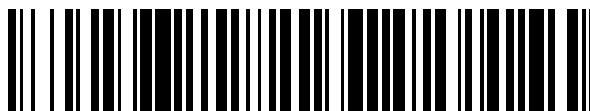


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 713 575**

51 Int. Cl.:

H01F 38/14 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **12.12.2012 PCT/EP2012/075189**

87 Fecha y número de publicación internacional: **20.06.2013 WO13087676**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.12.2012 E 12810162 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **23.01.2019 EP 2791950**

54 Título: **Dispositivo de enchufe para la transmisión de energía por inducción sin contacto y procedimiento de funcionamiento para tal dispositivo de enchufe**

30 Prioridad:

12.12.2011 DE 102011056265

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

22.05.2019

73 Titular/es:

**WEIDMÜLLER INTERFACE GMBH & CO. KG
(100.0%)
Klingenbergstrasse 16
32758 Detmold, DE**

72 Inventor/es:

**GRÜNBERG, OLAF y
STEINMETZ, ANDREAS**

74 Agente/Representante:

UNGRÍA LÓPEZ, Javier

ES 2 713 575 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).

DESCRIPCION

Dispositivo de enchufe para la transmisión de energía por inducción sin contacto y procedimiento de funcionamiento para tal dispositivo de enchufe

La invención se refiere a un dispositivo de enchufe para la transmisión de energía sin contacto desde una parte primaria sobre una parte secundaria, que presentan, respectivamente, una bobina, que se pueden acoplar entre sí por inducción. La invención se refiere, además, a un procedimiento de funcionamiento para el funcionamiento seguro de un dispositivo de enchufe de este tipo.

Frente a los conectores de enchufe, en los que se realiza una transmisión de energía a través de elementos de contacto que se pueden conectar y separar, respectivamente, de forma mecánica, los dispositivos de enchufe sin contacto poseen ventajas con respecto a un desgaste a través de un número alto de ciclos de enchufe o a vibraciones fuertes. Además, se impide una combustión del contacto durante un proceso de enchufe y desenchufe bajo carga eléctrica. Tampoco existe el peligro de la configuración de arcos voltaicos durante la separación de conectores de enchufe con una carga de corriente alta en los dispositivos de enchufe sin contacto. Por último, en el caso de la transmisión de energía sin contacto, existe una separación galvánica entre la parte primaria y la parte secundaria, que puede requerir, por ejemplo, en el caso de empleo en el campo médico. La ausencia de los contactos que encajan entre sí mecánicamente costosos posibilita, además, una configuración del dispositivo de enchufe con superficies lo más lisas posible, donde los dispositivos de enchufe sin contacto están predestinados adecuados para fines de aplicación con un requerimiento elevado de limpieza/higiene, por ejemplo en el sector alimenticio.

El documento US4942352 describe un dispositivo de enchufe para la transmisión sin contacto de energía eléctrica. La carcasa no está diseñada para conductividad térmica, y el núcleo de ferrita no es accionado de manera optimizada para la temperatura. Las partes electrónicas más alejadas del núcleo de ferrita emiten el calor generado a la placa de fondo. En el documento US2008/0197956, el calor generado por la bobina es descargado en un cuerpo de refrigeración que disipa calor. La bobina y el núcleo de ferrita son refrigerados de esta manera. Los componentes electrónicos (condensadores), que están más alejados sobre una pletina, no participan en la generación de calor. La publicación DE 2 75 27 83 describe un dispositivo de enchufe para la transmisión de señales eléctricas de medición, en particularmente en el sector de la medicina, en el que en el conector está integrada una bobina de recepción en forma de anillo, que está acoplada con una bobina de emisión igualmente en forma de anillo en el conector complementario en el estado insertado por inducción sobre un intersticio de transmisión. La bobina de emisión del conector complementario se impulsa con una tensión alterna, que induce en la bobina de recepción del conector una tensión, que se emplea en la misma dirección para accionar una electrónica de evaluación prevista en el conector para las señales de medición. A través de la electrónica de evaluación se modulan las señales de medición sobre una fuente de luz, de manera que las señales de medición se pueden transmitir en forma de señales de luz separadas galvánicamente hacia el conector complementario. La transmisión de energía inductiva indicada está adaptada al objeto de aplicación sólo para la transmisión de potencias pequeñas para la alimentación de la electrónica de medición y de la fuente de luz para la transmisión de señales.

En particular, la alta resistencia al desgaste hace que una transmisión de energía inductiva sin contactos sea interesante también en el campo de la automatización, por ejemplo para la transmisión de energía a una herramienta de cambio de un robot. A tal fin, sin embargo, se han necesitado potencias, que no se pueden transmitir a través de un dispositivo, como se describe en la publicación mencionada anteriormente.

Por lo tanto, el cometido de la presente invención es preparar un dispositivo de enchufe del tipo mencionado al principio, a través del cual se pueden transmitir de una manera eficiente y segura sin contacto las potencias eléctricas también más elevadas, con preferencia en el intervalo de algunas decenas de vatios hasta algunos cientos de vatios.

Este cometido se soluciona por medio de un dispositivo de enchufe o bien un procedimiento de funcionamiento con las características respectivas de las reivindicaciones independiente 1 y 7. Las configuraciones y los desarrollos ventajosos se indican en las reivindicaciones dependientes.

Un aspecto de un dispositivo de enchufe para la transmisión de energía inductiva sin contacto desde una parte primaria hacia una parte secundaria, que presentan, respectivamente, una bobina, que se pueden acoplar entre sí por inducción, se caracteriza porque la al menos una bobina colabora, respectivamente, con al menos un núcleo de ferrita. El núcleo de ferrita eleva el flujo magnético a través de su permeabilidad, de tal manera que también con tamaños de construcción pequeños del dispositivo de enchufe y superficies de transmisión pequeñas se pueden transmitir potencias eléctricas más elevadas. Una transmisión de energía es posible a través de el flujo magnético alto también ya cuando la parte primaria y la parte secundaria no se encuentran (todavía) en una posición, en la que la distancia entre ellas es mínima, sino cuando existe un intersticio entre ellas. La transmisión de energía es de esta manera robusta y poco propensa a fallos, tampoco en el caso de vibraciones o en presencia de otras influencias

mecánicas, que conducen a un incremento de la distancia entre la parte primaria y la parte secundaria. También, por ejemplo, en el lado secundario se pueden activar mecanismos de guía o de seguridad alimentados con corriente ya en una fase de aproximación de las dos partes.

5 En el dispositivo de enchufe, en la parte primaria está dispuesto al menos un inversor con componentes electrónicos integrales con la bobina y con el núcleo de ferrita en una carcasa. De la misma manera, en la parte secundaria está dispuesto al menos un rectificador con componentes electrónicos integrales con la bobina y el núcleo de ferrita en una carcasa. De esta manera, resulta un dispositivo de enchufe, que se puede disponer de una manera similar sencilla como un dispositivo de enchufe por contacto, por ejemplo en un cable para la transmisión de energía.

10 En la configuración del dispositivo de enchufe, los componentes electrónicos respectivos están en contacto térmico con el núcleo de ferrita respectivo. Con preferencia, los componentes electrónicos en la parte primaria y en la parte secundaria están dispuestos, respectivamente, sobre una pletina, que está acoplada térmicamente a través de un medio de transmisión de calor con el núcleo de ferrita. A través del acoplamiento térmico se calienta el núcleo de ferrita a través de la potencia de pérdida convertida en los componentes electrónicos. Dentro de una zona amplia de parámetros de funcionamiento de núcleos de ferrita, se reducen sus pérdidas de potencia en virtud de procesos de remagnetización a medida que se incrementa la temperatura. La subida de la temperatura alcanzada a través del acoplamiento térmico conduce, como consecuencia, a pérdidas más reducidas en el núcleo de ferrita, con lo que se eleva el rendimiento general (eficiencia de la transmisión) del dispositivo de enchufe. En otra configuración ventajosa del dispositivo de enchufe, el interior de la carcasa está obturado frente a un medio circundante, en particular frente a un líquido circundante. De esta manera, el dispositivo de enchufe se puede emplear en entornos de polvo, de arena o húmedos. También es posible un empleo en agua.

25 Un procedimiento de funcionamiento de acuerdo con la invención para un dispositivo de enchufe para la transmisión de energía inductiva sin contacto desde una parte primaria hacia una parte secundaria se caracteriza porque la parte primaria realiza una medición de variables de funcionamiento de una bobina primaria empleada para la transmisión de energía inductiva e impide una transmisión de energía en función de las variables de funcionamiento medidas. De esta manera, se puede reconocer por la parte primaria si no existe, en absoluto, ninguna parte secundaria o una parte secundaria no adaptada o defectuosa para el acoplamiento frente a la parte primaria. Precisamente en el caso de un dispositivo de enchufe con el potencial para la transmisión de energía eléctrica más elevada se impide de esta manera que resulte un peligro desde la parte primaria.

35 En otra configuración ventajosa del procedimiento de funcionamiento, las variables de funcionamiento se refieren a una tensión en la bobina primaria y/o a una corriente a través de la bobina primaria, que resultan cuando la bobina primaria es impulsada con una señal de tensión alterna con parámetros predeterminados. Con preferencia, en este caso los parámetros predeterminados se refieren a variables, en particular una relación de exploración, un procedimiento-PWM, que se emplea para la generación de la señal de tensión alterna.

40 A continuación se explica en detalle la invención con la ayuda de ejemplos de realización por medio de cuatro figuras. En las figuras:

La figura 1 muestra una primera vista en sección de un dispositivo de enchufe.

45 La figura 2 muestra otra vista en sección del dispositivo de enchufe representado en la figura 1.

La figura 3 muestra un diagrama para la representación de una potencia de pérdida específica en función de la frecuencia en el caso de un material de ferrita en diferentes condiciones de empleo y

50 La figura 4 muestra un diagrama de flujo de un procedimiento de funcionamiento para un dispositivo de enchufe sin contacto.

La figura 1 muestra una imagen esquemática en sección de un dispositivo de enchufe de acuerdo con la invención para la transmisión de energía sin contacto desde una parte primaria 1 hacia una parte secundaria 1'. Los elementos, que están asociados a la parte primaria 1, designados a continuación también elementos en el lado primario, llevan signos de referencia con un apóstrofe correspondiente. En este caso, los elementos en el lado primario y en el lado secundario, que presentan la misma o una función comparable, están provistos con los mismos números. Cuando a continuación no se remite explícitamente al lado primario o al lado secundario, se utilizan signos de referencia sin apóstrofe, que se refieren a ambos lados.

60 La parte primaria 1 y la parte secundaria 1' presentan, respectivamente, una carcasa 2, que puede estar fabricada de un material habitual para carcasa de conector, como plástico, aluminio o acero inoxidable. Las carcasas 2 están realizadas en forma de semicáscara, de manera que su lado delantero está cerrado con una placa frontal 3. En la zona trasera, que apunta hacia fuera de la placa frontal 3, en la carcasa 2 está practicado un orificio de paso de cable 4 para un cable de conexión 5.

Directamente detrás de la placa frontal 3 está dispuesta en cada caso una bobina 10, que está enrollada sobre un núcleo de ferrita 11 o bien sobre un cuerpo de bobina que está insertado en el núcleo de ferrita 11. La bobina 10 puede estar enrollada con un conductor individual. Para la reducción del efecto de piel, sin embargo, se prefiere una utilización de lizos de alta frecuencia de varios hilos.

En el ejemplo de realización representado, el núcleo de ferrita 11 es en el lado primario y en el lado secundario un núcleo de cazoleta redonda con un borde exterior 12 y con una bóveda interior 13 concéntrica a ella. Tal núcleo se designa también como núcleo-E (simétrico cilíndrico). En este caso, las secciones transversales del borde exterior 12 y de la bóveda interior 13 son con preferencia aproximadamente del mismo tamaño, para conseguir una densidad de flujo magnético homogéneo teniendo en cuenta los diferentes campos de dispersión en el núcleo de ferrita 11. La utilización de núcleos de ferrita con otra geometría es igualmente posible. Por ejemplo, se pueden emplear núcleos cuadrados o rectangulares con núcleos de ferrita redondos o cuadrados o bien rectangulares. También se pueden emplear cuerpos de bobinas, por ejemplo, con conductores encolados entre sí.

Hacia la placa frontal 3 respectiva están abiertos los núcleos de ferrita 11, en cambio sobre el lado opuesto, el borde exterior 12 y la bóveda interior 13 están conectados entre sí por medio de un fondo de cazoleta. La bobina 10 está insertada en cada caso en la ranura aquí en forma de anillo entre el borde exterior 12 y la bóveda interior 13. Un intersticio eventualmente presente todavía entre el borde exterior y el borde interior de la bobina 10 y el núcleo de ferrita 11 se puede rellenar con un medio conductor de calor.

En el funcionamiento, para la transmisión de energía inductiva sin contacto, se pueden llevar la parte primaria 1 y la parte secundaria 1' con sus placas frontales 3, 3' dirigidas entre sí a una distancia mutua reducida. En la figura 1, esta distancia, que forma un intersticio de transmisión, se representa como distancia de transmisión d. La distancia de transmisión d está en el intervalo de 0 a algunos milímetros o centímetros, en función del tamaño, en particular del diámetro de las bobinas 10 o bien de los núcleos de ferrita. En el funcionamiento, se impulsa la bobina 10 del lado primario, designada a continuación también como bobina primaria 10, con una corriente alterna. Con preferencia, en este caso, a partir de la bobina primaria 10 y de un condensador de resonancia se forma un circuito de resonancia, cuya frecuencia está en el intervalo de algunos kilohertzios (kHz) hasta algunos cientos de kHz, siendo especialmente preferida una frecuencia en el intervalo de algunas decenas de kHz. La corriente alterna, con la que se impulsa la bobina primaria 10, se prepara por un inversor. En el inversor se puede emplear para la generación de la tensión alterna e este caso, por ejemplo, un procedimiento de modulación de la anchura del impulso (PWM). El inversor se encuentra sobre una pletina 20 dentro de la carcasa 2 de la parte primaria 1. En la figura se representan de forma ejemplar unos componentes electrónicos 21 sobre la pletina 20. Para la protección del inversor contra una elevación excesiva de la resonancia de la amplitud en el circuito de resonancia, formado por el condensador de resonancia mencionado y por la bobina primaria 10, se acciona el circuito de resonancia de forma ligeramente sobre-resonante, es decir, a frecuencias por encima de la frecuencia de resonancia. Durante una transmisión de energía, se condiciona el acoplamiento magnético entre la bobina primaria 10 y la bobina 10' en el lado secundario, llamada a continuación bobina secundaria 10', que es especialmente eficiente a través de los núcleos de ferrita 11 y 11' presentes. En la bobina secundaria 10' se induce una tensión, que está preparada después de la rectificación, conversión de tensión y, dado el caso, estabilización de la tensión - como tensión de salida en el cable de conexión 5' para la cesión de la energía transmitida. Los componentes electrónicos sobre el lado secundario están dispuestos de la misma manera sobre una pletina 20', estando representados aquí de nuevo de forma ejemplar componentes electrónicos individuales 21'. De manera ventajosa, la bobina secundaria puede presentar una toma central, de manera que se puede utilizar un rectificador sincronizado.

Los núcleos de ferrita 11, 11' permiten una densidad de flujo magnético alta, a través de la cual es posible una transmisión eficiente de energía también con volumen pequeño de las bobinas. La transmisión es en este caso relativamente tolerancia frente a un desplazamiento lateral de la parte primaria 1 y de la parte secundaria 1'. Esto es muy ventajoso, por ejemplo, en el campo de la automatización, puesto que se puede prescindir de una exactitud alta del posicionamiento para el establecimiento de una conexión de enchufe por contacto convencional.

En el ejemplo de realización representado de la figura 1, no están previstos elementos de guía o de posicionamiento engranados entre sí, que alinearían la parte primaria 1 y la parte secundaria 1' lateralmente entre sí en el caso de enclavamiento. Debido a la ausencia de tales elementos, la parte primaria 1 y la parte secundaria 1' se pueden llevar a través de un movimiento lateral, es decir, un movimiento en la dirección de la extensión de las placas frontales 3, 3' a la posición de funcionamiento o bien se pueden separar. Esto se ha revelado como especialmente ventajoso precisamente en el campo de la automatización, puesto que no es necesario un movimiento axial adicional de la parte primaria y de la parte secundaria de la parte primaria y de la parte secundaria 1, 1' entre sí para el establecimiento o separación de una conexión de enchufe. De acuerdo con la finalidad de aplicación planificada, en configuraciones alternativas, pueden estar previstos, sin embargo, también tales elementos de guía o de posicionamiento.

Tanto en la parte primaria 1 como también en la parte secundaria 1', entre el núcleo de ferrita 11 respectivo y la pletina 20 están dispuestas unas esteras de conducción de calor 14. En particular, en el lado primario, pero también

en el lado secundario, los componentes electrónicos 21 dispuestos en la pletina 20 representan una fuente de calor grande en la vía de transmisión. El calor perdido generado por estos elementos 21 se transmite a través de las esteras de conducción de calor 14 sobre el núcleo de ferrita 21. De esta manera, el núcleo de ferrita 11 se calienta en el funcionamiento a una temperatura de funcionamiento más elevada que la que existiría sin el acoplamiento térmico en la pletina 20. Como consecuencia de ello, se eleva la eficiencia de la transmisión de energía, como se deduce con la ayuda de la figura 3. En lugar de las esteras de conducción de calor 14 se puede emplear, por ejemplo, también una masa fundida, para acoplar térmicamente la pletina 20 y el núcleo de ferrita 11.

La figura 3 muestra dependencias de la potencia de pérdida específica PV para un material de ferrita ejemplar del núcleo de ferrita 11 en función de la frecuencia de funcionamiento f en aplicación logarítmica doble. La dependencia se indica en varias parejas de curvas para diferentes magnetizaciones, que varían entre 50 mili-Tesla (mT) y 200 mT. En cada pareja de curvas, la curva continua superior indica la potencia de pérdida específica a 25°C, es decir, aproximadamente a temperatura ambiente, y la curva de trazos inferior indica la potencia de pérdida específica a una temperatura de 100°C del núcleo de ferrita. Se puede reconocer que sobre toda la gama de frecuencia representada para cada magnetización utilizada las pérdidas a temperatura más reducida en el núcleo de ferrita 11 son mayores que a temperatura más elevada. La entrada descrita anteriormente de la potencia de pérdida de los componentes electrónicos como calor en el núcleo de ferrita 11 eleva su temperatura y, por consiguiente, reduce la potencia de pérdida en el núcleo de ferrita 11 en virtud de la remagnetización. De esta manera, se mejora el rendimiento general del sistema de transmisión. Este efecto se puede utilizar tanto en el lado primario como también en el lado secundario. Al mismo tiempo se emplea el núcleo de ferrita 11, 11' presente a través del acoplamiento térmico como cuerpo de refrigeración para los componentes electrónicos 21, 21', con lo que resulta como efecto adicional un ahorro de material y, por lo tanto, de costes.

Durante el funcionamiento del dispositivo de enchufe, en virtud de la potencia alta transmisible existe un potencial de peligro, cuando la parte primaria 1 se acciona sin que una parte secundaria 1' complementaria adecuada esté dispuesta frente a ésta. En el peor de los casos, se "acciona en vacío" la parte primaria, lo que significaría, sin embargo, un consumo de energía de marcha en vacío alto innecesario para la parte primaria y lo que no es deseable con respecto a una radiación no deseada de contaminaciones electromagnéticas. En cambio, puede ser menos peligroso el funcionamiento de la parte primaria 1 cuando ésta está posicionada frente a una superficie conductora, por ejemplo una superficie metálica. Las corrientes inducidas en la superficie metálica pueden calentar esta superficie. Tampoco la parte primaria debería accionarse con una parte secundaria no adecuada o defectuosa.

En la figura 4 se describe un procedimiento de funcionamiento para una conexión de enchufe para la transmisión de energía inductiva sin contacto, que impide tanto un consumo de energía elevado de la marcha en vacío de la parte primaria 1, como también una transmisión incontrolada de la energía a otro elemento como una parte secundaria 1' apropiada. El procedimiento de funcionamiento representado se puede ejecutar, por ejemplo, con el dispositivo de enchufe descrito en conexión con las figuras 1 y 2. Por lo tanto, se describe de forma ejemplar con referencia a esta conexión de enchufe.

En una primera etapa S1 se emite una señal de tensión alterna con primeros parámetros predeterminados a la bobina primaria 10. En el ejemplo representado se ajustan primeros parámetros predeterminados a tal fin para un procedimiento-PWM, por ejemplo una relación de exploración.

A continuación, puede estar previsto en primer lugar en una etapa S2 un tiempo de retardo aquí de por ejemplo 15 milisegundos, que sirve para la estabilización del sistema a los ajustes en la etapa S1. La etapa S2 es opcional y se puede suprimir cuando el sistema necesita sólo un tiempo insignificante corto para aplicar los ajustes modificados.

Después de la etapa S2 se mide en una etapa S3 la corriente a través de la bobina primaria 1, como una variable de funcionamiento de la bobina primaria 10. Sólo cuando la parte secundaria 1' está presente frente a la parte primaria 1, la corriente medida permanece por debajo de un valor límite de la corriente predeterminado correlacionado con los primeros parámetros. Adicional o alternativamente puede estar previsto considerar, además de la corriente a través de la bobina primaria 1 propiamente dicha, la velocidad de modificación temporal de esta corriente. En el lado secundario está previsto normalmente un condensador de circuito intermedio en la tensión rectificada, cuya carga conduce después del ajuste de una señal de tensión alterna con los primeros parámetros predeterminados a una modificación de la corriente a través de la bobina primaria 1 con una curva de tiempo características. De esta manera, tanto a través del valor absoluto de la corriente como también a través de su velocidad de modificación en la etapa S se puede determinar si una parte secundaria 1' está dispuesta frente a una parte primaria 1.

Cuando no está presente ninguna parte secundaria 1' o también cuando una superficie conductora está dispuesta frente a la parte primaria 1, la corriente medida excede un valor límite y/o su velocidad de modificación no muestra la curva característica esperada. En este caso, el procedimiento se desvía hacia una etapa S10, en la que la bobina primaria 10 no es impulsada ya con tensión, con otras palabras no tiene lugar ninguna transmisión de energía. En este estado, el procedimiento permanece en la etapa S11 durante un tiempo de retardo relativamente largo, que es aquí de forma ejemplar 0,5 segundos. Después de la expiración de este tiempo de retardo, se prosigue el

5 procedimiento de nuevo con la etapa S1, en la que se aplica de nuevo una primera amplitud en la primera bobina 10. En un ciclo, cuya duración corresponde aproximadamente al tiempo de retardo de la etapa S11, el sistema trata de establecer de esta manera una transmisión de energía (procedimiento Polling). Puede estar previsto que se descargue un condensador eventualmente presente en el lado secundario a través de un mecanismo de descarga en el tiempo de la etapa 11, de manera que cuando se reanuda de nuevo el procedimiento con la etapa S1, comienza en las mismas condiciones iniciales. Para la descarga puede estar presente en el lado secundario un sumidero de corriente que se desconecta después de realizar el acoplamiento de la parte primaria 1 y de la parte secundaria 1' (ver la etapa S9), para reducir el consumo de energía.

10 Cuando en la etapa S3 se establece que la corriente medida está por debajo del valor límite y/o muestra la dependencia de tiempo esperada, se prosigue el procedimiento después de otro tiempo de retardo corto en la etapa S4 con la etapa S5, en la que la altura de la tensión en la bobina primaria 10 se determina como otra variable de funcionamiento. Si se establece en la etapa S5 que la tensión no cumple determinados supuestos previstos, el procedimiento se desvía de nuevo a la etapa S10. En cambio, si la tensión está en la zona predeterminada, se prosigue el procedimiento con una etapa S6.

15 En la etapa S6 se impulsa la bobina primaria 10 con una señal de la tensión alterna con segundos parámetros predeterminados. En el ejemplo representado, se ajustan a tal fin de manera similar a la etapa S1 segundos parámetros del procedimiento-PWM, de nuevo, por ejemplo, a través de la relación de exploración. Después de un tiempo de retardo nuevo opcional en la etapa S7, que sirve para la estabilización del sistema a las condiciones modificadas de funcionamiento (ver la etapa S2), se mide en una etapa S8 siguiente de nuevo la tensión que se aplica en la bobina. Si esta tensión no cumple segundos criterios de tensión predeterminados, que están correlacionados con los segundos parámetros, el sistema se desvía otra vez a la etapa S10. Sólo cuando en la etapa S8 se establece que también se cumplen los segundos criterios, se prosigue el procedimiento con una etapa S9, en la que se acciona la bobina primaria 10 para la transmisión de energía.

20 Durante el funcionamiento de la parte primaria 1 en la etapa S9 se determina continuamente la corriente a través de la bobina primaria 1 y/o a través de elementos de conmutación del inversor. Si el valor absoluto de la corriente excede un valor límite determinado, se interrumpe el funcionamiento y se desvía el procedimiento a la etapa S10. De esta manera, se reconoce en el lado primario una carga demasiado alta en el lado primario en el lado secundario. Además, con la ayuda de las corrientes se verifica la forma de las curvas en la salida del inversor. Desviaciones demasiado grandes de la forma de las curvas con respecto a una curva sinusoidal aluden a un lado secundario no correcto. También se puede detectar de esta manera una retirada de una parte secundaria 1' por lo demás adaptada. En tal caso, el procedimiento se ramifica de la misma manera a la etapa S10.

25 El procedimiento representado tiene la ventaja de que se reconoce en el lado primario un lado secundario no correcto. No es necesario ningún reconocimiento desde la parte secundaria 1' a la parte primaria 1, para garantizar un funcionamiento seguro de la parte primaria 1. En un entorno de funcionamiento, se puede exponer el sistema a través de condiciones ambientales y/o también a través de una potencia de pérdida propia a temperaturas en una zona amplia de temperaturas, por ejemplo entre -20°C y 100°C. Los parámetros y/o los valores límites empleados en el procedimiento, por ejemplo en las etapas S3 y S8, pueden estar predeterminados en función de la temperatura, para asegurar en cada temperatura de funcionamiento posible un desarrollo correcto del procedimiento con reconocimiento seguro de un lado secundario que trabaja correctamente.

30 En una configuración alternativa del conector de enchufe, se puede emplear de una manera alternativa o adicional un mecanismo de seguridad que se basa en un reconocimiento de una parte secundaria en la parte primaria.

35 En otra configuración alternativa del conector de enchufe, puede estar previsto determinar y verificar continuamente el tamaño del intersticio de aire en el funcionamiento. El intersticio de aire se puede determinar con la ayuda de una sintonización del circuito de resonancia sobre la frecuencia de resonancia dado el caso en conexión con la corriente que fluye en la bobina primaria. Puede estar previsto impedir la transmisión de corriente en el caso de que se exceda una distancia d predeterminada (ver la figura 1).

40 Además, es posible prever en el lado secundario un acumulador de energía, por ejemplo a través de un condensador con alta capacidad para mantener un funcionamiento o funcionamiento de emergencia en el lado secundario en el caso de fallo temporal de la tensión, por ejemplo durante un cambio de herramienta.

45 En una configuración ventajosa del dispositivo de enchufe, éste está diseñado para el funcionamiento en un medio líquido. A tal fin, por una parte, la carcasa 2 está obturada en conexión con la placa frontal 3 frente a un medio líquido. Por otra parte, adicionalmente puede estar previsto un aislamiento térmico, por ejemplo en forma de un intersticio de aire entre el núcleo de ferrita 11 y la placa frontal para conseguir el efecto descrito anteriormente de la mejora de la eficiencia a través de calentamiento del núcleo de ferrita 11 también dentro de un medio circundante líquido refrigerante. Además, se puede optimizar la transmisión sobre el intersticio de transmisión d a susceptibilidades magnéticas modificadas del medio líquido. La obturación entre la carcasa 2 y la placa frontal 3

ofrece de manera más ventajosa también una protección contra polvo y suciedad.

Lista de signos de referencia

5	1	Parte primaria
	1'	Parte secundaria
	2,2'	Carcasa
	3,3'	Placa de cubierta
	4, 4'	Cable de conexión
10	5, 5'	Orificio de paso de cable
	10	Bobina primaria
	10'	Bobina secundaria
	11, 11'	Núcleo de ferrita
	12, 12'	Borde exterior
15	13, 13'	Bóveda interior
	14, 14	Estera conductora de calor
	20, 20'	Pletina
	21, 21'	Componentes electrónicos

REIVINDICACIONES

- 5 1.- Dispositivo de enchufe apropiado para la transmisión de energía inductiva sin contacto desde una parte primaria (1) hacia una parte secundaria (1'), cuyo dispositivo de enchufe contiene estas partes, que presentan en cada caso al menos una bobina (10, 10'), que se pueden acoplar entre sí por inducción, en donde la al menos una bobina (10, 10') colabora en cada caso con al menos un núcleo de ferrita (11, 11'), en donde en la parte primaria (1) está dispuesto al menos un inversor con componentes electrónicos (21) integrales con la bobina (10) y con el núcleo de ferrita (11) en una carcasa (2) y/o en la parte secundaria (1') está dispuesto al menos un rectificador con componentes electrónicos (21') integrales con la bobina (10') y con el núcleo de ferrita (11') en una carcasa (1),
 10 **caracterizado** porque los componentes electrónicos (21, 21') respectivos están en contacto térmico con el núcleo de ferrita (11, 11') respectivo, en donde el núcleo de ferrita (11, 11') respectivo se puede calentar en el funcionamiento por medio de la potencia de pérdida convertida en los componentes electrónicos.
- 15 2.- Dispositivo de enchufe de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el núcleo de ferrita es un núcleo de cazoleta con borde exterior (12, 12') y bóveda interior (13, 13').
- 20 3.- Dispositivo de enchufe de acuerdo con la reivindicación 1 ó 2, en el que los componentes electrónicos (21, 21') están dispuestos en la parte primaria y en la parte secundaria (1, 1'), respectivamente, sobre una pletina (20, 20'), que está acoplada térmicamente a través de un medio de transmisión de calor con el núcleo de ferrita (11, 11').
- 25 4.- Dispositivo de enchufe de acuerdo con la reivindicación 3, en el que el medio de transmisión de calor es una estera conductora de calor (14, 14').
- 30 5.- Dispositivo de enchufe de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 4, en el que una transmisión de calor desde la bobina (10, 10') respectiva sobre el núcleo de ferrita (11, 11') asociado está elevada a través de un medio de transmisión de calor.
- 35 6.- Dispositivo de enchufe de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 5, en el que el interior de la carcasa (2, 2') está obturado frente a un medio circundante, en particular frente a un líquido circundante.
- 40 7.- Procedimiento de funcionamiento para un dispositivo de enchufe para la transmisión de energía inductiva sin contacto desde una parte primaria (1) hacia una parte secundaria (1') de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 6, en el que la parte primaria (1) realiza una medición de variables de funcionamiento de una bobina primaria (10) empleada para la transmisión de energía inductiva e impide una transmisión de energía en función de las variables de funcionamiento medidas.
- 45 8.- Procedimiento de funcionamiento de acuerdo con la reivindicación 7, en el que las variables de funcionamiento se refieren a una tensión en la bobina primaria (10) y/o a una corriente a través de la bobina primaria (10), que resultan cuando la bobina primaria (10) es impulsada con una señal de tensión alterna con parámetros predeterminados.
- 9.- Procedimiento de funcionamiento de acuerdo con la reivindicación 8, en el que los parámetros predeterminados son variables, en particular una relación de exploración, de un procedimiento-PWM, que se emplea para la generación de la señal de tensión alterna.

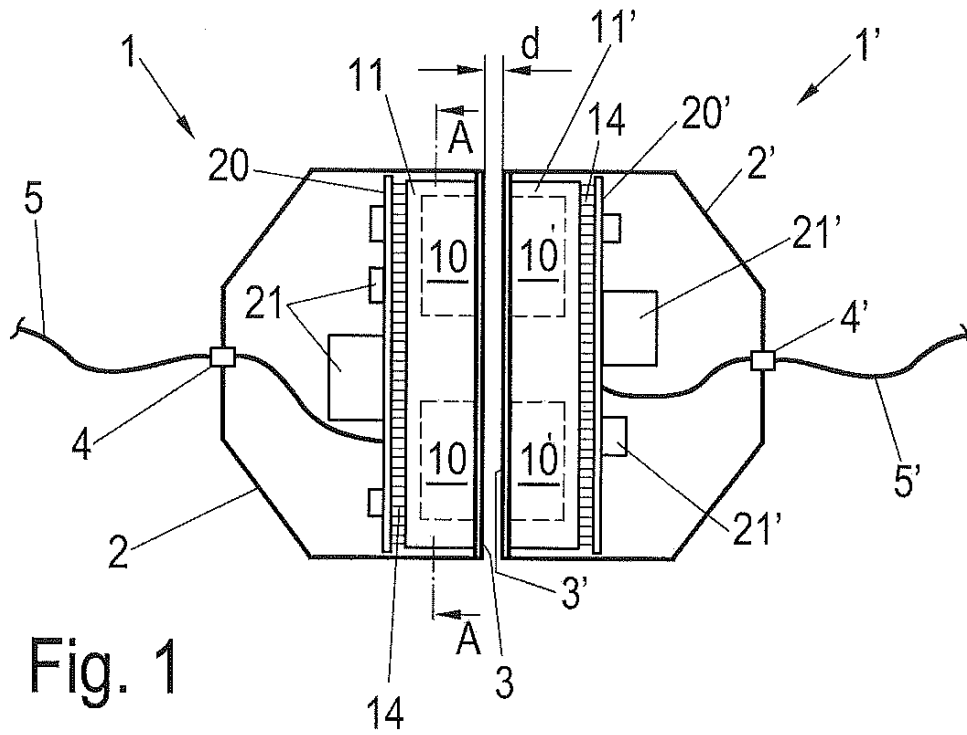


Fig. 1

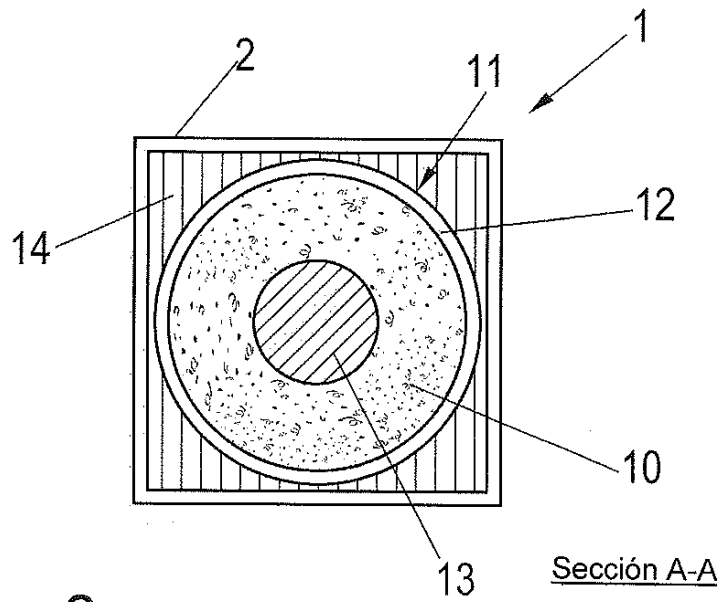


Fig. 2

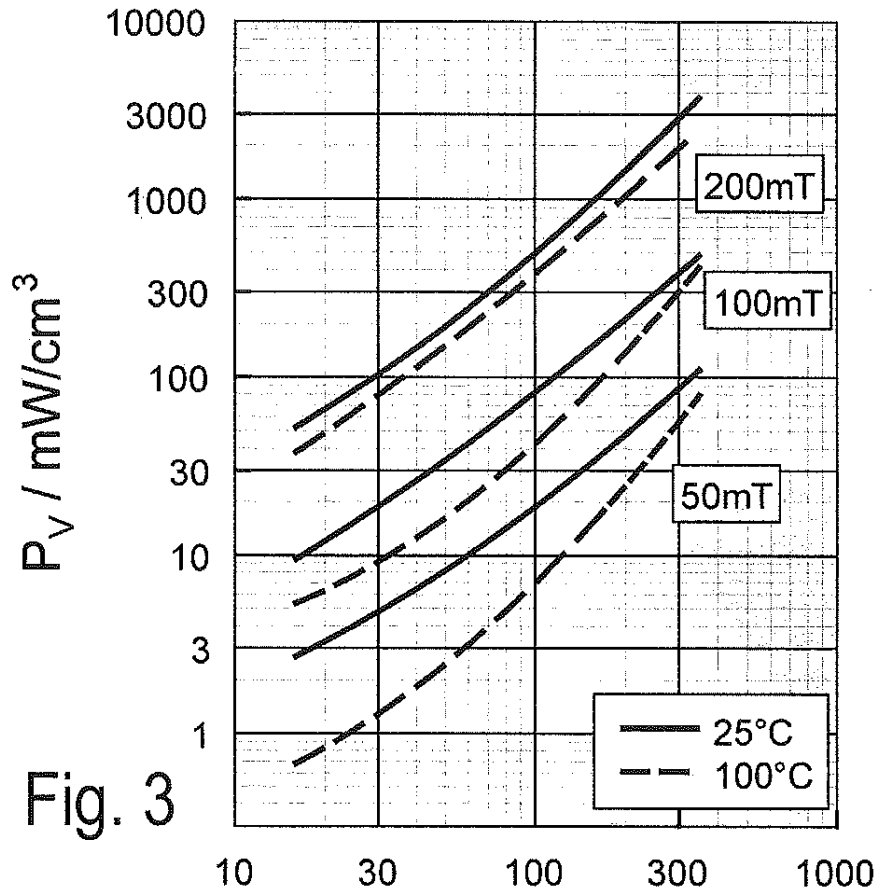


Fig. 3

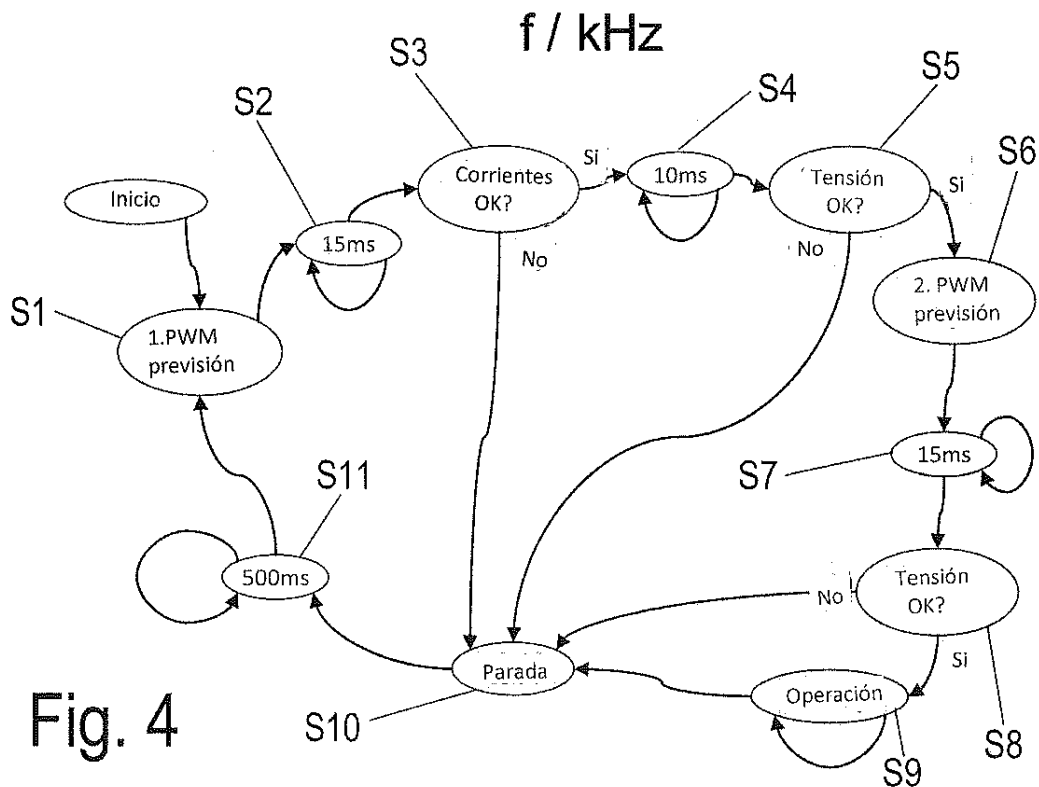


Fig. 4