reivindicaciones deben interpretarse de acuerdo con su significado habitual en el campo técnico, a menos que se definan explícitamente de otro modo en el presente documento. Todas las referencias a "un/el elemento, aparato, componente, medio, etapa, etc." se deben interpretar en sentido general como referidas a al menos una instancia del elemento, aparato, componente, medio, etapa, etc. a menos que se indique explícitamente lo contrario. Las etapas de cualquier método divulgado en el presente documento no se tienen que realizar en el orden exacto divulgado, a menos que se indique explícitamente. El uso de "primero", "segundo", etc., para diferentes características/componentes de la presente divulgación solo tiene como objetivo distinguir las características/componentes de otras características/componentes similares y no impartir ningún orden o jerarquía a las características/componentes.

#### BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

35 Se describirán realizaciones, a modo de ejemplo, con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

40 La figura 1 es un diagrama de bloques esquemático de una realización del sistema PEC de la presente invención.

45 La figura 2 es un diagrama de circuito esquemático de una realización del transmisor de la presente invención.

50 La figura 3 es un diagrama de circuito esquemático de una realización del receptor de la presente invención.

55 La figura 4 es un diagrama de flujo esquemático de un método de conformidad con algunas realizaciones de la presente invención.

La figura 5 es un diagrama de bloques esquemático de un controlador de conformidad con algunas realizaciones de la presente invención.

#### DESCRIPCIÓN DETALLADA

60 Las realizaciones se describirán ahora más completamente a continuación en el presente documento con referencia a los dibujos adjuntos, en los que se muestran determinadas realizaciones. Sin embargo, son posibles otras realizaciones en muchas formas diferentes dentro del alcance de la presente divulgación. Más bien, las siguientes realizaciones se proporcionan a modo de ejemplo para que esta divulgación sea minuciosa y completa, y transmitirán completamente el alcance de la divulgación a los expertos en la materia. Los números similares se refieren a elementos similares a lo largo de la descripción.

La figura 1 ilustra una realización de un sistema PEC 10 dispuesto para medir el espesor  $d$  de un objeto 1, típicamente una placa (que también puede denominarse lámina de metal) de un material eléctricamente conductor no ferroso, tal como Al, teniendo el objeto un primer lado 4a (aquí inferior) y un segundo lado 4b (aquí superior). En la figura, el objeto 1 en forma de placa tiene un eje longitudinal que es perpendicular al plano de la figura.

El sistema PEC 10 comprende un transmisor 2 y un receptor 3. En la figura, tanto el transmisor 2 como el receptor 3, específicamente la bobina transmisora y la bobina receptora, respectivamente, de estos, están dispuestos en el mismo lado del objeto 1, y esto es preferente en algunas realizaciones. Sin embargo, en algunas otras realizaciones, la bobina receptora puede estar dispuesta en el lado opuesto del objeto 1 en relación con la bobina transmisora.

El sistema PEC 10 puede comprender un controlador 6 para controlar el transmisor 2 y el receptor 3 mediante señalización de control, p. ej., como se ilustra mediante las líneas discontinuas en la figura. El controlador puede estar formado como un dispositivo individual, o estar parcial o totalmente integrado con el transmisor y/o receptor. El controlador 6 puede, p. ej., comprender un dispositivo controlador central que esté dispuesto separado del transmisor y receptor, y uno o varios dispositivo(s) controlador(es) distribuido(s) integrado(s) con el transmisor y/o receptor.

La velocidad con la que es posible apagar la corriente del transmisor depende de la constante de tiempo del sistema de bobinas utilizado. La constante de tiempo de un sistema de bobinas es proporcional a

$$\sqrt{LC}$$

, donde  $L$  es la inductancia efectiva del sistema de bobinas, y  $C$  es su capacitancia efectiva. La capacitancia efectiva incluye la capacitancia distribuida del sistema de bobinas y la capacitancia de la electrónica conectada.

Para obtener información sobre la resistividad del objeto eléctricamente conductor 1, por ejemplo, una placa no ferrosa, como una placa de aluminio (Al), puede ser conveniente realizar una medición antes de que el cambio en el campo magnético haya tenido tiempo de penetrar en el objeto/placa. Esto ocurre en una escala de tiempo igual a

$$T_{placa} = \frac{d^2 \mu_0}{\pi^2 \rho}$$

, donde  $d$  es el espesor de la placa,  $\rho$  su resistividad, y  $\mu_0$  la permeabilidad magnética del espacio libre.

La condición de que la constante de tiempo de la bobina del transmisor 2 sea mucho menor que la constante de tiempo de la placa 1 establece un límite inferior al espesor  $d$  que es posible medir:

$$k\sqrt{LC} < \frac{d^2}{\rho}$$

donde la constante  $k$  depende de los requisitos y propiedades del sistema de medición.

De ello se deduce que, para reducir el límite de medición del espesor  $d$  de 0,5 mm a 0,2 mm, puede ser necesario aumentar en un factor 6 la velocidad de apagado de la corriente del transmisor 2.

Por lo tanto, para reducir el límite inferior de la medición del espesor, puede ser necesario aumentar la velocidad del sistema de bobina transmisora. Esto puede lograrse, al menos en parte, reduciendo el número de vueltas en la bobina transmisora. Al reducir el número de vueltas en la bobina transmisora, se puede reducir tanto la inductancia como la capacitancia efectiva. Sin embargo, al reducir el número de vueltas de la bobina transmisora, también se reduce el flujo en el objeto, y la magnitud de las corrientes de Foucault en el objeto 1, y por lo tanto la señal de medición, depende del flujo total en el objeto, justo antes de que se corte la corriente.

Para mantener alta la relación señal-ruido de la medición de corrientes de Foucault y al mismo tiempo mantener bajo el número de vueltas en la bobina transmisora, puede ser deseable, por lo tanto, aumentar sustancialmente la corriente del transmisor, es decir, la corriente a través de la bobina del transmisor 2.

La topología del transmisor de la presente invención proporciona una solución adaptada para su uso con corrientes altas y baja capacitancia al permitir que la corriente del transmisor corra en la misma dirección en cada medición. Esto produce un circuito muy simple para la corriente del transmisor, que somete el objeto/placa 1 a una magnetización unipolar. El gran pulso de voltaje resultante del corte de corriente del transmisor, así como la pequeña señal inducida por las corrientes de Foucault que decaen, tendrán entonces siempre la misma polaridad. En la figura 2 se muestra un ejemplo de realización de dicha bobina transmisora 21.

Figura 2 la bobina transmisora 21 está conectada a una fuente de voltaje 25 configurada para suministrar una corriente del transmisor a través de la bobina transmisora. Un dispositivo de conmutación 24, que comprende, por ejemplo, un interruptor semiconductor o un disyuntor, en este caso un interruptor semiconductor, preferiblemente un transistor de efecto de campo de óxido de metal semiconductor (MOSFET), por ejemplo, un MOSFET de canal n (también llamado nMOS), para encender o apagar la corriente del transmisor.

La bobina transmisora 21 comprende una pluralidad de capas de bobina eléctricamente conductoras 22 paralelas, conectadas en paralelo entre sí para permitir el uso de una corriente del transmisor más alta mientras se mantiene baja la resistencia. En la figura 2, se muestran esquemáticamente dos capas de bobina 22a y 22b, pero cualquier número de capas de bobina, por ejemplo, al menos cuatro capas de bobina, puede estar comprendido en la pluralidad de capas de bobina 22 de la bobina transmisora 21. Se puede conectar una resistencia de amortiguación respectiva 23 (aquí 23a y 23b, respectivamente) a través de cada capa de bobina 22 de la pluralidad de capas de bobina para amortiguar el circuito oscilante paralelo resultante de la capacitancia de la bobina. Cada una de la pluralidad de capas de bobina 22 está conectada en serie con un respectivo dispositivo de bloqueo unidireccional, típicamente un diodo D, aquí un diodo D1 en serie con la capa de bobina 22a y un diodo D2 en serie con la capa de bobina 22b, para aislar el dispositivo de conmutación 24 del circuito de resonancia formado en la bobina transmisora 21. La pluralidad de diodos D respectivos evitan también la formación de una corriente circulante que fluye entre las capas de bobina 22. De lo contrario, las diferencias entre las diferentes capas de bobina 22 pueden generar una corriente circulante que puede interferir con la medición de las corrientes de Foucault relativamente pequeñas en el objeto 1. La bobina transmisora 21 utiliza preferiblemente varias capas de una placa de circuito imprimible (PCB) para formar las capas de bobina 22, una capa de PCB por capa de bobina. Las capas de bobina 22 suelen ser idénticas entre sí. Para mantener la inductancia lo suficientemente baja, el número de vueltas en cada una de las capas de bobina puede ser muy bajo, por ejemplo, dentro del rango de una a cuatro vueltas.

Además, debido a que la bobina transmisora 21 es unipolar, como resultado de que los diodos D respectivos están conectados en serie con cada una de las capas de bobina 22, la corriente del transmisor normalmente tiene que transmitirse a través de un solo diodo D y un solo dispositivo de conmutación 24 en serie en el transmisor 21, en comparación con dos diodos y dos dispositivos de conmutación en serie para un transmisor bipolar convencional, lo que reduce la resistencia y las pérdidas térmicas en el transmisor 21. Además, se pueden utilizar interruptores semiconductores del tipo nMOS en el dispositivo de conmutación 24, en lugar del interruptor semiconductor pMOS de mayor resistencia de drenaje y mayor capacitancia. Para minimizar aún más las pérdidas térmicas en el transmisor, el dispositivo de conmutación 24 puede comprender o consistir en varios interruptores semiconductores conectados en paralelo.

La figura 3 ilustra una realización de un receptor 3. El receptor 3 comprende una bobina receptora 31, en la que se puede formar una corriente del receptor, inducida por el campo electromagnético cambiante resultante del corte de la corriente del transmisor y, luego, por la caída de las corrientes de Foucault en el objeto 1. La corriente del receptor se envía a un RC 33 en el que se pueden realizar mediciones de voltaje para determinar las propiedades del objeto 1. Sin embargo, para proteger el RC 33 del pico de voltaje relativamente muy alto que resulta en el momento del corte de la corriente del transmisor 2, se conecta un OVP 32 entre la bobina receptora 31 y el RC 33. Se puede conectar un amplificador 34 al RC para facilitar la medición de las tensiones relativamente bajas (intervalo de mV) en este.

El OVP normalmente comprende una pluralidad de interruptores semiconductores V, por ejemplo, cada uno de los cuales comprende un MOSFET, tal como un nMOS o pMOS, preferiblemente nMOS, debido a la menor resistencia de drenaje y menor capacitancia en comparación con un pMOS.

Puesto que el transmisor 2 es unipolar, la corriente del receptor inducida en la bobina receptora 31 siempre será de la misma polaridad. Esto también permite que el OVP 32 tenga una topología más simple en comparación con cuando se utiliza un transmisor bipolar convencional. Sin embargo, puede resultar difícil eliminar las compensaciones dentro del sistema PEC 10. Por lo tanto, puede resultar ventajoso utilizar un OVP bipolar 32, que permite cambiar la polaridad en el RC 33 entre mediciones incluso cuando se utiliza el transmisor unipolar 2. Al realizar una medición de un espesor d de un objeto, dicha medición puede comprender dos submediciones, cada una con una polaridad diferente en el RC 33 por medio del OVP bipolar 32. En la realización de la figura 3, el OVP es bipolar por medio de una topología de puente H de cuatro interruptores semiconductores V1, V2, V3 y V4, comprendiendo en este ejemplo cada uno de ellos un nMOS, lo que puede ser una forma conveniente de hacer que el OVP sea bipolar.

Además, si se utiliza un amplificador 34, dicho amplificador puede tener voltajes de compensación que varían con el tiempo, compensaciones que también pueden compensarse mediante submediciones en diferentes polaridades en el RC 33. Como se mencionó anteriormente, la polaridad del RC 33 se puede controlar por medio de un OVP 32 bipolar. Esta compensación de desplazamiento, que normalmente comprende la resta del desplazamiento permitido por las dos submediciones, facilita las mediciones de los voltajes relativamente pequeños en el RC 33 de manera estable.

La figura 4 ilustra algunas realizaciones del método de la presente divulgación. El método sirve para determinar/medir un espesor d del objeto 1 por medio de una realización del sistema PEC 10 de la presente divulgación. El método comprende, por medio del transmisor 2, inducir S1 primeras corrientes de Foucault en el objeto 1. A continuación, por medio del receptor 3, se mide S2 un primer voltaje que tiene una primera polaridad en el RC 33 en función del tiempo,

en donde el primer voltaje es inducido en la bobina receptora 31 por el campo electromagnético cambiante generado por las primeras corrientes de Foucault. Entonces, basándose en la medición S2 del primer voltaje, se determina S5 el espesor d del objeto 1.

5 En algunas realizaciones, el método también comprende, antes de la determinación S5 del espesor d, inducir S3 segundas corrientes de Foucault en el objeto 1 por medio del transmisor 2. Luego, se puede medir S4 un segundo voltaje que tiene una segunda polaridad, opuesta a la primera polaridad, en función del tiempo en el RC 33 por medio del receptor 3. En esta realización, el segundo voltaje es inducido en la bobina receptora 31 por el campo electromagnético cambiante generado por las segundas corrientes de Foucault y la polaridad del voltaje en el RC 33 es controlada por el OVP 32 que es bipolar. Entonces, la determinación S5 del espesor d puede basarse tanto en la medición S2 del primer voltaje como en la medición S4 del segundo voltaje. De esta manera, se pueden restar las compensaciones.

15 En algunas realizaciones de la presente invención, el OVP 32 es bipolar. Esta puede ser una forma conveniente de permitir mediciones en el RC 33 en diferentes polaridades, por ejemplo, para compensar desplazamientos, cuando se utiliza el transmisor unipolar 2 de la presente divulgación. En algunas realizaciones, el OVP 32 es bipolar por medio de una topología de puente H. En algunas realizaciones, la topología de puente H está formada por cuatro MOSFET V, por ejemplo, MOSFET de canal n (también denominados nMOS en este documento).

20 En algunas realizaciones de la presente invención, el RC 33 está conectado a un amplificador 34 comprendido en el receptor 3. Esto puede facilitar y mejorar la medición S2 y/o S4 de los voltajes inducidos relativamente pequeños en el RC.

25 En algunas realizaciones de la presente invención, el dispositivo de conmutación 24 del transmisor 2 es o comprende un MOSFET, por ejemplo, un MOSFET de canal n (también denominado nMOS en este documento). De este modo, tanto el dispositivo de conmutación 24 del transmisor 2 como los interruptores semiconductores V del OVP 32 pueden comprender convenientemente un respectivo nMOS.

30 En algunas realizaciones de la presente invención, el objeto 1 es una placa o lámina metálica, por ejemplo, alimentada al sistema PEC 10 desde un rollo y/o enrollada en un rollo tras haber pasado por el sistema PEC 10.

35 Algunas realizaciones del sistema PEC 10 pueden ser especialmente útiles para determinar espesores pequeños del objeto 1, por ejemplo, un espesor d de menos de 0,5 mm, tal como dentro del rango de 0,5 mm a 0,2 mm, por ejemplo, de 0,4 mm a 0,2 mm.

40 La figura 5 ilustra esquemáticamente una realización del controlador 6 de la presente divulgación. El controlador 6 comprende circuitos de procesamiento 61, p. ej., una unidad central de procesamiento (CPU). El circuito de procesamiento 61 puede comprender una o una pluralidad de unidades de procesamiento en forma de microprocesador(es). Sin embargo, otros dispositivos adecuados con capacidades informáticas podrían estar comprendidos en el circuito de procesamiento 61, por ejemplo, un circuito integrado de aplicación específica (ASIC), una matriz de puertas programables en campo (FPGA) o un dispositivo lógico programable complejo (CPLD). El circuito de procesamiento 61 está configurado para ejecutar uno o varios programa(s) informático(s) o software (SW) 63 almacenado(s) en un almacenamiento 62 de una o varias unidad(es) de almacenamiento, por ejemplo, una memoria. La unidad de almacenamiento se considera un medio legible por ordenador, que forma un producto de programa informático 62 junto con el SW 63 almacenado en esta como componentes ejecutables por ordenador, como se analiza en el presente documento y puede, por ejemplo, tener la forma de una memoria de acceso aleatorio (RAM), una memoria flash u otra memoria de estado sólido, o un disco duro, o ser una combinación de los mismos. El circuito de procesamiento 61 también se puede configurar para almacenar datos en el almacenamiento 62, según sea necesario. El controlador 6 puede configurarse para realizar el método de la presente divulgación.

50 La presente divulgación se ha descrito principalmente con anterioridad con referencia a algunas realizaciones. Sin embargo, como apreciará fácilmente un experto en la materia, otras realizaciones distintas a las divulgadas anteriormente son igualmente posibles dentro del alcance de la presente divulgación, como se define en las reivindicaciones adjuntas.

**REIVINDICACIONES**

- 5 1. Un transmisor (2) para un sistema de corrientes de Foucault pulsadas, PEC, (10), configurado para generar un campo electromagnético cambiante que induce corrientes de Foucault en un objeto (1) de un material eléctricamente conductor dispuesto dentro del campo electromagnético, comprendiendo el transmisor un dispositivo de conmutación (24) y una bobina transmisora (21) configurada para ser conectada a una fuente de voltaje (25), estando dispuesto el dispositivo de conmutación (24) para conmutar una corriente generada por la fuente de voltaje a través de la bobina transmisora, en donde la bobina transmisora comprende una pluralidad de capas de bobina eléctricamente conductoras (22) paralelas, conectadas en paralelo entre sí, con una respectiva resistencia de amortiguación (23) conectada a través de cada una de las capas de bobina (22), estando cada una de las capas de bobina conectada en serie con un respectivo diodo (D).
- 10 2. El transmisor de la reivindicación 1, en donde el dispositivo de conmutación (24) es o comprende un MOSFET, por ejemplo, un MOSFET de canal n.
- 15 3. Un sistema PEC (10) que comprende:  
el transmisor (2) de cualquier reivindicación anterior; y  
un receptor (3) configurado para detectar un campo electromagnético cambiante generado por las corrientes de Foucault, comprendiendo el receptor una bobina receptora eléctricamente conductora (31), un canal receptor, RC, (33) y un circuito de protección contra sobretensión, OVP, (32) conectado entre la bobina receptora y el RC.
- 20 4. El sistema PEC de la reivindicación 3, en donde el OVP (32) es bipolar.
- 25 5. El sistema PEC de la reivindicación 4, en donde el OVP (32) es bipolar mediante una topología de puente H.
6. El sistema PEC de la reivindicación 5, en donde la topología de puente H está formada por cuatro transistores de efecto de campo de semiconductor de óxido metálico, MOSFET, (V), por ejemplo, MOSFET de canal n.
- 30 7. El sistema PEC de cualquier reivindicación anterior, en el que el RC (33) está conectado a un amplificador (34) comprendido en el receptor (3).
- 35 8. Un método de determinación de un espesor (d) del objeto (1) por medio del sistema PEC (10) de cualquiera de las reivindicaciones 3-7, comprendiendo el método:  
por medio del transmisor (2), inducir (S1) primeras corrientes de Foucault en el objeto (1);  
por medio del receptor (3), en función del tiempo, medir (S2) un primer voltaje que tiene una primera polaridad en el RC (33), en donde el primer voltaje es inducido en la bobina receptora (31) por el campo electromagnético cambiante generado por las primeras corrientes de Foucault; y  
basándose en la medición (S2) del primer voltaje, determinar (S5) el espesor (d) del objeto (1).
- 40 9. El método de la reivindicación 8, que comprende, además:  
por medio del transmisor (2), inducir (S3) segundas corrientes de Foucault en el objeto (1); y  
por medio del receptor (3), en función del tiempo, medir (S4) un segundo voltaje que tiene una segunda polaridad, opuesta a la primera polaridad, en el RC (33), en donde el segundo voltaje es inducido en la bobina receptora (31) por el campo electromagnético cambiante generado por las segundas corrientes de Foucault y la polaridad del voltaje en el RC (33) es controlada por el OVP (32) que es bipolar;  
en donde la determinación (S5) se basa tanto en la medición (S2) del primer voltaje como en la medición (S4) del segundo voltaje.
- 45 10. El método de la reivindicación 8 o 9, en donde el objeto (1) es una placa.
- 50 11. El método de cualquiera de las reivindicaciones 8-10, en donde el espesor está dentro del intervalo de 0,5 mm a 0,2 mm, por ejemplo, de 0,4 mm a 0,2 mm.
- 55 12. Un producto de programa informático (62) que comprende componentes ejecutables por ordenador (63) para hacer que un controlador (6) del sistema PEC (10) de cualquiera de las reivindicaciones 3-7 realice el método de cualquiera de las reivindicaciones 8-11 cuando los componentes ejecutables por ordenador se ejecutan en circuitos de procesamiento (61) comprendidos en el controlador.

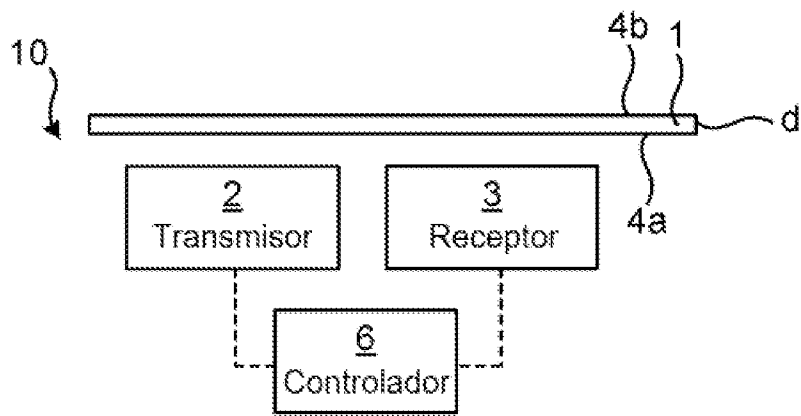


Fig. 1

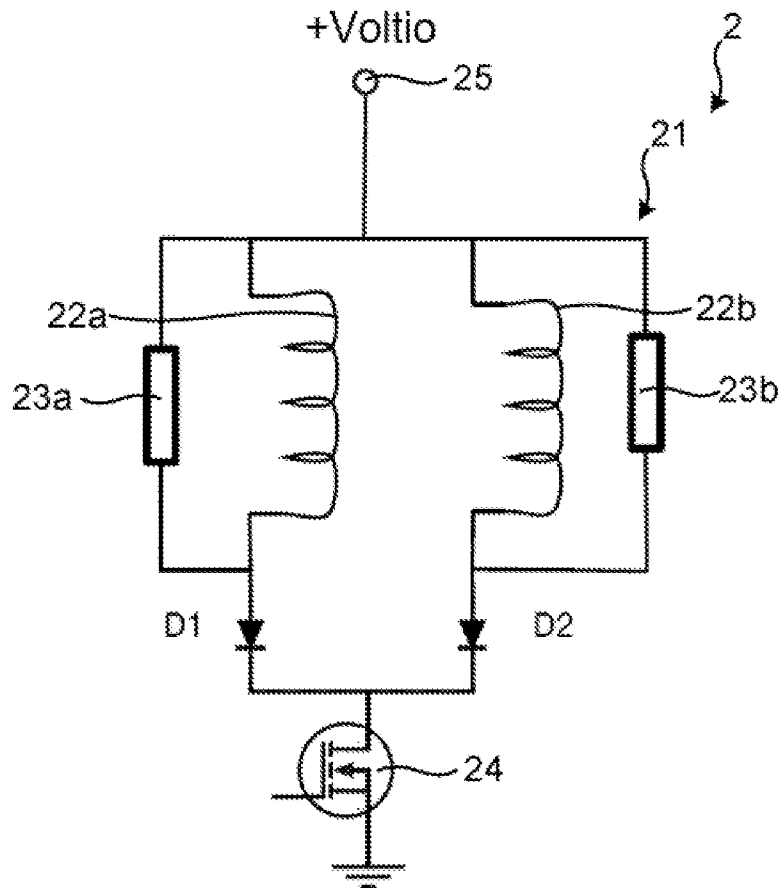


Fig. 2

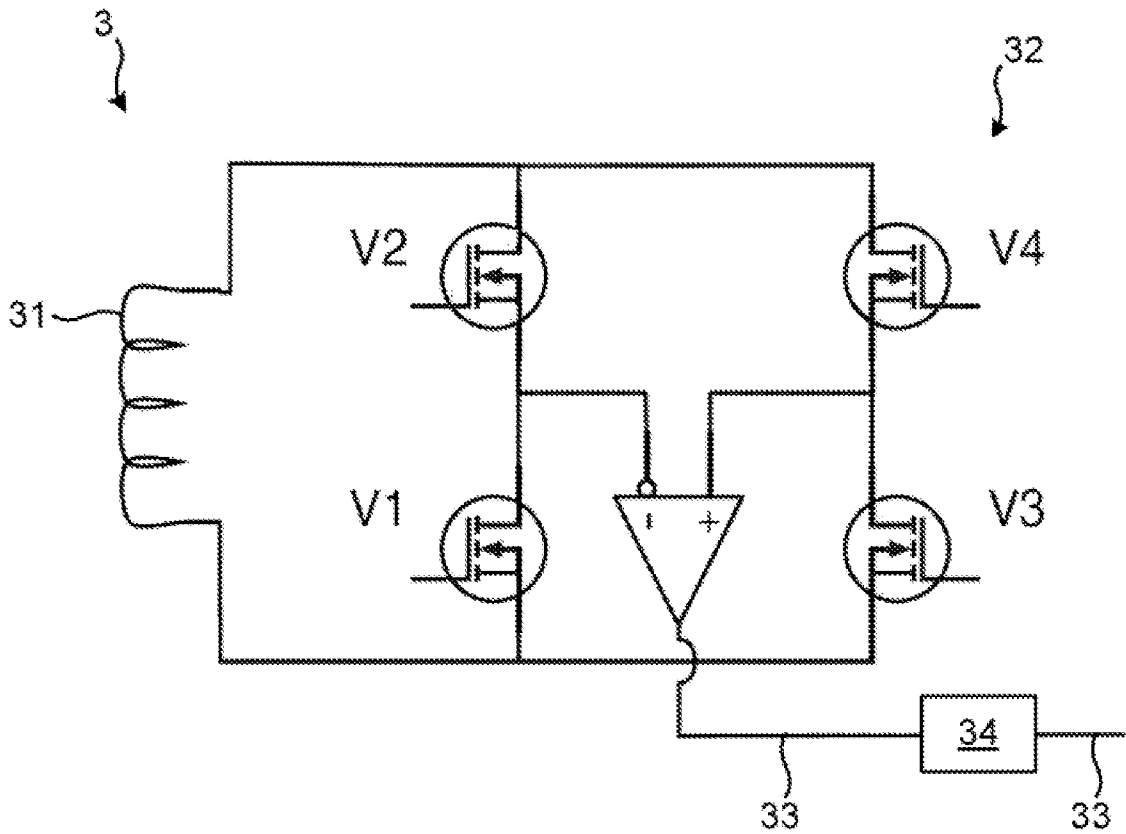


Fig. 3

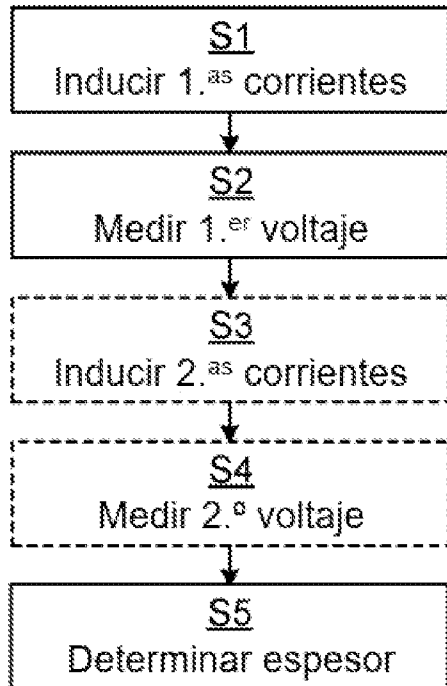


Fig. 4

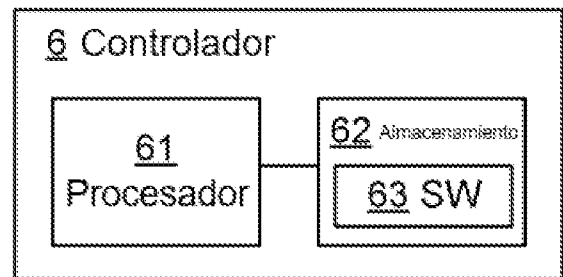


Fig. 5