

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 988 810**

51 Int. Cl.:

H02J 50/10 (2006.01)

H02J 50/60 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **14.12.2021 PCT/EP2021/085598**

87 Fecha y número de publicación internacional: **23.06.2022 WO22128984**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.12.2021 E 21836512 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **31.07.2024 EP 4264779**

54 Título: **Detección de objetos extraños en un sistema de transferencia de potencia inalámbrica**

30 Prioridad:

18.12.2020 EP 20215834

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

21.11.2024

73 Titular/es:

**KONINKLIJKE PHILIPS N.V. (100.0%)
High Tech Campus 52
5656 AG Eindhoven, NL**

72 Inventor/es:

**LEBENS, PASCAL, LEONARD, MARIA,
THEODOOR;
ETTES, WILHELMUS, GERARDUS, MARIA y
LULOFS, KLAAS, JAKOB**

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 988 810 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

Detección de objetos extraños en un sistema de transferencia de potencia inalámbrica

5 Campo de la invención

La invención se refiere a la detección de objetos extraños en un sistema de transferencia de potencia inalámbrica y, en particular, pero no exclusivamente, a la detección de objetos extraños para un transmisor de potencia que proporciona transferencia de potencia inductiva a dispositivos de mayor potencia, como por ejemplo, electrodomésticos.

Antecedentes de la invención

La mayoría de los productos eléctricos actuales requieren un contacto eléctrico dedicado para ser alimentados desde una fuente de alimentación externa. Sin embargo, esto tiende a ser poco práctico y requiere que el usuario inserte físicamente conectores o establezca de otro modo un contacto eléctrico físico. Normalmente, los requisitos de potencia también difieren significativamente, y actualmente la mayoría de los dispositivos vienen con su propia fuente de alimentación dedicada, lo que resulta en que un usuario típico tenga un gran número de diferentes fuentes de alimentación, cada una de las cuales está dedicada a un dispositivo específico. Aunque el uso de baterías internas puede evitar la necesidad de una conexión por cable a una fuente de alimentación durante su uso, esto solo proporciona una solución parcial, ya que las baterías necesitarán recargarse (o reemplazarse). El uso de baterías también puede aumentar sustancialmente el peso y potencialmente el costo y tamaño de los dispositivos.

Con el fin de proporcionar una experiencia de usuario significativamente mejorada, se ha propuesto utilizar una fuente de alimentación inalámbrica en el que la potencia se transfiere inductivamente desde un inductor transmisor en un dispositivo transmisor de potencia a una bobina receptora en los dispositivos individuales.

La transmisión de potencia a través de inducción magnética es un concepto bien conocido, aplicado principalmente en transformadores que tienen un acoplamiento estrecho entre un inductor/bobina transmisora primaria y una bobina receptora secundaria. Al separar la bobina transmisora primaria y la bobina receptora secundaria entre dos dispositivos, se vuelve posible la transferencia de potencia inalámbrica entre ellos basada en el principio de un transformador débilmente acoplado.

Dicha disposición permite una transferencia de potencia inalámbrica al dispositivo sin requerir la realización de cables o conexiones eléctricas físicas. De hecho, puede simplemente permitir que un dispositivo se coloque adyacente a, o encima de, la bobina transmisora para ser recargado o alimentado externamente. Por ejemplo, los dispositivos transmisores de potencia pueden estar dispuestos con una superficie horizontal sobre la que se puede colocar simplemente un dispositivo para ser alimentado.

Además, tales disposiciones de transferencia de potencia inalámbrica pueden ser diseñadas ventajosamente de tal manera que el dispositivo transmisor de potencia pueda ser utilizado con una variedad de dispositivos receptores de potencia. En particular, se ha definido un enfoque de transferencia de potencia inalámbrica, conocido como las Especificaciones Qi, y actualmente se está desarrollando aún más. Este enfoque permite que los dispositivos transmisores de potencia que cumplen con las Especificaciones Qi sean utilizados con dispositivos receptores de potencia que también cumplen con las Especificaciones Qi, sin que estos tengan que ser del mismo fabricante o estar dedicados entre sí. El estándar Qi incluye además algunas funcionalidades para permitir que la operación se adapte al dispositivo receptor de potencia específico (por ejemplo, en función del consumo de potencia específico).

La Especificación Qi es desarrollada por el Consorcio de potencia Inalámbrica y más información se puede encontrar, por ejemplo, en su sitio web: <http://www.wirelesspowerconsortium.com/index.html>, donde en particular se pueden encontrar los documentos de Especificación definidos.

El Consorcio de potencia Inalámbrica, sobre la base de la Especificación Qi, ha procedido a desarrollar la Especificación Ki (también conocida como la Especificación de Cocina Inalámbrica), que tiene como objetivo proporcionar una transferencia de potencia inalámbrica segura, confiable y eficiente a los electrodomésticos de cocina. Ki soporta niveles de potencia mucho más altos, hasta 2.2KW.

Un problema potencial con la transferencia de potencia inalámbrica es que la potencia puede transferirse de manera no intencionada a, por ejemplo, objetos metálicos que se encuentran en la vecindad del transmisor de potencia. Por ejemplo, si un objeto extraño, como por ejemplo una moneda, una llave, un anillo, etc., se coloca sobre la plataforma del transmisor de potencia dispuesta para recibir un receptor de potencia, el flujo magnético generado por la bobina transmisora inducirá corrientes de Foucault en los objetos metálicos que causarán que los objetos se calienten. El aumento de temperatura puede ser muy significativo y puede ser altamente desventajoso.

Con el fin de reducir el riesgo de que surjan tales escenarios, se ha propuesto introducir la detección de objetos extraños, donde el transmisor de potencia puede detectar la presencia de un objeto extraño y reducir la potencia de

transmisión y/o generar una alerta al usuario cuando se produce una detección positiva. Por ejemplo, el sistema Qi incluye funcionalidad para detectar un objeto extraño y para reducir la potencia si se detecta un objeto extraño. Específicamente, la especificación Qi versión 1.2.1, sección 11 describe varios procedimientos para detectar un objeto extraño.

5 Un procedimiento para detectar tales objetos extraños se describe en WO2015018868A1. Otro ejemplo se proporciona en WO 2012127335 que describe un enfoque basado en la determinación de pérdidas de potencia desconocidas. En el enfoque, tanto el receptor de potencia como el transmisor de potencia miden su potencia, y el receptor comunica su potencia recibida medida al transmisor de potencia. Cuando el transmisor de potencia detecta una diferencia significativa entre la potencia enviada por el transmisor y la potencia recibida por el receptor, un objeto extraño no deseado puede estar presente, y la transferencia de potencia puede ser reducida o abortada por razones de seguridad. Este procedimiento de pérdida de potencia requiere mediciones de potencia precisas y sincronizadas realizadas por el transmisor de potencia y el receptor de potencia.

15 Por ejemplo, en el estándar de transferencia de potencia Qi, el receptor de potencia estima su potencia recibida, por ejemplo, midiendo la tensión rectificadora y la corriente, multiplicándolas y sumando una estimación de las pérdidas de potencia internas en el receptor de potencia (por ejemplo, pérdidas del rectificador, la bobina receptora, piezas metálicas que forman parte del receptor, etc.). El receptor de potencia informa la potencia recibida determinada al transmisor de potencia con una tasa mínima de, por ejemplo, cada cuatro segundos.

20 El transmisor de potencia estima su potencia transmitida, por ejemplo, midiendo la tensión y la corriente de entrada en CC del inversor, multiplicándolos y corrigiendo el resultado restando una estimación de las pérdidas internas de potencia en el transmisor, como por ejemplo, la pérdida de potencia estimada en el inversor, la bobina primaria y las partes metálicas que son parte del transmisor de potencia.

25 El transmisor de potencia puede estimar la pérdida de potencia restando la potencia recibida informada de la potencia transmitida. Si la diferencia excede un umbral, el transmisor asumirá que se disipa demasiada potencia en un objeto extraño, y entonces podrá proceder a finalizar la transferencia de potencia.

30 Alternativamente, se ha propuesto medir la calidad o factor Q del circuito resonante formado por la bobina primaria y la bobina secundaria junto con las capacitancias y resistencias correspondientes. Una reducción en el factor Q medido puede ser indicativa de la presencia de un objeto extraño. Este enfoque se utiliza a menudo antes de la transferencia de potencia.

35 En la práctica, tiende a ser difícil lograr una precisión de detección suficiente utilizando los procedimientos descritos en la especificación Qi. Esta dificultad se ve exacerbada por una serie de incertidumbres sobre las condiciones operativas actuales específicas.

40 Por ejemplo, un problema particular es la posible presencia de metales amigables (es decir, partes metálicas del dispositivo que encarna el receptor de potencia o el transmisor de potencia), ya que las propiedades magnéticas y eléctricas de estos pueden ser desconocidas (y variar entre diferentes dispositivos) y, por lo tanto, pueden ser difíciles de compensar.

45 Además, el calentamiento indeseado puede resultar incluso de cantidades relativamente pequeñas de potencia que se disipan en un objeto metálico extraño. Por lo tanto, es necesario detectar incluso una pequeña discrepancia de potencia entre la potencia transmitida y la potencia recibida, y esto puede ser particularmente difícil cuando los niveles de potencia de la transferencia de potencia aumentan.

50 El enfoque de degradación del factor Q puede en muchos escenarios tener una mejor sensibilidad para detectar la presencia de objetos metálicos. Sin embargo, puede que aún no proporcione suficiente precisión y, por ejemplo, también puede verse afectado por la influencia de metal amistoso.

55 El rendimiento de la detección de objetos extraños está sujeto a las condiciones operativas específicas que están presentes cuando se realiza realmente la prueba. Además, la detección de objetos extraños es típicamente una prueba muy sensible donde se desea que se detecten cambios relativamente pequeños causados por la presencia de un objeto extraño en un entorno con posiblemente una gran variación de las condiciones y escenarios de operación para los cuales se está realizando la prueba.

60 Los problemas tienden a agravarse a niveles de potencia más altos. Para niveles de potencia más altos, los algoritmos de detección de objetos extraños necesitan ser más precisos para prevenir el calentamiento de objetos extraños por encima de una temperatura segura. De hecho, el aumento de temperatura está dado por el nivel de potencia absoluta, y así, para un nivel de potencia más alto, la pérdida de potencia relativa que necesita ser detectada puede reducirse sustancialmente.

65 Además, para niveles de potencia más altos, la precisión de detección de objetos extraños se vuelve cada vez más crítica, y por lo tanto, los requisitos para un enfoque de medición preciso se vuelven cada vez más estrictos. De

hecho, muchos de los enfoques de detección de objetos extraños que son adecuados para un bajo consumo de potencia no son adecuados para la detección de transferencias de mayor potencia.

5 Los enfoques actuales y las técnicas de medición para la detección de objetos extraños tienden a ser subóptimos y pueden, en algunos escenarios y ejemplos, proporcionar un rendimiento inferior al óptimo. En particular, pueden resultar en que no se detecten objetos extraños, o en detecciones falsas de objetos extraños cuando no hay ninguno presente. Además, los enfoques más precisos tienden a ser complejos y costosos.

10 Por lo tanto, una detección de objetos mejorada sería ventajosa y, en particular, un enfoque que permita una mayor flexibilidad, reducción de costos, reducción de complejidad, mejora en la detección de objetos, menos detecciones falsas y detecciones perdidas, compatibilidad hacia atrás, mejor adecuación para transferencias de niveles de potencia más altos y/o un rendimiento mejorado sería ventajoso.

15 El documento WO 2019/057777 A1 describe un enfoque de detección de objetos extraños utilizando múltiples bobinas de detección.

Resumen de la invención

20 En consecuencia, la invención busca preferiblemente mitigar, aliviar o eliminar una o más de las desventajas mencionadas anteriormente, ya sea de forma individual o en cualquier combinación.

25 De acuerdo con un aspecto de la invención, se proporciona un transmisor de potencia para proporcionar potencia de forma inalámbrica a un receptor de potencia a través de una señal de transferencia de potencia inductiva; el transmisor de potencia que comprende: una bobina transmisora; un controlador para generar una señal de activación para la bobina transmisora, el controlador estando dispuesto para generar la señal de activación para la bobina transmisora para generar la señal de transferencia de potencia durante al menos un intervalo de tiempo de transferencia de potencia de un marco de tiempo repetitivo y para generar la señal de activación para la bobina transmisora para generar una señal de prueba electromagnética durante al menos un intervalo de tiempo de detección de objetos extraños del marco de tiempo repetitivo; una pluralidad de conjuntos de bobinas de detección balanceadas acopladas en serie, cada conjunto de bobinas de detección balanceadas que comprende dos bobinas de detección simétricas dispuestas de tal manera que las señales inducidas en las dos bobinas de detección por un campo electromagnético generado por la bobina transmisora se compensan entre sí; un detector de objetos extraños acoplado a la pluralidad de conjuntos de bobinas de detección balanceadas y dispuesto para realizar la detección de objetos extraños durante el intervalo de tiempo de detección de objetos extraños, el detector de objetos extraños estando dispuesto para detectar un objeto extraño en respuesta a señales de la pluralidad de conjuntos de bobinas de detección balanceadas que cumplen un criterio de detección de objetos extraños, incluyendo el criterio de detección de objetos extraños: un primer requisito de que una señal de al menos uno de los conjuntos de bobinas de detección balanceadas indica un desbalance entre las señales inducidas en las dos bobinas de detección del al menos uno de los conjuntos de bobinas de detección balanceadas que excede un primer umbral; y un segundo requisito de que un número de señales de la pluralidad de conjuntos de bobinas de detección balanceadas que indica un desbalance entre las señales inducidas en las dos bobinas de detección del conjunto de bobinas de detección balanceadas que excede un segundo umbral es menor que un número umbral, el número umbral siendo al menos dos.

45 La invención puede proporcionar una detección mejorada de objetos extraños en muchas realizaciones. En muchos escenarios y sistemas, se puede lograr una detección de objetos extraños más precisa. El enfoque puede en muchas realizaciones reducir la complejidad. Específicamente, el enfoque puede ser particularmente adecuado para mejorar la detección de objetos extraños en sistemas de transferencia de potencia de alto nivel de potencia.

50 El enfoque puede permitir una mayor precisión y/o fiabilidad de las pruebas de detección de objetos extraños durante la fase de transferencia de potencia. En muchas realizaciones, el enfoque puede reducir la incertidumbre en las pruebas de detección de objetos extraños, mejorando así el rendimiento.

55 La invención puede proporcionar una detección de objetos extraños mejorada y/o facilitada en muchas realizaciones y escenarios. El enfoque puede proporcionar un procedimiento particularmente eficiente para mejorar la precisión de detección al utilizar bobinas de detección balanceadas.

60 El enfoque puede, en particular, en muchas realizaciones y escenarios, reducir el riesgo de detecciones falsas de objetos extraños para un enfoque de detección de objetos extraños que utiliza bobinas de detección balanceadas. En muchas realizaciones, el enfoque puede permitir una diferenciación entre los desbalances causados por objetos extraños y otros eventos, como un movimiento del dispositivo/receptor de potencia.

65 El intervalo de tiempo de detección de objetos extraños del marco de tiempo repetitivo puede estar específicamente cronometrado para coincidir con/incluir, estar sincronizado con los cruces por cero de la amplitud de la señal de transferencia de potencia y/o de una tensión de suministro variable (por ejemplo, CA) a las etapas de salida del controlador.

- 5 En muchas realizaciones, una duración del intervalo de tiempo de detección de objetos extraños no es más del 5 %, 10 % o 20 % de la duración del marco de tiempo. En muchas realizaciones, la duración del intervalo de tiempo de detección de objetos extraños no es menor al 70 %, 80 % o 90 % del marco de tiempo. Una duración del intervalo de tiempo de detección de objetos extraños puede, en muchos escenarios, no exceder 5 mseg, 10 mseg o 50 mseg.
- 10 Las bobinas de detección están balanceadas porque las bobinas de detección están dispuestas de tal manera que las señales inducidas en las dos bobinas de detección por un campo electromagnético generado por la bobina transmisora se compensan entre sí. La tensión combinada sobre las dos bobinas de detección balanceadas es menor que la mayor de las tensiones sobre cada una de las dos bobinas de detección balanceadas. La compensación puede ser una cancelación al menos parcial de las dos señales.
- 15 La señal de prueba electromagnética también puede ser denominada como un campo electromagnético de prueba y los términos pueden considerarse intercambiables.
- 20 El/los desbalance(s) entre las señales inducidas en dos bobinas de detección de un conjunto de bobinas de detección balanceadas pueden ser el/los desbalance(s) entre las señales inducidas en las dos bobinas de detección por la señal de prueba electromagnética. El/los desbalance(s) entre las señales inducidas en dos bobinas de detección de un conjunto de bobinas de detección balanceadas puede(n) ser desbalance(s) entre las señales inducidas en las dos bobinas de detección por un campo electromagnético generado por la bobina transmisora. Los conjuntos de bobinas de detección balanceadas pueden no estar alimentados. Los conjuntos de bobinas de detección balanceadas pueden estar acoplados para proporcionar una salida neta de potencia eléctrica.
- 25 El transmisor de potencia puede estar dispuesto para no proporcionar potencia eléctrica a los conjuntos de bobinas de detección balanceadas. Los conjuntos de bobinas de detección balanceadas pueden estar acoplados para recibir potencia únicamente por inducción. La única corriente que fluye en los conjuntos de bobinas de detección balanceadas puede ser una corriente resultante de la inducción.
- 30 El número umbral no puede ser más que el número de conjuntos en la pluralidad de conjuntos de bobinas de detección balanceadas. En muchas realizaciones, el número umbral puede ser no más que uno menos que el número de conjuntos en la pluralidad de conjuntos de bobinas de detección balanceadas.
- 35 Las bobinas de detección/ para un conjunto de bobinas de detección balanceadas pueden estar acopladas en serie. Para los enrollados/bobinas de detección acopladas en serie, la corriente a través de los enrollados/bobinas de detección puede ser idéntica.
- 40 En algunas realizaciones, una frecuencia de la señal de activación durante el intervalo de tiempo de detección de objetos extraños no es inferior al 50 % más alta que una frecuencia de la señal de activación durante el intervalo de tiempo de transferencia de potencia.
- 45 Esto puede proporcionar una detección de objetos extraños mejorada y/o facilitada en muchas realizaciones. Puede, en particular, proporcionar un impacto reducido de la carga por una carga del receptor de potencia y ser desintonizado, por ejemplo, una carga resonante. El impacto reducido de la carga puede resultar en una detección de objetos extraños más precisa en muchas realizaciones.
- 50 En algunas realizaciones, la frecuencia de la señal de activación durante el intervalo de tiempo de detección de objetos extraños no es inferior al 100 % o incluso es un 200 % más alta que la frecuencia de la señal de activación durante el intervalo de tiempo de transferencia de potencia.
- 55 En algunas realizaciones, una amplitud de tensión de la señal de activación durante el intervalo de tiempo de detección de objetos extraños no es mayor al 50 % de una amplitud de tensión de la señal de activación durante los intervalos de tiempo de transferencia de potencia.
- 60 Esto puede proporcionar una detección de objetos extraños mejorada y/o facilitada en muchas realizaciones. Puede, en particular, proporcionar un impacto reducido de la carga por una carga del receptor de potencia y ser desintonizado, por ejemplo, una carga resonante. El impacto reducido de la carga puede resultar en una detección de objetos extraños más precisa en muchas realizaciones.
- 65 En algunas realizaciones, la amplitud de tensión de la señal de activación durante el intervalo de tiempo de detección de objetos extraños no es superior al 25 % o al 10 % de la amplitud de tensión de la señal de activación durante los intervalos de tiempo de transferencia de potencia.
- En algunas realizaciones, una amplitud de tensión de la señal de activación es sustancialmente constante durante el intervalo de tiempo de detección de objetos extraños.
- Esto puede proporcionar una detección de objetos extraños mejorada y/o facilitada en muchas realizaciones.

Cada conjunto de bobinas de detección balanceadas puede comprender dos bobinas de detección dispuestas de tal manera que las señales inducidas en las dos bobinas de detección por un campo electromagnético, y las que generan la bobina transmisora, se compensen/ compensen al menos parcialmente entre sí en la señal del conjunto de bobinas de detección balanceadas.

5 Una señal de un conjunto de bobinas de detección balanceadas puede ser específicamente una señal combinada de las señales inducidas de las bobinas de detección del conjunto de bobinas de detección. La señal puede ser una tensión combinado/sumado (o incluir tal contribución de tensión) de las tensiones inducidos en cada una de las bobinas de detección. El desbalance entre las señales inducidas en las dos bobinas de detección para un conjunto
10 dado de bobinas de detección puede ser indicado por una tensión, y específicamente una amplitud de tensión, y/o fase, de la señal.

De acuerdo con una característica opcional de la invención, el número umbral no es menor que tres.

15 Esto puede proporcionar un rendimiento particularmente ventajoso en muchas realizaciones, y puede, en particular, en muchas realizaciones y escenarios, proporcionar una diferenciación más clara entre las probabilidades de que la causa del primer requisito sea un objeto extraño o que el receptor de potencia se haya movido.

20 De acuerdo con una característica opcional de la invención, el número umbral es igual al número de conjuntos de bobinas de detección balanceadas en la pluralidad de conjuntos de bobinas de detección balanceadas.

25 Esto puede proporcionar un rendimiento particularmente ventajoso en muchas realizaciones, y puede, en particular, en muchas realizaciones y escenarios, proporcionar una diferenciación más clara entre las probabilidades de que la causa del primer requisito sea un objeto extraño o que el receptor de potencia se haya movido.

De acuerdo con una característica opcional de la invención, el transmisor de potencia además comprende un adaptador para adaptar un parámetro de funcionamiento de la transferencia de potencia en respuesta a una
determinación de que se cumple el segundo requisito.

30 Esto puede proporcionar un rendimiento particularmente ventajoso en muchas realizaciones y escenarios. El parámetro de funcionamiento puede ser, por ejemplo, un parámetro de control de potencia en lazo (por ejemplo, una ganancia de lazo, respuesta en frecuencia del lazo o constante de tiempo del lazo), un límite máximo de potencia para la señal de transferencia de potencia y/o un nivel de potencia actual para la señal de transferencia de potencia.

35 De acuerdo con una característica opcional de la invención, el transmisor de potencia además comprende un adaptador para adaptar un parámetro de funcionamiento de la detección de objetos extraños en respuesta a una determinación de que se cumple el segundo requisito.

40 Esto puede proporcionar un rendimiento particularmente ventajoso en muchas realizaciones y escenarios. Puede en muchas realizaciones proporcionar una detección mejorada de objetos extraños, y en particular una detección de objetos extraños más precisa con típicamente menos detecciones falsas positivas.

45 De acuerdo con una característica opcional de la invención, el parámetro de funcionamiento es un parámetro del primer requisito.

50 Esto puede proporcionar un rendimiento particularmente ventajoso en muchas realizaciones y escenarios. Puede en muchas realizaciones proporcionar una detección mejorada de objetos extraños, y en particular una detección de objetos extraños más precisa con típicamente menos detecciones falsas positivas. El parámetro de funcionamiento puede ser, por ejemplo, el primer umbral o puede, por ejemplo, ser parte de una función/cálculo/algoritmo para determinar una medida de desbalance que se compara con el umbral de la(s) señal(es) de los conjuntos de bobinas de detección.

55 De acuerdo con una característica opcional de la invención, el parámetro de funcionamiento es un parámetro del segundo requisito.

60 Esto puede proporcionar un rendimiento particularmente ventajoso en muchas realizaciones y escenarios. Puede en muchas realizaciones proporcionar una detección mejorada de objetos extraños, y en particular una detección de objetos extraños más precisa con típicamente menos detecciones falsas positivas. El parámetro de funcionamiento puede ser, por ejemplo, el segundo umbral o puede ser, por ejemplo, parte de una función/cálculo/algoritmo para determinar una medida de desbalance que se compara con el umbral de la(s) señal(es) de la(s) serie(s) de bobinas de detección.

65 De acuerdo con una característica opcional de la invención, el transmisor de potencia además comprende: un receptor dispuesto para recibir datos del receptor de potencia, los datos incluyendo datos de propiedades físicas para un dispositivo receptor de potencia que comprende el receptor de potencia; para adaptar un parámetro de funcionamiento de la detección de objetos extraños en respuesta a los datos de propiedades físicas.

5 Esto puede proporcionar un rendimiento particularmente ventajoso en muchas realizaciones y escenarios. Puede en muchas realizaciones proporcionar una detección mejorada de objetos extraños, y en particular una detección de objetos extraños más precisa con típicamente menos detecciones falsas positivas. Los datos de propiedades físicas pueden ser indicativos específicamente de una propiedad física extensa de un dispositivo que comprende el receptor de potencia. Los datos de propiedades físicas pueden, por ejemplo, ser indicativos de un parámetro de tamaño y/o de un parámetro de contenido metálico del dispositivo.

10 El parámetro de funcionamiento puede ser un parámetro del primer requisito. El parámetro de funcionamiento puede ser, por ejemplo, el primer umbral o puede, por ejemplo, ser parte de una función/cálculo/ algoritmo para determinar una medida de desbalance que se compara con el umbral de la(s) señal(es) de los conjuntos de bobinas de detección.

15 De acuerdo con una característica opcional de la invención, el parámetro de funcionamiento es un parámetro del segundo requisito.

20 Esto puede proporcionar un rendimiento particularmente ventajoso en muchas realizaciones y escenarios. Puede en muchas realizaciones proporcionar una detección mejorada de objetos extraños, y en particular una detección de objetos extraños más precisa con típicamente menos detecciones falsas positivas. El parámetro de funcionamiento puede ser, por ejemplo, el segundo umbral o puede ser, por ejemplo, parte de una función/cálculo/ algoritmo para determinar una medida de desbalance que se compara con el umbral de la(s) señal(es) de la(s) serie(s) de bobinas de detección.

25 De acuerdo con una característica opcional de la invención, el transmisor de potencia además comprende un compensador dispuesto para compensar la señal de al menos un conjunto de bobinas de detección balanceadas por un desbalance entre las señales inducidas en las dos bobinas de detección cuando no hay un objeto extraño presente.

30 Esto puede proporcionar un rendimiento particularmente ventajoso en muchas realizaciones y escenarios, y puede, en particular, en muchas realizaciones proporcionar una detección mejorada de objetos extraños.

35 El compensador puede estar dispuesto para determinar una primera señal a partir de un primer conjunto de bobinas de detección balanceadas en un momento en el que no se considera que un objeto extraño esté presente. Entonces puede determinar una señal de compensación que, al combinarse con la primera señal, reduce la primera señal. La señal de compensación puede combinarse con la primera señal y la señal combinada puede usarse para evaluar los primeros y segundos requisitos del criterio de detección de objetos extraños para el primer conjunto de bobinas de detección balanceadas.

40 La señal de compensación puede generarse de tal manera que resulte en un desplazamiento/ al menos una cancelación parcial de la tensión combinada de las bobinas de detección de un conjunto de bobinas de detección balanceadas cuando no hay un objeto extraño presente. El compensador puede estar dispuesto para adaptar/compensar/cambiar un parámetro de la señal de activación, siendo el parámetro al menos uno de una amplitud de tensión y una fase de la señal de activación.

45 De acuerdo con una característica opcional de la invención, el compensador está dispuesto para iniciar una adaptación de la compensación en respuesta a que se cumpla el segundo requisito.

50 Esto puede proporcionar un rendimiento particularmente ventajoso en muchas realizaciones y escenarios, y puede, en particular, en muchas realizaciones proporcionar una detección mejorada de objetos extraños. Puede permitir una mejor adaptación a las condiciones y al escenario operativo actuales.

De acuerdo con una característica opcional de la invención, el compensador está dispuesto para reducir un nivel de potencia de la señal de transferencia de potencia en respuesta a la detección de que la compensación requiere valores de compensación que cumplen un criterio.

55 De acuerdo con una característica opcional de la invención, el transmisor de potencia además comprende un adaptador para adaptar un parámetro de funcionamiento de la transferencia de potencia en respuesta a desbalances entre las señales inducidas en las dos bobinas de detección del conjunto de bobinas de detección balanceadas para al menos dos conjuntos de bobinas de detección balanceadas de la pluralidad de conjuntos de bobinas de detección balanceadas.

60 De acuerdo con una característica opcional de la invención, el transmisor de potencia además comprende un circuito para generar una indicación de cambio de posición en respuesta a una determinación de que se cumple el segundo requisito, la indicación de cambio de posición indicando un cambio de posición del receptor de potencia.

65 De acuerdo con una característica opcional de la invención, el criterio de detección de objetos extraños incluye: un tercer requisito en el que la señal de al menos uno de la pluralidad de conjuntos de bobinas de detección

balanceadas indica que el desbalance entre las señales inducidas en las dos bobinas de detección de al menos uno de la pluralidad de conjuntos de bobinas de detección balanceadas no excede un segundo umbral; el segundo umbral que es mayor que el primer umbral.

5 Esto puede permitir una mejor operación de detección de objetos extraños y puede específicamente permitir menos detecciones falsas positivas de objetos extraños. En muchas realizaciones, el segundo umbral puede ser no menos de 2, 3, 5 o diez veces el primer umbral.

10 De acuerdo con otro aspecto de la invención, se proporciona un procedimiento de operación para un transmisor de potencia que proporciona potencia de forma inalámbrica a un receptor de potencia a través de una señal de transferencia de potencia inductiva; el transmisor de potencia comprende: una bobina transmisora; una pluralidad de conjuntos de bobinas de detección balanceadas acopladas en serie, cada conjunto de bobinas de detección balanceadas comprendiendo dos bobinas de detección simétricas dispuestas de tal manera que las señales inducidas en las dos bobinas de detección por un campo electromagnético generado por la bobina transmisora se compensan entre sí; el procedimiento comprende: generar una señal de activación para la bobina transmisora para generar la señal de transferencia de potencia durante al menos un intervalo de tiempo de transferencia de potencia de un marco de tiempo repetitivo y generar la señal de activación para la bobina transmisora para generar una señal de prueba electromagnética durante al menos un intervalo de tiempo de detección de objetos extraños del marco de tiempo repetitivo; un detector de objetos extraños acoplado a la pluralidad de conjuntos de bobinas de detección balanceadas y realizando la detección de objetos extraños durante el intervalo de tiempo de detección de objetos extraños, la detección de un objeto extraño siendo en respuesta a señales de la pluralidad de conjuntos de bobinas de detección balanceadas que cumplen un criterio de detección de objetos extraños, incluyendo el criterio de detección de objetos extraños: un primer requisito de que una señal de al menos uno de los conjuntos de bobinas de detección balanceadas indica un desbalance entre las señales inducidas en las dos bobinas de detección de al menos uno de los conjuntos de bobinas de detección balanceadas que supera un primer umbral; y un segundo requisito de que un número de señales de la pluralidad de conjuntos de bobinas de detección balanceadas que indica un desbalance entre las señales inducidas en las dos bobinas de detección del conjunto de bobinas de detección balanceadas que supera un segundo umbral es menor que un número umbral, siendo el número umbral al menos dos.

30 Estos y otros aspectos, características y ventajas de la invención serán evidentes y se elucidarán con referencia a las realizaciones descritas a continuación.

35 Descripción breve de las figuras.

Se describirán realizaciones de la invención, a modo de ejemplo únicamente, con referencia a las figuras, en donde

40 La Figura 1 ilustra un ejemplo de elementos de un sistema de transferencia de potencia de acuerdo con algunas realizaciones de la invención;
 La Figura 2 ilustra un ejemplo de elementos de un transmisor de potencia de acuerdo con algunas realizaciones de la invención;
 La Figura 3 ilustra un ejemplo de un inversor de medio puente para un transmisor de potencia;
 La Figura 4 ilustra un ejemplo de un inversor de puente completo para un transmisor de potencia;
 45 La Figura 5 ilustra un ejemplo de un marco de tiempo para el sistema de transferencia de potencia inalámbrica de la Figura 1;
 La Figura 6 ilustra un ejemplo de bobinas de detección para un transmisor de potencia de acuerdo con algunas realizaciones de la invención;
 La Figura 7 ilustra un ejemplo de campos electromagnéticos y bobinas de detección para un transmisor de potencia de acuerdo con algunas realizaciones de la invención;
 50 La Figura 8 ilustra un ejemplo de una señal de activación para un transmisor de potencia de acuerdo con algunas realizaciones de la invención;
 La Figura 9 ilustra un ejemplo de una señal de activación para un transmisor de potencia de acuerdo con algunas realizaciones de la invención;
 La Figura 10 ilustra un ejemplo de elementos de un transmisor de potencia de acuerdo con algunas realizaciones de la invención;
 55 La Figura 11 ilustra un ejemplo de bobinas de detección para un transmisor de potencia de acuerdo con algunas realizaciones de la invención;
 La Figura 12 ilustra un ejemplo de bobinas de detección para un transmisor de potencia de acuerdo con algunas realizaciones de la invención;
 60 La Figura 13 ilustra un ejemplo de un dispositivo receptor de potencia y bobinas de detección para un transmisor de potencia de acuerdo con algunas realizaciones de la invención;
 La Figura 14 ilustra un ejemplo de un dispositivo receptor de potencia y bobinas de detección para un transmisor de potencia de acuerdo con algunas realizaciones de la invención; y
 65 La Figura 15 ilustra un ejemplo de un dispositivo receptor de potencia y bobinas de detección para un transmisor de potencia de acuerdo con algunas realizaciones de la invención.

Descripción detallada de las realizaciones.

La siguiente descripción se centra en realizaciones de la invención aplicables a un sistema de transferencia de potencia inalámbrica que utiliza un enfoque de transferencia de potencia como se conoce de la especificación Qi o la especificación Ki. Sin embargo, se apreciará que la invención no está limitada a esta aplicación, sino que puede aplicarse a muchos otros sistemas de transferencia de potencia inalámbrica.

La Figura 1 ilustra un ejemplo de un sistema de transferencia de potencia de acuerdo con algunas realizaciones de la invención. El sistema de transferencia de potencia que comprende un transmisor de potencia 101 que incluye (o está acoplado a) una inductor/bobina transmisora 103. El sistema además incluye un receptor de potencia 105 que comprende (o está acoplado a) una inductor/bobina receptora 107.

El sistema proporciona una señal de transferencia de potencia electromagnética que puede transferir inductivamente potencia desde el transmisor de potencia 101 al receptor de potencia 105. Específicamente, el transmisor de potencia 101 genera una señal electromagnética, que se propaga como un flujo magnético a través de la bobina transmisora o inductor 103. La señal de transferencia de potencia puede tener típicamente una frecuencia de alrededor de 20 kHz a alrededor de 500 kHz, y a menudo para sistemas compatibles con Qi típicamente en el rango de 95 kHz a 205 kHz o para sistemas compatibles con Ki típicamente en el rango de entre 20 kHz a 80 kHz. La bobina transmisora 103 y la bobina receptora de potencia 107 están acopladas de manera suelta y, por lo tanto, la bobina receptora de potencia 107 capta (al menos parte de) la señal de transferencia de potencia del transmisor de potencia 101. Así, la potencia se transfiere del transmisor de potencia 101 al receptor de potencia 105 a través de un acoplamiento inductivo inalámbrico de la bobina transmisora 103 a la bobina receptora de potencia 107. El término señal de transferencia de potencia se utiliza principalmente para referirse a la señal inductiva/campo magnético entre la bobina transmisora 103 y la bobina receptora de potencia 107 (la señal de flujo magnético), pero se apreciará que por equivalencia también puede considerarse y usarse como una referencia a una señal eléctrica proporcionada a la bobina transmisora 103 o captada por la bobina receptora de potencia 107.

En el ejemplo, el receptor de potencia 105 es específicamente un receptor de potencia que recibe potencia a través de la bobina receptora 107. Sin embargo, en otras realizaciones, el receptor de potencia 105 puede comprender un elemento metálico, como un elemento calefactor metálico, en cuyo caso la señal de transferencia de potencia induce directamente corrientes de Foucault, lo que resulta en un calentamiento directo del elemento.

El sistema está dispuesto para transferir niveles de potencia sustanciales, y específicamente el transmisor de potencia puede soportar niveles de potencia que exceden 500 mW, 1 W, 5 W, 50 W, 100 W o 500 W en muchas realizaciones. Por ejemplo, para las aplicaciones correspondientes a Qi, las transferencias de potencia pueden estar típicamente en el rango de 1-5W para aplicaciones de baja potencia (el perfil de potencia básico), hasta 15W para la versión 1.2 de la especificación Qi, en el rango de hasta 100W para aplicaciones de mayor potencia como herramientas eléctricas, laptops, drones, robots, etc., y en exceso de 100 W y hasta más de 2000W para aplicaciones de muy alta potencia, como por ejemplo, para aplicaciones de cocina Ki.

A continuación, se describirá la operación del transmisor de potencia 101 y del receptor de potencia 105 con referencia específica a una realización generalmente de acuerdo con las Especificaciones Qi o Ki (excepto por las modificaciones y mejoras aquí descritas (o consecuentes)) o adecuada para la especificación de cocina de mayor potencia que está siendo desarrollada por el Consorcio de potencia Inalámbrica. En particular, el transmisor de potencia 101 y el receptor de potencia 105 pueden seguir, o ser sustancialmente compatibles con, elementos de la Especificación Qi versión 1.0, 1.1 o 1.2 (excepto por las modificaciones y mejoras descritas aquí).

En los sistemas de transferencia de potencia inalámbrica, la presencia de un objeto (típicamente un elemento conductor que extrae potencia de la señal de transferencia de potencia y que no forma parte del transmisor de potencia 101 o del receptor de potencia 105, es decir, que es un elemento no intencionado, no deseado y/o interferente en la transferencia de potencia) puede ser muy desventajosa durante una transferencia de potencia. Tal objeto no deseado se encuentra en el campo conocido como objeto extraño.

Un objeto extraño no solo puede reducir la eficiencia al agregar una pérdida de potencia a la operación, sino que también puede degradar la operación de transferencia de potencia en sí (por ejemplo, interfiriendo con la eficiencia de transferencia de potencia o extrayendo potencia que no está controlada directamente, por ejemplo, por el lazo de transferencia de potencia). Además, la inducción de corrientes en el objeto extraño (específicamente corrientes de Foucault en la parte metálica de un objeto extraño) puede resultar en un calentamiento a menudo muy indeseable del objeto extraño.

Para abordar tales escenarios, los sistemas de transferencia de potencia inalámbrica como Qi o Ki incluyen funcionalidad para la detección de objetos extraños. Específicamente, el transmisor de potencia que comprende funcionalidad para detectar si un objeto extraño está presente. Si es así, el transmisor de potencia puede, por ejemplo, finalizar la transferencia de potencia o reducir la cantidad máxima de potencia que se puede transferir.

La detección de objetos extraños puede realizarse antes de que un receptor de potencia entre en la fase de transferencia de potencia (por ejemplo, durante la inicialización de la transferencia de potencia) o durante la fase de transferencia de potencia. La detección durante la fase de transferencia de potencia a menudo en base a comparaciones de la potencia transmitida medida y la potencia recibida, mientras que la detección que tiene lugar antes de la fase de transferencia de potencia a menudo en base a mediciones de una impedancia reflejada, por ejemplo, midiendo el factor de calidad de la bobina transmisora utilizando una pequeña señal de medición.

Los enfoques actuales propuestos por las Especificaciones Qi se basan en detectar una pérdida de potencia (comparando la potencia transmitida y la potencia recibida informada) o en detectar degradaciones en la calidad Q del circuito de resonancia de salida. Sin embargo, en el uso actual, se ha encontrado que estos enfoques proporcionan un rendimiento subóptimo en muchos escenarios, y pueden llevar específicamente a una detección inexacta que resulta en detecciones perdidas y/o falsos positivos donde se detecta un objeto extraño a pesar de que no hay tal objeto presente.

La detección convencional de objetos extraños tiende a ser subóptima, en parte debido a las variaciones e incertidumbres en las condiciones operativas específicas y los escenarios en los que se realiza la detección de objetos extraños, incluyendo variaciones e incertidumbres en las propiedades del transmisor de potencia, las propiedades del receptor de potencia, las condiciones de prueba aplicadas, etc.

Un ejemplo de los desafíos en las pruebas de detección de objetos extraños es el requisito de realizar mediciones suficientemente precisas para lograr una detección de objetos extraños suficientemente confiable. Esto puede llevar a un deseo de generar una señal tan poderosa como sea posible para aumentar la precisión de detección. Sin embargo, esto puede aumentar el consumo de potencia en el receptor de potencia y en cualquier objeto extraño presente. El rendimiento de detección puede ser sensible al nivel de señal específico aplicado y típicamente habrá requisitos en conflicto.

El sistema de la Figura 1 utiliza un enfoque para la detección de objetos extraños que busca proporcionar mejores compensaciones para la detección de objetos extraños. El enfoque puede en muchas realizaciones proporcionar una detección mejorada de objetos extraños y específicamente puede en muchas realizaciones proporcionar una detección de objetos extraños más precisa y/o confiable. El enfoque también puede permitir bajos requisitos de complejidad y recursos.

Como se describirá con más detalle a continuación, el enfoque utiliza un procedimiento de división de tiempo durante la fase de transferencia de potencia en el que la detección de objetos extraños y la transferencia de potencia pueden, por ejemplo, llevarse a cabo en intervalos de tiempo separados, permitiendo así que la interferencia entre estos (específicamente el impacto de la transferencia de potencia en la detección de objetos extraños) se reduzca sustancialmente.

A continuación, se describirá con más detalle el sistema de la Figura 1. En el ejemplo, la señal de transferencia de potencia electromagnética y la señal de prueba electromagnética utilizadas para la detección de objetos extraños son generadas por la misma bobina. Además, las señales/campos se denominarán con diferentes términos, a saber, la señal/campo electromagnético generado durante los intervalos de tiempo de transferencia de potencia se denominará señal de transferencia de potencia y la señal/campo electromagnético generado durante los intervalos de tiempo de detección de objetos extraños se denominará señal de prueba electromagnética, o simplemente señal de prueba.

La Figura 2 ilustra elementos del transmisor de potencia 101 de la Figura 1 con más detalle.

El transmisor de potencia 101 incluye un controlador 201 que puede generar una señal de activación que se envía a la bobina transmisora 103, la cual a su vez genera la señal de transferencia de potencia electromagnética, proporcionando así una transferencia de potencia al receptor de potencia 105. La señal de transferencia de potencia se proporciona durante los intervalos de tiempo de transferencia de potencia de la fase de transferencia de potencia.

El controlador 201 genera la corriente y la tensión que se envían al inductor del transmisor 103. El controlador 201 es típicamente un circuito de control en forma de un inversor que genera una señal alterna a partir de una tensión CC. La salida del controlador 201 es típicamente un puente de conmutación que genera la señal de activación mediante la conmutación apropiada de los interruptores del puente de conmutación. La Figura 3 muestra un puente de conmutación de medio puente/inversor. Los interruptores S1 y S2 se controlan de tal manera que nunca están cerrados al mismo tiempo. Alternadamente S1 está cerrado mientras S2 está abierto y S2 está cerrado mientras S1 está abierto. Los interruptores se abren y cierran con la frecuencia deseada, generando así una señal alterna en la salida. Típicamente, la salida del inversor está conectada al inductor del transmisor a través de un capacitor de resonancia. La Figura 4 muestra un puente de conmutación de puente completo/inversor. Los interruptores S1 y S2 se controlan de tal manera que nunca están cerrados al mismo tiempo. Los interruptores S3 y S4 se controlan de manera que nunca están cerrados al mismo tiempo. Alternadamente se cierran S1 y S4 mientras S2 y S3 están abiertos, y luego se cierran S2 y S3 mientras S1 y S4 están abiertos, creando así una señal de onda cuadrada en la salida. Los interruptores se abren y cierran con la frecuencia deseada.

El transmisor de potencia 101 además comprende un controlador de transmisor de potencia 203 que está dispuesto a controlar el funcionamiento del transmisor de potencia 101 de acuerdo con los principios de funcionamiento deseados. Específicamente, el transmisor de potencia 101 puede incluir muchas de las funcionalidades requeridas para realizar el control de potencia de acuerdo con las Especificaciones Qi o la Especificación Ki.

El controlador del transmisor de potencia 203 está especialmente dispuesto para controlar la generación de la señal de activación por el controlador 201, y puede controlar específicamente el nivel de potencia de la señal de activación, y en consecuencia, el nivel de la señal de transferencia de potencia generada. El controlador del transmisor de potencia 203 que comprende un controlador de lazo de potencia que controla un nivel de potencia de la señal de transferencia de potencia en respuesta a los mensajes de control de potencia recibidos del receptor de potencia 105 durante la fase de control de potencia.

El sistema de la Figura 1 utiliza un enfoque para la detección de objetos extraños que busca adaptar la operación para proporcionar mejores compensaciones para la detección de objetos extraños. El enfoque puede en muchas realizaciones proporcionar una detección mejorada para objetos extraños y específicamente puede en muchas realizaciones proporcionar una detección de objetos extraños más precisa y/o confiable. El enfoque también puede permitir bajos requisitos de complejidad y recursos.

En el ejemplo, el controlador 201 y la bobina transmisora 103 están dispuestos para generar tanto una señal de transferencia de potencia electromagnética con el propósito de transferir potencia a un receptor de potencia como una señal de prueba electromagnética utilizada para la detección de objetos extraños. El transmisor de potencia puede emplear un marco de tiempo repetitivo para la señal de activación durante la fase de transferencia de potencia, en el que el marco de tiempo comprende al menos un intervalo de tiempo de transferencia de potencia y un intervalo de tiempo de detección de objetos extraños. Un ejemplo de tal marco de tiempo repetitivo se ilustra en la Figura 5, donde los intervalos de tiempo de transferencia de potencia se indican con PT y los intervalos de tiempo de detección de objetos extraños se indican con D. En el ejemplo, cada marco de tiempo FRM comprende solo un intervalo de tiempo de detección de objetos extraños y un intervalo de tiempo de transferencia de potencia, y estos (así como el marco de tiempo en sí) tienen la misma duración en cada marco. Sin embargo, se apreciará que en otras realizaciones, otros intervalos de tiempo también pueden ser incluidos en un marco de tiempo (como, por ejemplo, intervalos de comunicación) o una pluralidad de intervalos de tiempo de detección de objetos extraños y/o intervalos de tiempo de transferencia de potencia pueden ser incluidos en cada marco de tiempo. Además, la duración de los diferentes intervalos de tiempo (y de hecho el marco de tiempo en sí) puede variar dinámicamente en algunas realizaciones.

En el enfoque, la detección de objetos extraños y la transferencia de potencia se separan en el dominio del tiempo, lo que resulta en una reducción de la interferencia cruzada de la transferencia de potencia a la detección de objetos extraños. Así, la variabilidad y la incertidumbre resultantes de las variaciones en las condiciones de operación para la transferencia de potencia pueden ser aisladas de la detección de objetos extraños, lo que resulta en una detección de objetos extraños más confiable y precisa.

En la fase de transferencia de potencia, el transmisor de potencia está dispuesto para realizar la transferencia de potencia durante el intervalo de tiempo de transferencia de potencia de los marcos de tiempo. Específicamente, durante estos intervalos de tiempo, el transmisor de potencia 101 y el receptor de potencia 105 pueden operar un lazo de control de potencia (el lazo de control de potencia puede basarse en la comunicación dentro del intervalo de tiempo de transferencia de potencia o puede, por ejemplo, basarse en la comunicación fuera del intervalo de tiempo de transferencia de potencia, como en intervalos de tiempo de comunicación dedicados). Por ejemplo, cada intervalo de tiempo de objeto extraño puede estar separado por una pluralidad de intervalos de tiempo de transferencia de potencia alternos e intervalos de tiempo de comunicación. Así, el nivel de la potencia que se está transfiriendo puede variar dinámicamente. En los intervalos de tiempo de detección de objetos extraños de los marcos de tiempo de la fase de transferencia de potencia, al menos un parámetro de la señal de activación, y por lo tanto de la señal de prueba electromagnética, se establece típicamente en un valor predeterminado, o por ejemplo, un valor determinado durante una operación de adaptación realizada antes del intervalo de tiempo de detección de objetos extraños. Así, en el intervalo de tiempo de detección de objetos extraños, el parámetro puede establecerse en un valor predeterminado (es decir, que se determina antes del intervalo de tiempo de detección de objetos extraños, y a menudo antes de la fase de transferencia de potencia). En contraste, el parámetro puede no estar restringido a este valor predeterminado durante los intervalos de tiempo de transferencia de potencia.

Por ejemplo, durante un intervalo de tiempo de transferencia de potencia, el sistema puede operar un lazo de control de potencia que permite que el nivel de potencia de la señal de transferencia de potencia se varíe en respuesta a mensajes de control de potencia del receptor de potencia. El lazo de control de potencia puede controlar/cambiar al menos uno de una corriente, tensión y frecuencia de la señal de activación/ señal de transferencia de potencia. En contraste, durante un intervalo de tiempo de detección de objetos extraños, el parámetro que varió por el lazo de control de potencia durante el intervalo de tiempo de transferencia de potencia puede ser establecido a un valor predeterminado para la corriente, tensión y/o frecuencia determinada antes de la fase de transferencia de potencia.

En muchas realizaciones, se establece una amplitud constante (típicamente más baja) (típicamente tensión) de la señal de activación durante los intervalos de tiempo de detección de objetos extraños. Adicionalmente o alternativamente, se puede establecer una frecuencia predeterminada para la señal de activación durante el intervalo de tiempo de detección de objetos extraños y esta puede ser típicamente sustancialmente más alta que la señal de activación durante los intervalos de tiempo de transferencia de potencia.

Como resultado, la señal electromagnética generada durante los intervalos de tiempo de transferencia de potencia, la señal de transferencia de potencia, típicamente tiene propiedades sustancialmente diferentes que la señal electromagnética generada durante los intervalos de tiempo de detección de objetos extraños, la señal de prueba electromagnética. El señal o campo electromagnético generado durante los intervalos de tiempo de transferencia de potencia se denominará señal de transferencia de potencia y el señal o campo electromagnético generado durante los intervalos de tiempo de detección de objetos extraños se denominará señal de prueba electromagnética, o simplemente señal de prueba. Sin embargo, se apreciará que en el sistema de la Figura 2, la señal electromagnética se genera a partir de la misma bobina tanto en el intervalo de tiempo de transferencia de potencia como en el intervalo de tiempo de detección de objetos extraños, y de hecho se utiliza el mismo controlador, etc., tanto para el intervalo de tiempo de transferencia de potencia como para el intervalo de tiempo de detección de objetos extraños. De hecho, las referencias a la señal de prueba pueden en muchas realizaciones considerarse equivalentes a la señal de transferencia de potencia durante el intervalo de tiempo de detección de objetos extraños.

El transmisor de potencia 101 que comprende un detector de objetos extraños 205 que está dispuesto a realizar pruebas de detección de objetos extraños, es decir, para detectar específicamente si algún elemento conductor no deseado es probable que esté presente dentro del campo electromagnético generado.

Durante un intervalo en el que se realiza la detección de objetos extraños, es decir, durante un intervalo de tiempo de detección de objetos extraños, el detector de objetos extraños 205 evalúa así las condiciones para determinar si se considera que un objeto extraño está presente o no. Durante el intervalo de tiempo de detección de objetos extraños, el transmisor de potencia 101 genera una señal de prueba electromagnética y la detección de objetos extraños en base a evaluar las características y propiedades de esta señal.

En el sistema, la detección de objetos extraños en base a detectar señales inducidas por la señal de prueba electromagnética en conjuntos de bobinas de detección balanceadas que comprenden al menos dos bobinas de detección 207, 209 que están dispuestas de tal manera que se compensan negativamente entre sí en presencia de un campo magnético homogéneo, y en presencia de un campo electromagnético generado por la bobina transmisora 103, como específicamente la señal de prueba electromagnética. Específicamente, el transmisor de potencia comprende una pluralidad de conjuntos de bobinas de detección balanceadas que comprenden una primera bobina de detección 207 y una segunda bobina de detección 209 que están acopladas de tal manera que el campo electromagnético generado por la bobina transmisora (al menos parcialmente) se compensan entre sí. Un conjunto de bobinas de detección balanceadas también se denominará como un balance de inducción.

A continuación, se centrará primero en una operación para un balance de inducción simple, es decir, para un solo conjunto de bobinas de detección balanceadas, como se ilustra en la Figura 6. Para el conjunto de bobinas de detección balanceadas, el campo electromagnético generado por la bobina transmisora 103 inducirá una señal en la primera bobina de detección 207 e inducirá una señal en la segunda bobina de detección 209. Sin embargo, las tensiones inducidas tendrán polaridad opuesta de tal manera que la tensión (amplitud) del acoplamiento en serie de las bobinas de detección 207, 209 resultante del campo electromagnético generado por la bobina transmisora 103 es menor que la tensión (amplitud) sobre al menos la mayor y típicamente de cualquiera de las bobinas de detección individuales 207, 209 resultante del campo electromagnético generado por la bobina transmisora 103. Así, la primera bobina de detección 207 y la segunda bobina de detección 209 están acopladas de tal manera que las tensiones inducidas por el campo electromagnético generado por la bobina transmisora 103 se cancelan al menos parcialmente entre sí.

Las bobinas de detección están dispuestas específicamente para corresponder a al menos dos enrollados en los que se generan señales opuestas por la señal de prueba electromagnética cuando no hay objetos extraños presentes. Las señales opuestas pueden así al menos parcialmente cancelarse entre sí y, en consecuencia, el nivel de la señal inducida medida a través del acoplamiento en serie de las bobinas de detección 207, 209 se reducirá y potencialmente será cancelado sustancialmente. Esto puede permitir el uso de intensidades de campo magnético mucho mayores para la detección de objetos extraños. De hecho, en muchas realizaciones y escenarios, la tensión inducida resultante puede (idealmente) deberse únicamente a diferencias en el flujo magnético entre los enrollados. Tales diferencias o asimetrías entre los enrollados pueden ser causadas por objetos extraños y, por lo tanto, se puede lograr una medición más precisa del efecto de un objeto extraño en el campo magnético (y, por ende, en la señal inducida) en muchos escenarios.

Un ejemplo de un arreglo de bobinas de detección se muestra en la Figura 6. En el ejemplo, la primera bobina de detección 207 está formada como un primer enrollado L1 y la segunda bobina de detección 209 está formada como un segundo enrollado L2 acoplado en (anti) serie de tal manera que la tensión combinada de los dos enrollados se compensan entre sí para un campo electromagnético homogéneo. En el ejemplo, las bobinas de detección 207, 209

5 / enrollados L1, L2 están ubicadas opuestas y simétricamente alrededor de un punto central. Además, están formados en un plano y la bobina transmisora 103 está formada adicionalmente en el mismo plano (o al menos en un plano sustancialmente paralelo). En el ejemplo, las bobinas de detección 213 se forman dentro de la bobina transmisora 103. Además, las bobinas de detección 213 están formadas para tener un contorno sustancialmente igual y cubrir una área sustancialmente igual.

10 Como consecuencia, el flujo electromagnético a través de las dos bobinas de detección 213 es sustancialmente el mismo pero en direcciones opuestas. Como consecuencia, la tensión inducida en las dos bobinas de detección 207, 209 es sustancialmente la misma pero con la fase/polaridad opuesta y la tensión combinada sobre las dos bobinas de detección acopladas en serie 213 se cancela a prácticamente cero.

15 Así, las bobinas de detección 207, 209 están dispuestas de tal manera que, en presencia de un campo homogéneo y/o en presencia de un campo electromagnético generado por la bobina transmisora 103 sin la presencia de otros objetos, las señales/tensiones inducidas se cancelan/compensan al menos parcialmente entre sí, resultando idealmente en una tensión combinada cero.

20 La disposición de las Figuras 2 y 6 es tal que una señal inducida de la primera de las dos bobinas de detección tiene una tensión opuesta al de una señal inducida de la segunda de las dos bobinas de detección. Las señales inducidas para las dos bobinas de detección tienen fases opuestas para un campo homogéneo. Las señales inducidas en las dos bobinas de detección tienen fases opuestas. Las dos bobinas de detección están acopladas en serie y en fase opuesta de tal manera que las señales inducidas tienen polaridad opuesta. Estas propiedades existen para un campo homogéneo y para el campo no distorsionado generado por la bobina transmisora 103.

25 Sin embargo, en presencia de un objeto metálico extraño, el campo magnético se distorsionará, resultando típicamente en una asimetría entre el campo para las dos bobinas de detección 207, 209. Típicamente, para un objeto extraño metálico, la señal de prueba electromagnética generada inducirá corrientes de Foucault, lo que resulta en que el objeto extraño genere un campo electromagnético de tal manera que el campo electromagnético combinado se distorsione en relación con el campo de la señal de prueba electromagnética generada. El campo asimétrico resultante dará lugar a que se induzcan señales diferentes en la primera bobina de detección 207 y en la
30 segunda bobina de detección 209, como se indica en la Figura 7. Así, en contraste con la situación en el que no está presente ningún objeto extraño y el flujo a través de las dos bobinas de detección 207, 209 es simétrico, resultando en una tensión combinada sustancialmente cero, la presencia del objeto extraño resulta en una asimetría y, por lo tanto, en una tensión resultante. Esta diferencia en la señal inducida de las dos bobinas de detección 207, 209 puede ser utilizada para detectar la presencia del objeto extraño.

35 En el sistema de la Figura 2, la tensión combinada del par de bobinas de detección 207, 209 se puede medir directamente y utilizarse para realizar una detección de objetos extraños. En algunas realizaciones, se pueden utilizar enfoques más complejos, como acoplar las bobinas de detección en serie con un transformador de tal manera que la corriente a través de las bobinas de detección 207, 209 también fluya a través del enrollado primario del transformador. Así, las bobinas de detección 207, 209 y el enrollado primario pueden ser parte de un circuito en serie a través del cual fluye la corriente inducida en las bobinas de detección 207, 209. El enrollado secundario puede ser acoplado al detector de objetos extraños 205 y, por ejemplo, la corriente a través del segundo enrollado puede ser medida y utilizada como una medida del desbalance entre las señales inducidas en las dos bobinas de
40 detección 207, 209.

45 El desbalance indicado por la señal del balance de inducción, específicamente la tensión de salida, puede ser utilizado como una indicación de que un objeto extraño está presente y específicamente si la señal de un conjunto de bobinas de detección balanceadas cumple con un criterio, como por ejemplo que el valor absoluto exceda un umbral de detección, esto puede considerarse como una indicación de que puede estar presente un objeto extraño.

50 El enfoque puede así implementar una detección de objetos extraños que utiliza conjuntos de bobinas de detección balanceadas 207, 209. En el ejemplo específico, dos bobinas de detección 207, 209 están posicionadas una frente a la otra y en el mismo plano magnético que la bobina transmisora 103. Si tal balanza de inducción se expone a un campo electromagnético de detección simétrico generado por la bobina transmisora 103, la tensión en los terminales de las bobinas de detección 207, 209 es en el caso teórico ideal sustancialmente cero.

55 Si se coloca una pieza metálica en uno de los lados del balance de inducción, como en la Figura 7, la densidad de la señal/campo de prueba electromagnético de detección ya no es simétrica y se puede medir una tensión en los terminales del balance de inducción.

60 En el enfoque, se induce una señal en cada bobina de detección, siendo las bobinas de detección balanceadas que compensan sustancialmente entre sí en caso de un campo homogéneo (como suele ser el caso cuando no hay objeto extraño presente). La salida de las bobinas de detección 207, 209 está acoplada al detector de objetos extraños 205. Así, se inducen señales (por el campo electromagnético generado por la bobina transmisora) en las bobinas de detección 207, 209 y la señal inducida resultante (de diferencia) a través de la salida de las bobinas de
65 detección balanceadas 207, 209 se envía al detector de objetos extraños 205. La señal resultante es entonces

evaluada por el detector de objetos extraños 205. La señal evaluada por el detector de objetos extraños 205 es, por lo tanto, una representación de las señales inducidas en las bobinas de detección 207, 209, y específicamente es la señal compensada de diferencia/suma inducida.

5 El detector de objetos extraños puede estar dispuesto para detectar el objeto extraño en respuesta a una propiedad de una señal inducida de los balances de inducción que cumple con un criterio de detección de objetos extraños.

10 Como se mencionó anteriormente, el transmisor de potencia puede estar dispuesto para controlar la señal de activación para exhibir diferentes parámetros durante los intervalos de tiempo de detección de objetos extraños que durante los intervalos de tiempo de transferencia de potencia. Esto puede ser explotado en particular para reducir el efecto e impacto de la carga en la señal de prueba electromagnética por el receptor de potencia.

15 Se ha propuesto desconectar la carga del receptor de potencia durante intervalos de tiempo cortos de detección de objetos extraños, por ejemplo, mediante la implementación del receptor de potencia con un interruptor que se abre activamente con este propósito. Para niveles de potencia más altos en el rango de kW, esta solución sin embargo no es ideal ya que el interruptor de desconexión introduce pérdidas adicionales y aumenta el costo. De hecho, en algunas aplicaciones de alta potencia, simplemente no es factible implementar tal conmutación, como por ejemplo cuando la carga es un elemento metálico calentado por inducción en el cual las corrientes de Foucault son inducidas directamente por la señal de transferencia de potencia para causar calentamiento.

20 La adaptación de parámetros para las señales de control durante el intervalo de tiempo de detección de objetos extraños en relación con el intervalo de tiempo de transferencia de potencia puede abordar esto y puede utilizarse para mitigar el efecto de la carga del receptor de potencia en la detección de objetos extraños.

25 En muchas realizaciones, el controlador 201 está dispuesto a aumentar la frecuencia de la señal de activación durante los intervalos de tiempo de detección de objetos extraños en comparación con los intervalos de tiempo de transferencia de potencia, y específicamente está dispuesto a establecer la frecuencia de la señal de activación en no menos de un 50 % más alta que la frecuencia de la señal de activación durante el intervalo de tiempo de transferencia de potencia. El conductor 201 puede, en consecuencia, generar la señal de prueba electromagnética para que tenga una frecuencia sustancialmente más alta que la señal de transferencia de potencia.

35 En muchos escenarios, aumentar la frecuencia sustancialmente puede mejorar la detección y reducir el impacto de la carga del receptor de potencia. Por ejemplo, el transmisor de potencia y el receptor de potencia pueden tener circuitos de resonancia formados para la transferencia de potencia, por ejemplo, la bobina transmisora 103 y la bobina receptora 107 pueden ser parte de circuitos de resonancia, por ejemplo, con una frecuencia de resonancia de $f_{res} = 25$ kHz. Aumentar la frecuencia de operación durante el intervalo de detección de objetos extraños (por ejemplo, a 50 kHz) resultará en que el circuito de resonancia del transmisor de potencia opere en un modo inductivo, lo que resultará en una reducción de la corriente en la bobina transmisora 103. Además, la corriente de la bobina receptora también se reduce porque el sistema ya no está sintonizado. Esto reducirá aún más la corriente del transmisor de potencia. El efecto general corresponderá al efecto que resultaría de una carga parcialmente desconectada.

40 En muchas realizaciones, el controlador 201 puede estar dispuesto a reducir la tensión de la señal de activación durante los intervalos de tiempo de detección de objetos extraños en relación con el intervalo de tiempo de transferencia de potencia, y específicamente puede establecer la amplitud de tensión de la señal de activación durante los intervalos de tiempo de detección de objetos extraños para que no sea superior al 50 % (o a menudo al 25 % o incluso al 10 %) de la amplitud de tensión de la señal de activación durante los intervalos de tiempo de transferencia de potencia.

45 La tensión reducida puede generar una señal de prueba electromagnética que tiene una intensidad reducida, y así el campo electromagnético generado durante los intervalos de tiempo de detección de objetos extraños es menor que durante el intervalo de tiempo de transferencia de potencia y la carga por la carga puede reducirse correspondientemente. Esto puede en muchos escenarios permitir una detección mejorada. En algunas realizaciones, la reducción de tensión puede ser una ventaja ya que puede resultar en una desconexión de la carga del receptor de potencia. Por ejemplo, si la tensión se reduce a un cierto nivel, un receptor de potencia que incluye un rectificador y una batería será alimentado por la batería ya que la tensión inducida no es suficiente para que los rectificadores conduzcan. Esto desconectará efectivamente la carga de la señal de prueba electromagnética, lo que puede mejorar el rendimiento de detección de objetos extraños.

50 En muchas realizaciones, el controlador 201 puede estar dispuesto a mantener la amplitud de tensión de la señal de activación constante durante los intervalos de tiempo de detección de objetos extraños. Esto puede resultar en la generación de una señal de prueba electromagnética más homogénea, lo que puede mejorar la detección de objetos extraños basada en bobinas de detección balanceadas 207, 209. Por ejemplo, si la amplitud de tensión varía con el tiempo, la señal de detección variará y, a menos que esta variación pueda ser compensada o tenida en cuenta, la precisión de la detección se verá reducida.

65

En muchas realizaciones, el controlador 201 puede estar dispuesto a generar la señal de activación durante el intervalo de tiempo de detección de objetos extraños con una amplitud de tensión que es constante y al menos un 50 % menor, y una frecuencia al menos un 50 % mayor, que la señal de activación durante el intervalo de tiempo de transferencia de potencia.

5 Como ejemplo, durante el intervalo de tiempo de transferencia de potencia, la señal de activación se genera con una primera frecuencia de operación cercana a la frecuencia de resonancia tanto del transmisor de potencia como del receptor de potencia para transmitir potencia inalámbrica con alta eficiencia.

10 Durante el intervalo de tiempo de detección de objetos extraños, una primera frecuencia de operación de la señal de activación se aleja de la frecuencia de resonancia tanto del transmisor de potencia como del receptor de potencia, hacia una segunda frecuencia de operación más alta. Esta segunda frecuencia de operación más alta de la señal de activación puede fijarse en un valor predeterminado que es al menos un factor de 1.5 mayor que la primera frecuencia de operación, es decir, la frecuencia de la señal de transferencia de potencia.

15 Además, la tensión de la señal de activación Uinv se cambia a una segunda amplitud (por ejemplo, proporcionada por una fuente de tensión diferente) que es constante y menor que durante el intervalo de tiempo de transferencia de potencia.

20 Con la señal de activación teniendo la segunda frecuencia de operación más alta y la segunda amplitud de tensión constante y más baja, la corriente a través de la bobina transmisora 103 se reduce drásticamente y se mantiene constante. Además, debido a que la corriente del controlador está desfasada respecto a la tensión de la señal de activación, el ruido de conmutación se reduce significativamente porque el inversor en la salida del controlador 201 opera en un escenario de conmutación de cero tensión.

25 Un ejemplo de la amplitud de la señal de activación para tal escenario se muestra en la Figura 8, donde la operación durante el intervalo de tiempo de transferencia de potencia se denomina Modo 1 y la operación durante el intervalo de tiempo de detección de objetos extraños se denomina Modo 2. En este ejemplo, la amplitud de tensión también es constante durante el intervalo de tiempo de transferencia de potencia, por ejemplo, debido a que el inversor está alimentado por una fuente de tensión constante.

30 La Figura 9 ilustra un ejemplo correspondiente en el que la amplitud de tensión se varía durante el intervalo de tiempo de transferencia de potencia. Esto puede lograrse, por ejemplo, mediante el suministro al inversor de una tensión que es una tensión de CA rectificadas (pero no suavizada). La tensión de suministro durante los intervalos de tiempo de detección de objetos extraños, que pueden estar sincronizados con los cruces por cero de la señal de CA, se proporciona a través de una fuente de alimentación alternativa que proporciona una tensión sustancialmente constante. Un ejemplo de un circuito que puede generar tal señal de activación se ilustra en la Figura 10. En el circuito, el circuito inversor de salida (M1, M2, Cp1, Cp2) es impulsado por una tensión de red de CA rectificado, excepto cuando la tensión rectificado cae por debajo de una tensión dado (en el ejemplo 48V) de un capacitor de suavizado C3 alimentado por un segundo circuito de suministro (2º Udc). Durante este tiempo, el circuito del inversor es alimentado por el capacitor de suavizado C3 a través de D5, resultando en una tensión de suministro sustancialmente constante y, en consecuencia, en una amplitud de tensión de señal de activación constante.

45 En tales ejemplos, la bobina transmisora 103 genera una señal de prueba electromagnética correspondiente a un campo electromagnético sustancialmente constante para la detección de objetos extraños durante el intervalo de tiempo de detección de objetos extraños, teniendo la señal de prueba electromagnética la segunda frecuencia de operación predeterminada más alta. La amplitud del campo electromagnético de detección de objetos extraños/señal de prueba electromagnética está determinada principalmente por el segundo tensión de salida más bajo del controlador 201. En este caso, una carga no desconectada de un receptor de potencia está efectivamente desintonizada del transmisor de potencia y, por lo tanto, tiene un impacto reducido en el campo electromagnético/señal de prueba electromagnética.

50 En el sistema específico descrito, el transmisor de potencia comprende una pluralidad de bobinas de inducción, es decir, un pluralidad de conjuntos de bobinas de detección balanceadas, y la detección de objetos extraños se realiza en base a las señales de salida de dos o más de estos conjuntos de bobinas de detección balanceadas. Típicamente, la detección de objetos extraños en base a un criterio que considera las señales de todos los conjuntos de bobinas de detección balanceadas.

55 Por ejemplo, como se ilustra en la Figura 11, el transmisor de potencia puede ser generado para incluir tres conjuntos de bobinas de detección balanceadas, con cada conjunto que comprende dos bobinas en forma de cuña. En este ejemplo, la detección de objetos extraños puede medir la señal de salida de cada uno de los tres pares de bobinas de detección balanceadas y utilizar estas señales para realizar una detección de objetos extraños. El criterio exacto utilizado dependerá de las preferencias y requisitos de la realización individual y se describirá con más detalle más adelante.

65

En muchas realizaciones, como de hecho en el ejemplo de la Figura 11, las bobinas de detección balanceadas están ubicadas dentro de la bobina transmisora 103. Esto puede proporcionar típicamente un rendimiento mejorado y, en particular, puede proporcionar una señal/campo de prueba electromagnético que es homogéneo para las diferentes bobinas.

5 En muchas realizaciones, y como se indica en la Figura 2, la salida de todos los balances de inducción/conjuntos de bobinas de detección balanceadas se alimenta al detector de objetos extraños 205, que puede medir las señales de todos los balances de inducción. El detector de objetos extraños 205 puede determinar la tensión y/o la corriente para cada uno de los conjuntos de bobinas de detección balanceadas durante los intervalos de tiempo de detección de objetos extraños, por ejemplo, típicamente se puede determinar la tensión de cada conjunto de bobinas de detección balanceadas y utilizarlo para la detección de objetos extraños.

15 El detector de objetos extraños 205 está dispuesto a aplicar un criterio de detección de objetos extraños a las señales de los balancines de inducción durante los intervalos de tiempo de detección de objetos extraños. Cada una de estas señales se denominará a partir de ahora, por brevedad, señales de detección. El criterio de detección de objetos extraños que comprende al menos dos requisitos que deben cumplirse para que el detector de objetos extraños 205 determine que se ha detectado un objeto extraño.

20 El primer requisito es que al menos una señal de detección indique un desbalance entre las señales inducidas en las dos bobinas de detección que exceda un primer umbral para al menos uno de los conjuntos de bobinas de detección balanceadas. Este requisito puede aplicarse a cada señal de detección independientemente de cualquiera de las otras señales de detección. El primer requisito puede requerir que una señal de detección de al menos un balance de inducción indique un desbalance que exceda un umbral. El desbalance puede ser una indicación de la diferencia entre las señales inducidas en las bobinas de detección del balance de inducción.

25 El primer requisito puede evaluarse determinando un valor de detección a partir de una señal de detección, donde el valor de detección es indicativo de un grado de desbalance entre las señales inducidas en las bobinas de detección. En muchas realizaciones, la amplitud de la corriente y/o de la tensión de las señales de detección es indicativa del desbalance, con una amplitud creciente indicando un desbalance creciente. En consecuencia, en muchas realizaciones, el valor de detección puede ser generado directamente como el valor de amplitud de la señal de detección o como una función creciente monótona de la amplitud. La función monótonamente creciente puede ser una función compleja o puede, por ejemplo, ser un simple escalado o amplificación de la amplitud de la señal de detección.

35 En muchas realizaciones, el primer requisito puede ser simplemente que la amplitud de la señal de detección de al menos un conjunto de bobinas de detección balanceadas supere un umbral de detección. El primer requisito puede ser evaluado considerando cada señal de detección por sí misma y comparando la indicación de desbalance proporcionada por cada señal de detección con un valor umbral.

40 Las bobinas de detección son equivalentes y simétricas con respecto a una translación/rotación. También serán típicamente simétricos y equivalentes con respecto a la bobina transmisora 103 y otras propiedades del sistema de transferencia de potencia. Típicamente, el mismo umbral se aplicará a todos los conjuntos de bobinas de detección balanceadas. Sin embargo, en algunas realizaciones, el umbral de detección puede ser una función de qué conjunto de bobinas de detección balanceadas se está evaluando. Así, en algunas realizaciones, el umbral de detección puede variar y ser diferente para diferentes bobinas de detección, p. ej. para compensar las diferencias en las propiedades físicas de estas o en su relación con la bobina transmisora 103 y la señal de prueba generada.

50 En el enfoque, el criterio de detección de objetos extraños puede incluir un primer requisito que indica que hay un desbalance para al menos un conjunto de bobinas de detección balanceadas. Como se describió anteriormente, tal desbalance puede ser causado por la presencia de un objeto extraño, y por lo tanto, el primer requisito que se cumple es un fuerte indicador de que puede haber un objeto extraño presente.

55 Sin embargo, en el enfoque, el criterio de detección de objetos extraños no solo incluye este requisito y no se considera que haya ocurrido una detección de objeto extraño simplemente porque una de las señales de detección indica un desbalance (suficientemente) alto. Más bien, además, se requiere cumplir con un segundo requisito que considera las señales de detección (o al menos algunas de ellas) en conjunto.

60 De hecho, el criterio de detección de objetos extraños caracteriza porque el segundo requisito que un número, en adelante para abreviar también referido como el número de detección, de señales del conjunto de bobinas de detección balanceadas que indican un desbalance entre las señales inducidas en las dos bobinas de detección del conjunto de bobinas de detección balanceadas que exceden un segundo umbral es menor que un número umbral que es al menos dos.

65 El segundo requisito incluye una evaluación de cuántas de las señales de detección indican un desbalance que es superior a un segundo umbral. Esta evaluación puede realizarse como para el primer requisito, por ejemplo, la amplitud de la señal puede compararse con un umbral, y se puede determinar si la amplitud excede el umbral. En

cuanto al primer requisito, el segundo requisito puede depender de qué conjunto de bobinas de detección balanceadas se esté evaluando y, por lo tanto, puede ser diferente para diferentes conjuntos.

5 El número de balanzas de inducción para las cuales el desbalance excede el umbral puede ser determinado y el segundo requisito solo se cumple si este número es menor que el número umbral, es decir, si menos que el número umbral de balanzas de inducción indican un desbalance por encima del segundo umbral.

10 En muchas realizaciones, el primer y el segundo umbral pueden ser los mismos y el proceso de evaluar el primer requisito también puede proporcionar directamente los datos que permiten la determinación del número de detección.

15 El número de detección puede así ser comparado con el número umbral y solo si el número de detección es menor que el número umbral se cumplirá el segundo requisito y, por lo tanto, se cumplirá el criterio de detección de objetos extraños.

20 En consecuencia, de acuerdo con el enfoque, el primer requisito cumplido puede verse como una indicación de que probablemente se ha detectado un objeto extraño, pero esta determinación puede ser anulada por el segundo requisito en caso de que el número de balances de inducción para los cuales este es el caso no esté por debajo de un número umbral. De hecho, la detección de objetos extraños que puede considerarse que ocurre si uno de los conjuntos de bobinas de detección balanceadas detecta un desbalance puede ser anulada si este es el caso para un número suficientemente grande de los conjuntos de bobinas de detección balanceadas.

25 En muchas realizaciones, el número umbral puede ser no menor que tres y/o el número umbral puede ser igual al número de conjuntos de bobinas de detección balanceadas en la pluralidad de conjuntos de bobinas de detección balanceadas.

30 Por ejemplo, para el ejemplo de la Figura 11, en el que el transmisor de potencia comprende tres balanzas de inducción, el segundo requisito puede utilizar un número umbral de tres, resultando en que cualquier indicación de detección de objeto extraño, al evaluar cada una de las señales de detección por separado, será anulada si todas las señales de detección indican un desbalance suficientemente alto. En este caso, el detector de objetos extraños 205 no detectará que un objeto extraño está presente.

35 El enfoque puede proporcionar un rendimiento mejorado en muchas realizaciones y escenarios y puede reducir sustancialmente el número de detecciones falsas de objetos extraños que pueden ocurrir en base a la detección de equilibrio. En particular, los Inventores han dado cuenta de que en muchos escenarios, el efecto de un objeto extraño en los conjuntos de bobinas de detección balanceadas puede separarse de otros eventos o causas al considerar no solo las señales individuales de los conjuntos de bobinas de detección balanceadas, sino también considerando cómo se relacionan entre sí. Así, al incluir una consideración más global/holística, se pueden evitar muchas detecciones falsas de objetos extraños. Los inventores se han dado cuenta, en particular, de que el enfoque puede permitir una diferenciación entre escenarios en el que está presente un objeto extraño y escenarios en el que un dispositivo o aparato que comprende o forma el receptor de potencia se mueve en relación con el transmisor de potencia (y específicamente la bobina transmisora 103 y las bobinas de detección).

45 En muchas realizaciones, una operación particularmente eficiente puede lograrse porque el número umbral sea igual al número de conjuntos de bobinas de detección balanceadas. El segundo requisito puede en algunas realizaciones anular únicamente la detección de objetos extraños del primer requisito si todas las señales de detección indican un desbalance suficientemente alto. Esto puede proporcionar una detección de objetos extraños más confiable en algunas realizaciones, con un mayor peso hacia la detección de la presencia de detecciones de objetos extraños, es decir, con un sesgo hacia la detección. Puede limitar la anulación para que solo se active si están presentes objetos que sean lo suficientemente grandes como para afectar todos los balances de inducción, es decir, los dispositivos más pequeños pueden considerarse objetos extraños. Dado que el dispositivo receptor de potencia no solo está presente, sino que también está cerca de la bobina transmisora 103 (y específicamente típicamente en el centro de esta) durante la transferencia de potencia, es poco probable que un objeto extraño pueda ser posicionado de tal manera que afecte sustancialmente todos los conjuntos de bobinas de detección balanceadas, y por lo tanto, es muy poco probable que un desbalance en todos los conjuntos de bobinas de detección balanceadas sea causado por algo más que un movimiento del dispositivo receptor de potencia. Tales restricciones pueden ser enfatizadas además por, por ejemplo, las propiedades geométricas de las bobinas de detección y la bobina transmisora 103.

60 De manera similar, en comparación con el uso de un número umbral de dos, el uso de un número umbral de tres puede proporcionar algunas ventajas particulares. Específicamente, aunque puede ser posible o incluso probable que un objeto extraño pueda ser posicionado de tal manera que cause un desbalance en dos conjuntos de bobinas de detección balanceadas (por ejemplo, si se posiciona a través del área de dos bobinas de detección para diferentes conjuntos de bobinas de detección balanceadas), es mucho menos probable que sea posible posicionar un objeto extraño de tal manera que tenga un fuerte impacto en tres conjuntos de bobinas de detección balanceadas. De hecho, esto típicamente requeriría que el objeto extraño se extendiera a través de tres bobinas de

65

detección diferentes, lo cual en muchas aplicaciones sería muy poco probable (o incluso imposible) dado la necesidad de que un receptor de potencia esté presente para que ocurra la transferencia de potencia.

5 En algunas realizaciones, el criterio de detección de objetos extraños incluye un tercer requisito en el que la señal de al menos uno de la pluralidad de balances de inducción que muestra un desbalance que excede un primer umbral de detección de objetos extraños dado no excede un segundo umbral que es más alto que el primer umbral de detección de objetos extraños, y típicamente puede ser un umbral de amplitud que no es menos de 2, 3, 5 o 10 veces más alto que el primer umbral de detección de objetos extraños. Así, si el desbalance es mayor que un nivel dado, se puede considerar que hay un objeto extraño presente a menos que sea tan alto que se supere el segundo umbral.

10 Tal enfoque puede, por lo tanto, detectar objetos extraños por el desbalance que causan en las balanzas de inducción. Sin embargo, si el desbalance causado es extremadamente alto, es más probable que sea causado por el movimiento del receptor de potencia en lugar de la presencia de un objeto extraño.

15 Así, en el ejemplo, la detección de un objeto extraño puede ser anulada no solo por un segundo requisito de que el desbalance no debe afectar a múltiples balances de inducción, sino también por un tercer requisito de que el desbalance no debe ser excesivamente grande.

20 Por ejemplo, si la señal de desbalance no solo se vuelve mayor que el primer umbral, sino que la amplitud de la señal de desbalance se vuelve incluso mayor que un segundo umbral más alto, se puede suponer que esto se debe a que un receptor se ha movido. Esto puede, por ejemplo, en lugar de causar un resultado de detección de objetos extraños, resultar en una recalibración de la detección de objetos extraños a la nueva posición del receptor de potencia.

25 Se apreciará que un enfoque de detección de objetos extraños en el que el criterio de detección de objetos extraños incluya el tercer requisito pero no el segundo requisito sería factible y proporcionaría un rendimiento ventajoso en muchos sistemas y en muchos escenarios.

30 En muchas realizaciones, el transmisor de potencia de la Figura 2 además comprende un compensador 211 que está dispuesto para compensar la señal de uno, más, y típicamente de todos los conjuntos de bobinas de detección balanceadas por un desbalance entre las señales inducidas en las dos bobinas de detección cuando no hay un objeto extraño presente. En algunas realizaciones, la compensación puede ser una compensación estática que, por ejemplo, compensa las diferencias en las propiedades geométricas de diferentes bobinas de detección en el mismo conjunto de bobinas de detección balanceadas. Sin embargo, en la mayoría de las realizaciones, el compensador 35 211 está dispuesto para realizar una compensación dinámica en el que el valor de compensación puede ser adaptado durante la operación, como por ejemplo cuando ocurren eventos específicos.

40 En la práctica, las bobinas de detección 207, 209 pueden generarse para ser lo más idénticas posible y pueden diseñarse para cancelar las señales inducidas tanto como sea posible. Sin embargo, en la práctica, se ha encontrado que tiende a haber cierta asimetría y diferencias en los parámetros de las bobinas de detección 207, 209, así como posiblemente en el entorno electromagnético, incluso en presencia de ningún objeto extraño. Además, la asimetría y el desbalance pueden en muchos escenarios resultar en una tensión combinada sobre las bobinas de detección 207, 209 que esté en el mismo orden de magnitud que la tensión causada por algunos objetos 45 extraños que se desean detectar. Por lo tanto, incluso el uso de bobinas de inductancia/detección equilibradas puede, en algunas realizaciones, resultar en un rendimiento de detección difícil o menos que ideal.

50 El compensador 211 puede estar dispuesto para compensar las señales midiendo un valor durante un intervalo de tiempo de detección de objetos extraños en el que se asume que no hay ningún objeto extraño presente, es decir, las señales resultantes de la señal de prueba pueden determinarse cuando se asume que no hay ningún objeto extraño presente. Esto puede, por ejemplo, indicarse mediante una detección de objeto extraño adecuada que no haya resultado en la detección de un objeto extraño, o puede considerarse el caso en respuesta a un input específico del usuario que indique que no hay objeto extraño presente. Por ejemplo, el usuario puede presionar un botón para inicializar una medición de calibración/compensación. En algunos casos, la medición de compensación 55 puede realizarse cuando se detecta un nuevo dispositivo receptor de potencia y cuando el usuario que posiciona el nuevo dispositivo receptor de potencia en el transmisor de potencia indica que ha verificado que no hay objetos extraños presentes.

60 En base a la medición del desbalance (que refleja la señal de los conjuntos de bobinas de detección balanceadas cuando no hay objeto extraño presente), se pueden determinar y aplicar valores de compensación a cada una de las señales. Normalmente, el valor de compensación puede ser el opuesto del desbalance medido. Por ejemplo, la amplitud de tensión o corriente de las señales de salida de los conjuntos de bobinas de detección balanceadas puede ser medida cuando no hay ningún objeto extraño presente. Posteriormente, esta amplitud medida puede ser restada de la amplitud medida de las señales de los conjuntos de bobinas de detección balanceadas para generar 65 amplitudes de señal compensadas. Estas amplitudes de señal compensadas pueden ser utilizadas en la evaluación del criterio de detección de objetos extraños en lugar de las amplitudes medidas de las señales.

El compensador 211 puede generar específicamente un valor de compensación que desplace (tenga la fase/polaridad opuesta) del valor de señal de un conjunto de bobinas de detección balanceadas medidas cuando no se asume que está presente un objeto extraño.

5 En algunas realizaciones, la compensación puede no ser un único valor, como una corriente de compensación o una amplitud de tensión, sino que puede ser una señal de compensación, como por ejemplo una con la misma amplitud que la señal medida pero con fase opuesta (cancelando así la señal de desbalance). Por ejemplo, se puede generar una señal de compensación que tenga una frecuencia igual a la señal medida (y, por lo tanto, igual a la señal de prueba electromagnética). La fase y/o la amplitud pueden establecerse en valores que proporcionen la
10 compensación deseada.

En algunas realizaciones, la fase y/o la amplitud pueden ser valores predeterminados. Por ejemplo, durante la fabricación o el diseño, se puede estimar la asimetría entre las bobinas de detección con respecto a la señal de prueba electromagnética generada (en base a un análisis teórico y/o mediciones) y se pueden determinar valores de parámetros de señal de activación de compensación adecuados. Estos pueden aplicarse durante los intervalos de
15 tiempo de detección de objetos extraños.

En muchas realizaciones, el circuito de compensación 1103 puede, sin embargo, estar dispuesto a adaptar dinámicamente un parámetro de la señal de compensación y específicamente puede estar dispuesto a adaptar, por
20 ejemplo, la amplitud de tensión y/o la fase de una señal de compensación.

La compensación puede en muchas realizaciones proporcionar una mejor detección de objetos extraños. De hecho, incluso si las bobinas de detección 207, 209 estuvieran perfectamente equilibradas y/o perfectamente caracterizadas durante una fase de fabricación, el campo electromagnético y, por lo tanto, las señales inducidas también
25 dependerán del entorno específico y, en particular, tenderán a variar en función de, por ejemplo, qué aparato receptor de potencia se use y exactamente dónde esté posicionado. Por lo tanto, poder adaptar dinámicamente la compensación y calibrarla específicamente al entorno electromagnético actual puede mejorar sustancialmente el rendimiento. La compensación puede ser útil para mitigar o reducir los desbalances entre las bobinas de detección y/o el entorno que las rodea. Esto puede proporcionar un rendimiento mejorado en muchos escenarios y puede
30 proporcionar específicamente una detección de objetos extraños más precisa.

Como ejemplo, se puede considerar la disposición de la Figura 12 para un sistema en el que la detección de objetos extraños en base a medir las amplitudes de tensión U_{fod} de conjuntos de bobinas de detección balanceadas, cada una que comprende dos bobinas de detección (L1, L2), (L3, L4) y (L5, L6).
35

En este ejemplo, antes de iniciar la transferencia de potencia, se puede realizar una calibración dinámica del sistema de detección de objetos extraños para compensar/eliminar los desplazamientos originales de las tensiones U_{fod} (L1 - L2), U_{fod} (L3 - L4) y U_{fod} (L5 - L6). Estas tensiones de desplazamiento pueden ser debidos a un campo H de detección no homogéneo. En el ejemplo, las bobinas de la bobina transmisora 103 no están completamente montadas de manera simétrica circular sobre el soporte de la bobina. En este ejemplo, el balance de inducción L3 - L4 y L5 - L6 capturan más o menos el mismo campo H de detección homogéneo. Sin embargo, el campo magnético capturado por el balance de inducción L1 - L2 no es homogéneo debido al diseño de cableado local de la bobina transmisora 103 debajo de la bobina L2. Para esta condición, se puede aplicar calibración activa mediante la compensación de la tensión U_{fod} (L1 - L2) del balance de inducción L1 - L2 con una señal U_{comp} (L1 - L2) con la amplitud y fase correctas con respecto a la tensión U_{Tx} .
45

La Figura 13 muestra otra causa de tensiones de desplazamiento. Si un dispositivo/aparato receptor de potencia 1301 está posicionado en el área activa del transmisor de potencia con una desalineación, se espera que el campo H detectado de la bobina transmisora 103 esté aún más distorsionado y que se vuelva no homogéneo, especialmente si el aparato incluye partes metálicas.
50

En este ejemplo, también se puede realizar una calibración de compensación activa. Debido al tamaño del dispositivo 1301 con respecto al tamaño del área activa, es plausible que la distribución del campo H de detección de la bobina transmisora 103 se vuelva no homogénea sobre una gran área, y probablemente sobre toda el área. Como resultado, los tres balances de inducción se ven afectados y generan señales con un desplazamiento. En esta situación, se pueden determinar y aplicar tres tensiones de desplazamiento independientes U_{comp} (L1 - L2), U_{comp} (L3 - L4) y U_{comp} (L5 - L6) a las tres balanzas de inducción respectivamente, cada uno de estos con la amplitud y fase correctas con respecto a la señal de desbalance inducida por tensión.
55

En el ejemplo de la Figura 14, un objeto extraño FO se coloca en el área activa después de que se ha realizado la calibración activa y con las compensaciones aplicadas. Debido a su ubicación en el área activa, se espera que el campo H de detección de la bobina transmisora 103 se vuelva no homogéneo cerca de los balances de inducción L1 - L2 y L5 - L6. Como resultado, aparece una tensión de detección en los terminales de ambos balances de inducción, lo que lleva a que se cumpla el primer requisito del criterio de detección de objetos extraños. Sin embargo, es poco probable que el objeto extraño cause un desbalance en el tercer equilibrio de inducción L3-L4 y si el número umbral se establece en el número de equilibrios de inducción, es decir, en tres, también se cumple el
60
65

segundo requisito. Así, el detector de objetos extraños 205 determina que se ha detectado un objeto extraño. Así, como se ilustra, el sistema de balance de triple inducción es capaz de detectar un objeto extraño, incluso si un aparato desalineado se encuentra sobre el área activa.

5 En el ejemplo de la Figura 15, no hay objeto extraño, sino que el aparato 1301 ha sido movido de su posición original en el área activa. Este desplazamiento resulta en un cambio en la distribución del campo H de detección de la bobina transmisora 103 (es decir, el campo de prueba) sobre toda el área de detección. Si el sistema de balance de inducción triple está correctamente calibrado antes de este desplazamiento, esto resultará en que la condición de equilibrio para los tres balances de inducción se vea afectada y se genere una tensión de detección para los tres
10 balances de inducción. En este caso, se cumplirá el primer requisito de la detección de objetos extraños, y así se activará la indicación inicial de que puede estar presente un objeto extraño. Sin embargo, no se cumple el segundo requisito, ya que los tres balances de inducción muestran un desbalance sustancial/ señal de detección. En consecuencia, la primera indicación es anulada y el detector de objetos extraños 205 no genera una detección de un objeto extraño. Así, se puede evitar la detección de objetos extraños falsos positivos.

15 El compensador 211 puede estar dispuesto a actualizar/adaptar/calibrar la compensación en diferentes momentos y en diferentes situaciones en función de las preferencias y requisitos de la realización individual. En muchas realizaciones, el compensador 211 puede estar dispuesto para iniciar una adaptación de la compensación cuando se detecta que un nuevo aparato receptor de potencia está posicionado sobre el transmisor de potencia. Esto puede permitir que la compensación no solo se adapte a las propiedades estáticas, sino también, por ejemplo, a la posición del dispositivo receptor de potencia en el transmisor de potencia.

20 En algunas realizaciones, el compensador 211 está dispuesto para iniciar una adaptación de la compensación en respuesta a que se cumpla el segundo requisito del criterio de detección de objetos extraños. Así, si se detecta un desbalance por más de un número umbral de balances de inducción, y a menudo si se detecta un desbalance para todos los balances de inducción, entonces el compensador 211 puede iniciar una nueva adaptación de la compensación. Específicamente, los nuevos valores de las señales (por ejemplo, amplitud y fase de la tensión y/o corriente) de los diferentes balances de inducción pueden medirse y utilizarse como las nuevas señales de compensación en el futuro.

25 Como se describió anteriormente, un desbalance que afecta a todos los balances de inducción probablemente se deba a un cambio de posición del receptor de potencia en lugar de la presencia de un objeto extraño. De manera similar, un desbalance que es extremadamente alto (superior al segundo umbral, es decir, si se cumple el tercer criterio) puede indicar que el receptor de potencia se ha movido en lugar de que esté presente un objeto extraño. En consecuencia, la adaptación de la compensación puede permitir una mejor detección de objetos extraños, ya que puede adaptarse a la nueva posición, permitiendo una medición más precisa de los posibles desbalances causados por un objeto extraño.

30 En algunas realizaciones, el compensador 211 puede estar dispuesto para adaptar la transferencia de potencia en respuesta a la adaptación de la compensación. En algunas realizaciones, el compensador 211 puede estar dispuesto para reducir o limitar un nivel de potencia de la señal de transferencia de potencia en respuesta a la detección de que la compensación requiere valores de compensación que cumplen con un criterio. El criterio puede corresponder específicamente a un criterio en el que uno o más de los valores de compensación determinados (específicamente una amplitud) excede un umbral. Si se cumple el umbral, indica que al menos un desbalance es mayor que un umbral dado. Esto puede deberse a la presencia de un objeto extraño y, por lo tanto, el nivel de potencia puede verse reducido. En muchos escenarios, puede ocurrir un alto desbalance debido a que la posición del dispositivo receptor de potencia se desvía sustancialmente de la posición centralizada ideal. Esto puede impedir la transferencia de potencia y reducir la eficiencia, etc. El nivel de potencia puede ser reducido en consecuencia. Esto puede ser a menudo notable para el usuario, o de hecho se puede proporcionar una indicación dedicada al usuario, y esto puede hacer que el usuario a menudo reposicione el dispositivo receptor de potencia.

35 En muchas realizaciones, la reducción en el nivel de potencia puede ser específicamente una terminación o una prevención de una transferencia de potencia. Por ejemplo, si el compensador 211 durante una inicialización de una transferencia de potencia detecta que los valores de compensación indican un desbalance para uno o más de los balances de inducción que está por encima de los umbrales de detección, la inicialización puede ser terminada y el compensador 211 puede impedir que el transmisor de potencia entre en la fase de transferencia de potencia. Si el transmisor de potencia ya está en la fase de transferencia de potencia, esto puede ser terminado. Así, los valores de compensación pueden ser utilizados para detectar si las condiciones de operación actuales son aceptables, como específicamente si el dispositivo receptor de potencia está situado adecuadamente en el área activa del transmisor de potencia.

40 En algunas realizaciones, el transmisor de potencia puede estar dispuesto para adaptar un parámetro de funcionamiento en respuesta a la detección de que se cumple la condición del segundo requisito del criterio de detección de objetos extraños.

65

5 El parámetro de funcionamiento puede ser un parámetro de funcionamiento de la transferencia de potencia, como un nivel de potencia, una frecuencia, un ciclo de trabajo, una duración de los intervalos de tiempo de transferencia de potencia, etc. Específicamente, de manera similar a la detección de que los valores de compensación determinados al adaptar la compensación indican un desbalance, la detección de que se cumple el segundo requisito puede resultar en una reducción del nivel de potencia. Por ejemplo, se puede emplear un nivel máximo de potencia para la transferencia de potencia y este nivel máximo de potencia puede ser reducido si se cumple el segundo requisito.

10 Como se mencionó anteriormente, el segundo requisito puede considerarse como una indicación de que es probable que el aparato receptor de potencia haya sido movido, lo que puede llevar a diferentes condiciones de funcionamiento. El detector de objetos extraños 205 puede en este caso reducir el nivel de potencia para garantizar una operación segura y confiable, y de hecho puede, como un caso específico, incluso terminar la transferencia de potencia. El receptor de potencia puede entonces proceder a entrar en un modo operativo donde la transferencia de potencia completa se logra gradualmente a medida que el sistema se adapta a las nuevas condiciones de operación (por ejemplo, se puede utilizar una operación de control de potencia lenta o se puede realizar una reinicialización completa de la transferencia de potencia si la transferencia de potencia en curso fue terminada).

15 En algunas realizaciones, el parámetro que se adapta puede ser un parámetro de funcionamiento de la detección de objetos extraños, y específicamente puede ser un parámetro del primer requisito, del segundo requisito, o de ambos.

20 La adaptación de los valores de compensación si se cumple el segundo requisito es un ejemplo de tal adaptación, ya que la aplicación de los valores de compensación forma parte de la evaluación tanto del primer como del segundo requisito (dado que las comparaciones de ambos pueden basarse en los valores de señal después de la compensación).

25 Como otro ejemplo, en muchas realizaciones, los umbrales de detección utilizados para el primer y/o el segundo requisito pueden ser adaptados cuando se ha detectado que se cumple el segundo criterio.

30 Por ejemplo, en algunas realizaciones, el detector de objetos extraños 205 puede comenzar con un valor predeterminado para el umbral para el primer requisito. A medida que se lleva a cabo la transferencia de potencia y no se detectan objetos extraños y, por ejemplo, los valores de desbalance detectados son sustancialmente menores que el umbral predeterminado, el umbral puede reducirse gradualmente para hacer la detección más sensible a objetos extraños más pequeños. Sin embargo, si se cumple el segundo requisito, el umbral puede ser devuelto al umbral predeterminado para reflejar la incertidumbre de las condiciones exactas para la nueva posición. El mismo enfoque se puede utilizar para el segundo requisito.

35 En algunas realizaciones, los requisitos pueden incluir un cálculo o procesamiento de los valores de señal y el detector de objetos extraños 205 puede estar dispuesto a adaptar el cálculo o procesamiento cuando se cumple el segundo requisito, y así cuando se detecta un posible movimiento del aparato receptor de potencia.

40 En algunas realizaciones, el adaptador 213 puede estar más generalmente dispuesto para adaptar un parámetro de funcionamiento de la transferencia de potencia en respuesta a desbalances entre las señales inducidas en las bobinas de detección de los balances de inducción, y específicamente para al menos dos balances de inducción. Por ejemplo, la adaptación de los parámetros de funcionamiento descrita anteriormente no necesariamente debe ser en respuesta a la misma detección que la utilizada en la detección de objetos extraños. Por ejemplo, en algunas realizaciones, se pueden aplicar diferentes umbrales para determinar si se realiza una adaptación de la operación de detección de objetos extraños que los utilizados para la evaluación real de detección de objetos extraños.

45 En muchas realizaciones, el adaptador 213 puede estar dispuesto para adaptar un parámetro de la transferencia de potencia de tal manera que el nivel de potencia pueda ser reducido si una medida de desbalance para los balances de inducción excede un nivel dado. La medida de desbalance puede ser determinada, por ejemplo, como un promedio o suma de desbalance o un desbalance máximo.

50 En algunas realizaciones, el transmisor de potencia puede que comprenda un receptor 215 que está dispuesto para recibir datos del receptor de potencia. En tales realizaciones, el receptor de potencia puede estar dispuesto para transmitir datos de propiedades físicas al transmisor de potencia, donde los datos de propiedades físicas son indicativos de una o más propiedades físicas, y específicamente de propiedades físicas extensivas, del receptor de potencia. Por ejemplo, los datos de propiedades físicas pueden ser indicativos de un tamaño, extensión, dimensión, etc. del dispositivo receptor de potencia. Los datos de propiedades físicas pueden ser, por lo tanto, indicativos de una propiedad extensiva espacial del dispositivo receptor de potencia. En algunas realizaciones, los datos de propiedades físicas pueden ser alternativamente o adicionalmente indicativos de una extensión espacial o, por ejemplo, de la cantidad de material conductor (metal) que forma parte del dispositivo receptor de potencia.

55 En tales realizaciones, los datos de propiedades físicas pueden ser alimentados al adaptador 213 que puede estar dispuesto para adaptar un parámetro de funcionamiento de la detección de objetos extraños en respuesta a los datos de propiedades físicas. El parámetro de funcionamiento puede ser específicamente un parámetro del primer requisito y/o un parámetro del segundo requisito. El parámetro puede ser específicamente el umbral de detección

para los requisitos y/o un parámetro de una función o algoritmo utilizado para determinar el valor con el cual se compara el umbral de detección.

5 El enfoque puede ser particularmente ventajoso para adaptar el segundo requisito. Por ejemplo, para dispositivos de recepción de pequeña potencia, el movimiento del dispositivo puede no resultar en desbalances significativos en todos los balances de inducción. Además, un pequeño dispositivo receptor de potencia puede permitir la presencia de un gran objeto extraño, y por lo tanto podría potencialmente estar posicionado de tal manera que podría crear un desbalance en todos los equilibradores de inducción que posiblemente podría ser comparable al resultado de un desalineamiento del dispositivo receptor de potencia. En contraste, para un dispositivo receptor de potencia
10 suficientemente grande, se puede asegurar que la desalineación y el movimiento afectan a todos los balances de inducción y que el dispositivo es tan grande que cualquier objeto extraño será demasiado pequeño para tener un efecto significativo en todos los balances de inducción. En tales casos, el segundo requisito puede ser desactivado (por ejemplo, estableciendo el umbral de detección a un valor que no puede ocurrir) si los datos de propiedad física indican un dispositivo receptor de potencia con un tamaño menor que un tamaño predeterminado dado, y puede ser
15 activado para los datos de propiedad física que indican un tamaño mayor que el tamaño predeterminado.

Los datos de propiedades físicas pueden en algunas realizaciones además o alternativamente ser utilizados para adaptar la compensación. Por ejemplo, una adaptación de la compensación para determinar los valores de compensación solo puede llevarse a cabo si los datos de propiedad física indican que el dispositivo receptor de potencia que comprende más de una cantidad determinada de metal.
20

En algunas realizaciones, el controlador de potencia 203 está dispuesto a generar una indicación de cambio de posición en respuesta a que se cumpla el segundo requisito. El cumplimiento del segundo criterio puede, como se describió previamente, considerarse una indicación de que es probable que el dispositivo receptor de potencia se haya movido en lugar de que haya un objeto extraño presente. En algunas realizaciones, el cumplimiento del segundo requisito puede (posiblemente de manera independiente de la evaluación del primer requisito) utilizarse para indicar que se ha detectado un movimiento del receptor de potencia.
25

La indicación de movimiento puede ser utilizada para diferentes cosas en distintas realizaciones. En algunas realizaciones, se puede utilizar para generar una indicación al usuario, como una alarma de audio, que indique al usuario que el dispositivo receptor de potencia se ha movido y que posiblemente deba ser movido (por el usuario) de vuelta a una posición óptima para la carga.
30

En otras realizaciones, la indicación de movimiento puede ser utilizada para adaptar un parámetro de funcionamiento de la transferencia de potencia, como un nivel máximo de transferencia de potencia. Por ejemplo, si se detecta un movimiento, el nivel de potencia puede limitarse a un límite de potencia más bajo inmediatamente después de la detección. El nivel de potencia puede luego aumentarse gradualmente para la nueva situación de operación, asegurando que la transferencia de potencia sea confiable y segura (por ejemplo, asegurando que no se detecten objetos extraños durante un período prolongado).
35

En algunas realizaciones, la indicación de movimiento puede ser utilizada para indicar un cambio en el lazo de control de potencia. Por ejemplo, se puede adaptar la ganancia del lazo, la respuesta del filtro de lazo o la constante de tiempo del lazo. Por ejemplo, durante el funcionamiento normal, el rendimiento del lazo puede haber sido optimizado para el escenario operativo actual al adaptar lentamente la ganancia del lazo mientras se asegura la estabilidad del lazo. Si el receptor de potencia se mueve rápidamente, el cambio en el factor de acoplamiento puede resultar en un comportamiento del lazo sustancialmente cambiado y esto puede resultar potencialmente en inestabilidad para los parámetros actuales del lazo. En consecuencia, el controlador de potencia 203 puede, cuando se genera la indicación de movimiento, cambiar la ganancia del lazo a un valor seguro y predeterminado que garantiza la estabilidad para todos los factores de acoplamiento. El sistema puede entonces comenzar nuevamente una adaptación del lazo (y específicamente la ganancia del lazo) para proporcionar, por ejemplo, una respuesta más rápida del lazo mientras asegura la estabilidad para las condiciones actuales.
40
45
50

Se apreciará que la descripción anterior, para mayor claridad, ha descrito realizaciones de la invención con referencia a diferentes circuitos funcionales, unidades y procesadores. Sin embargo, será evidente que se puede utilizar cualquier distribución adecuada de funcionalidad entre diferentes circuitos funcionales, unidades o procesadores sin detrimento de la invención. Por ejemplo, la funcionalidad ilustrada para ser realizada por procesadores o controladores separados puede ser realizada por el mismo procesador o controladores. Por lo tanto, las referencias a unidades funcionales o circuitos específicos deben verse solo como referencias a medios adecuados para proporcionar la funcionalidad descrita en lugar de ser indicativas de una estructura u organización lógica o física estricta.
55
60

La invención puede ser implementada en cualquier forma adecuada, incluyendo hardware, software, firmware o cualquier combinación de estos. La invención puede implementarse opcionalmente al menos en parte como software informático que se ejecuta en uno o más procesadores de datos y/o procesadores de señales digitales. Los elementos y componentes de una realización de la invención pueden ser implementados física, funcional y lógicamente de cualquier manera adecuada. De hecho, la funcionalidad puede ser implementada en una sola
65

unidad, en una pluralidad de unidades o como parte de otras unidades funcionales. Como tal, la invención puede ser implementada en una sola unidad o puede estar distribuida física y funcionalmente entre diferentes unidades, circuitos y procesadores.

5 Aunque la presente invención ha sido descrita en conexión con algunas realizaciones, no se pretende que esté limitada a la forma específica expuesta aquí. Más bien, el ámbito de la presente invención está limitado únicamente por las reivindicaciones adjuntas. Además, aunque una característica puede parecer ser descrita en conexión con realizaciones particulares, un experto en la técnica reconocerá que varias características de las realizaciones descritas pueden combinarse de acuerdo con la invención. En las reivindicaciones, el término que comprende no
10 excluye la presencia de otros elementos o pasos.

Se apreciará que la referencia a un valor preferido no implica ninguna limitación más allá de ser el valor determinado en el modo de inicialización de detección de objetos extraños, es decir, es preferido por virtud de haber sido determinado en el proceso de adaptación. Las referencias a un valor preferido podrían ser sustituidas por referencias a, por ejemplo, un primer valor.
15

Además, aunque se enumeran individualmente, una pluralidad de medios, elementos, circuitos o pasos de procedimiento pueden ser implementados por, por ejemplo, un único circuito, unidad o procesador.

20 Por lo tanto, las referencias a "un", "una", "primero", "segundo", etc. no excluyen una pluralidad. Los signos de referencia en las reivindicaciones se proporcionan únicamente como un ejemplo aclaratorio y no deben interpretarse como una limitación del ámbito de las reivindicaciones de ninguna manera.

25

30

35

40

45

50

55

60

65

REIVINDICACIONES

- 5 1. Un transmisor de potencia (101) para proporcionar potencia de forma inalámbrica a un receptor de potencia (105) a través de una señal de transferencia de potencia inductiva; comprendiendo el transmisor de potencia (101):
- una bobina transmisora (103);
 un controlador (201) para generar una señal de activación para la bobina transmisora (103);
 una pluralidad de conjuntos de bobinas de detección balanceadas (207, 209) acopladas en serie,
 10 comprendiendo cada conjunto de bobinas de detección balanceadas (207, 209) dos bobinas de detección simétricas dispuestas de tal manera que las señales inducidas en las dos bobinas de detección por un campo electromagnético generado por la bobina transmisora (103) se compensan entre sí;
 un detector de objetos extraños (205) acoplado a la pluralidad de conjuntos de bobinas de detección balanceadas (207, 209) y dispuesto para realizar la detección de objetos extraños durante el intervalo de
 15 tiempo de detección de objetos extraños, estando dispuesto el detector de objetos extraños (205) para detectar un objeto extraño en respuesta a señales de la pluralidad de conjuntos de bobinas de detección balanceadas (207, 209) que cumplen con un criterio de detección de objetos extraños, incluyendo el criterio de detección de objetos extraños:
 un primer requisito en que una señal de al menos uno de la pluralidad de conjuntos de bobinas de
 20 detección balanceadas (207, 209) indica un desbalance entre las señales inducidas en las dos bobinas de detección de al menos uno de la pluralidad de conjuntos de bobinas de detección balanceadas (207, 209) que supera un primer umbral; en el que el transmisor de potencia está caracterizado por:
- el controlador (201) que está dispuesto para generar la señal de activación para la bobina transmisora
 25 (103) para generar la señal de transferencia de potencia durante al menos un intervalo de tiempo de transferencia de potencia de un marco de tiempo repetitivo y para generar la señal de activación para la bobina transmisora (103) para generar una señal de prueba electromagnética durante al menos un intervalo de tiempo de detección de objetos extraños del marco de tiempo repetitivo y por
 el criterio de detección de objetos extraños que incluye además un segundo requisito de que un
 30 número de señales de la pluralidad de conjuntos de bobinas de detección balanceadas (207, 209) que indican un desbalance entre las señales inducidas en las dos bobinas de detección del conjunto de bobinas de detección balanceadas (207, 209) que exceden un segundo umbral es menor que un número umbral, siendo el número umbral al menos dos.
- 35 2. El transmisor de potencia (101) de la reivindicación 1 en el que el número umbral no es menor que tres.
3. El transmisor de potencia (101) de la reivindicación 1 en el que el número umbral es igual al número de
 40 conjuntos de bobinas de detección balanceadas (207, 209) en la pluralidad de conjuntos de bobinas de detección balanceadas (207, 209).
4. El transmisor de potencia (101) de cualquier reivindicación anterior que comprende un adaptador (213) para
 adaptar un parámetro de funcionamiento de la transferencia de potencia en respuesta a una determinación de
 que se cumple el segundo requisito.
- 45 5. El transmisor de potencia (101) de cualquier reivindicación anterior que comprende un adaptador (213) para
 adaptar un parámetro de funcionamiento de la detección de objetos extraños en respuesta a una
 determinación de que se cumple el segundo requisito.
- 50 6. El transmisor de potencia (101) de la reivindicación 5 en el que el parámetro de funcionamiento es un
 parámetro del primer requisito.
7. El transmisor de potencia (101) de la reivindicación 5 en el que el parámetro de funcionamiento es un
 parámetro del segundo requisito.
- 55 8. El transmisor de potencia (101) de cualquier reivindicación anterior que comprende:
 un receptor (215) dispuesto para recibir datos del receptor de potencia (105), los datos que incluyen datos de
 propiedad física para un dispositivo receptor de potencia que comprende el receptor de potencia (105); para
 adaptar un parámetro de funcionamiento de la detección de objetos extraños en respuesta a los datos de
 60 propiedad física.
9. El transmisor de potencia (101) de la reivindicación 8 en el que el parámetro de funcionamiento es un
 parámetro del segundo requisito.
- 65 10. El transmisor de potencia (101) de cualquier reivindicación anterior que comprende además un compensador
 (211) dispuesto para compensar la señal de al menos un conjunto de bobinas de detección balanceadas

(207, 209) por un desbalance entre las señales inducidas en las dos bobinas de detección cuando no hay un objeto extraño presente.

- 5 11. El aparato de la reivindicación 10 en el que el compensador (211) está dispuesto para iniciar una adaptación de la compensación en respuesta al cumplimiento del segundo requisito.
- 10 12. El transmisor de potencia (101) de la reivindicación 10 o 11 en el que el compensador (211) está dispuesto para reducir un nivel de potencia de la señal de transferencia de potencia en respuesta a la detección de que la compensación requiere valores de compensación que cumplen un criterio.
- 15 13. El transmisor de potencia (101) de cualquier reivindicación anterior que comprende un adaptador (213) para adaptar un parámetro de funcionamiento de la transferencia de potencia en respuesta a desbalances entre las señales inducidas en las dos bobinas de detección del conjunto de bobinas de detección balanceadas (207, 209) para al menos dos conjuntos de bobinas de detección balanceadas (207, 209) de la pluralidad de conjuntos de bobinas de detección balanceadas (207, 209).
- 20 14. El transmisor de potencia (101) de cualquier reivindicación anterior que comprende un circuito (203) para generar una indicación de cambio de posición en respuesta a una determinación de que se cumple el segundo requisito, la indicación de cambio de posición que indica un cambio de posición del receptor de potencia (105).
- 25 15. El transmisor de potencia (101) de cualquiera de las reivindicaciones anteriores en el que el criterio de detección de objetos extraños incluye:
un tercer requisito que la señal de al menos uno de la pluralidad de conjuntos de bobinas de detección balanceadas (207, 209) indica un desbalance entre las señales inducidas en las dos bobinas de detección de al menos uno de la pluralidad de conjuntos de bobinas de detección balanceadas (207, 209) no excede un segundo umbral; siendo el segundo umbral mayor que el primer umbral.
- 30 16. Un procedimiento de operación para un transmisor de potencia (101) que proporciona potencia de manera inalámbrica a un receptor de potencia (105) a través de una señal de transferencia de potencia inductiva; comprendiendo el transmisor de potencia (101):
una bobina transmisora (103);
35 una pluralidad de conjuntos de bobinas de detección balanceadas (207, 209) acopladas en serie, comprendiendo cada conjunto de bobinas de detección balanceadas (207, 209) dos bobinas de detección simétricas dispuestas de tal manera que las señales inducidas en las dos bobinas de detección por un campo electromagnético generado por la bobina transmisora (103) se compensen entre sí; comprendiendo el procedimiento
40 generar una señal de activación para la bobina transmisora (103) para generar la señal de transferencia de potencia durante al menos un intervalo de tiempo de transferencia de potencia de un marco de tiempo repetitivo y generar la señal de activación para la bobina transmisora para generar una señal de prueba electromagnética durante al menos un intervalo de tiempo de detección de objetos extraños del marco de tiempo repetitivo;
45 un detector de objetos extraños (205) acoplado a la pluralidad de conjuntos de bobinas de detección balanceadas (207, 209) y realizar la detección de objetos extraños durante el intervalo de tiempo de detección de objetos extraños, respondiendo la detección de un objeto extraño a señales de la pluralidad de conjuntos de bobinas de detección balanceadas (207, 209) que cumplen con un criterio de detección de objetos extraños, incluyendo el criterio de detección de objetos extraños:
50 un primer requisito en el que una señal de al menos uno de los conjuntos de bobinas de detección balanceadas (207, 209) indica un desbalance entre las señales inducidas en las dos bobinas de detección de al menos uno de la pluralidad de conjuntos de bobinas de detección balanceadas (207, 209) que excede un primer umbral; y
55 un segundo requisito en el que un número de señales de la pluralidad de conjuntos de bobinas de detección balanceadas (207, 209) indica un desbalance entre las señales inducidas en las dos bobinas de detección del conjunto de bobinas de detección balanceadas (207, 209) que excede un segundo umbral es menor que un número umbral, siendo el número umbral al menos dos.
- 60
- 65

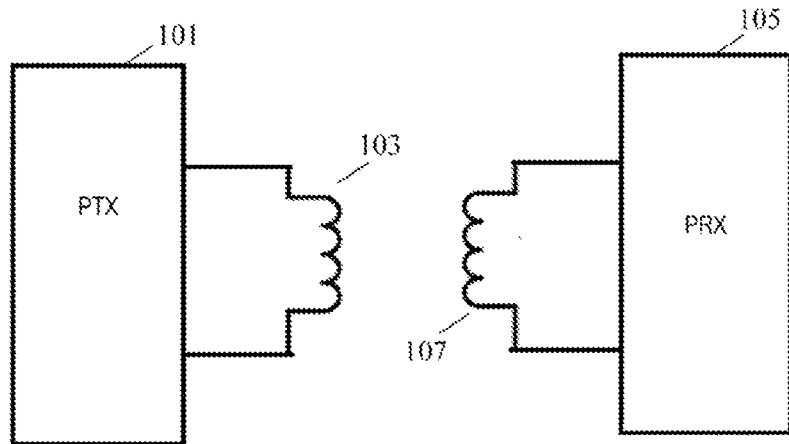
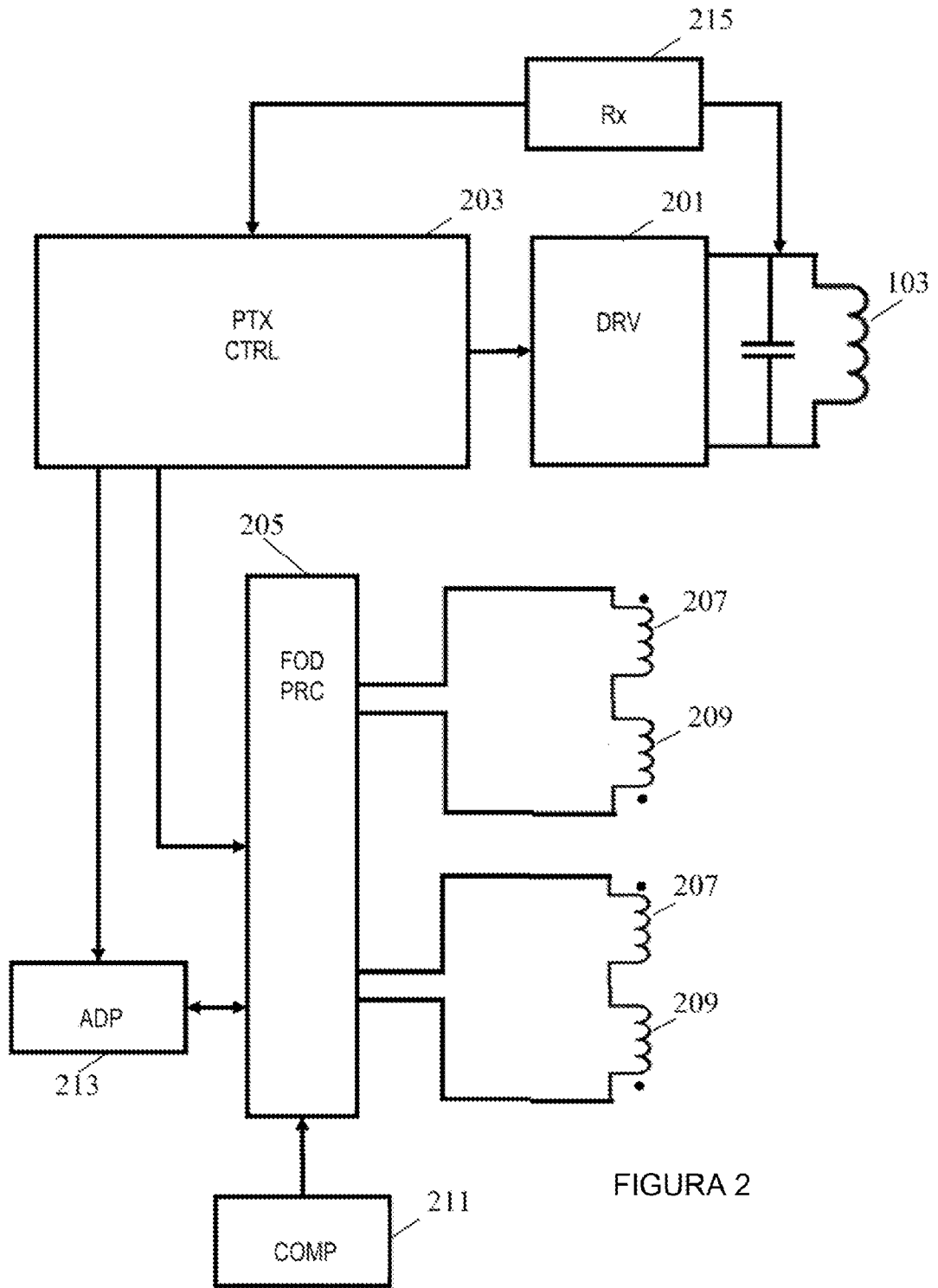


FIGURA 1



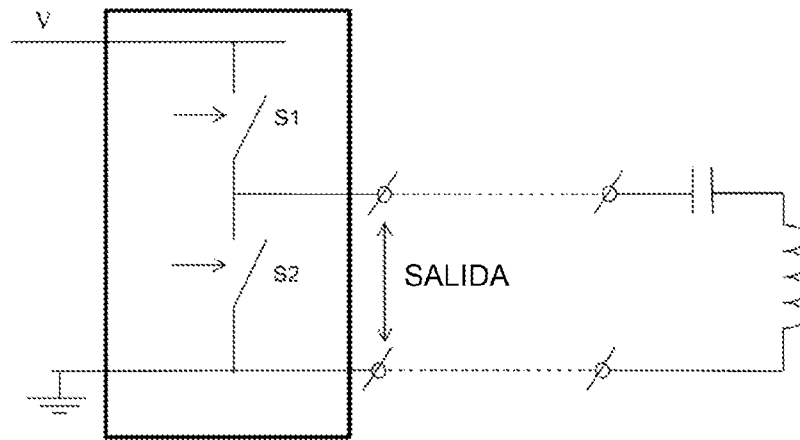


FIGURA 3

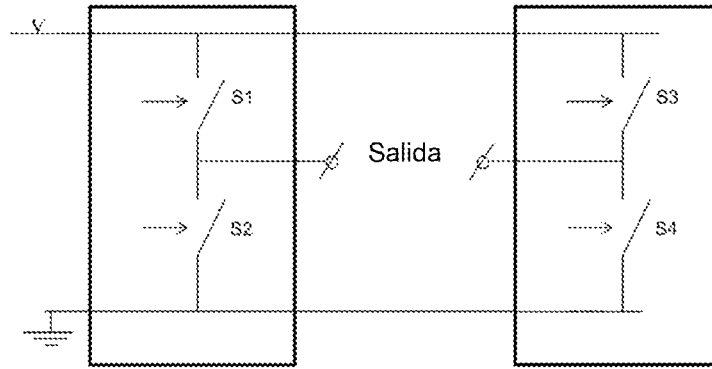


FIGURA 4

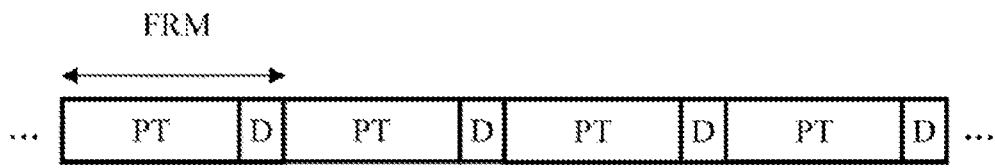


FIGURA 5

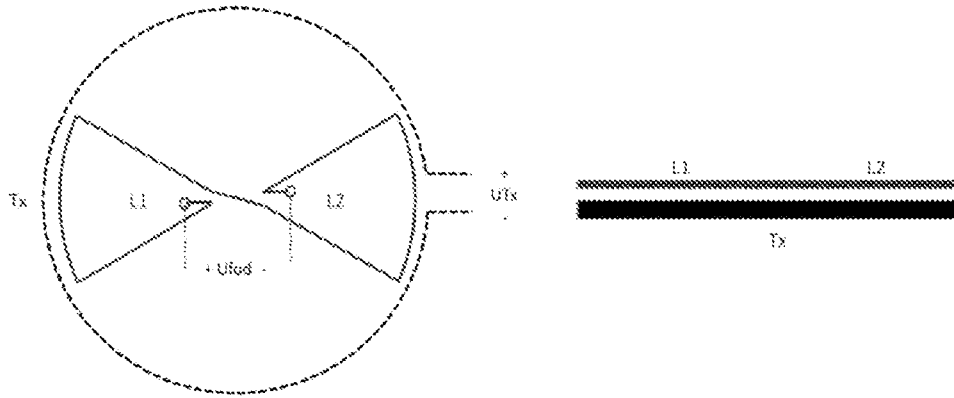


FIGURA 6

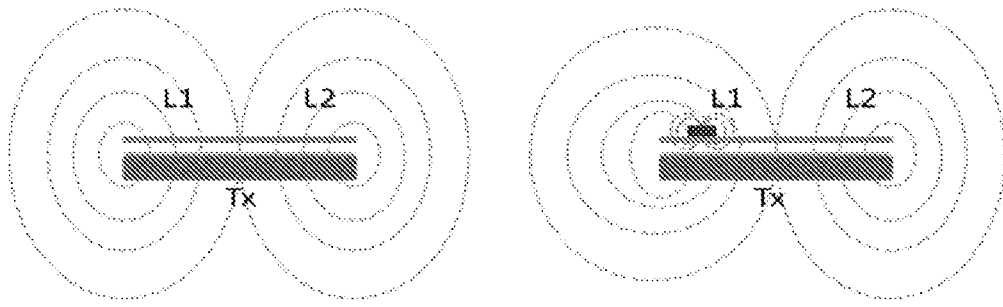


FIGURA 7

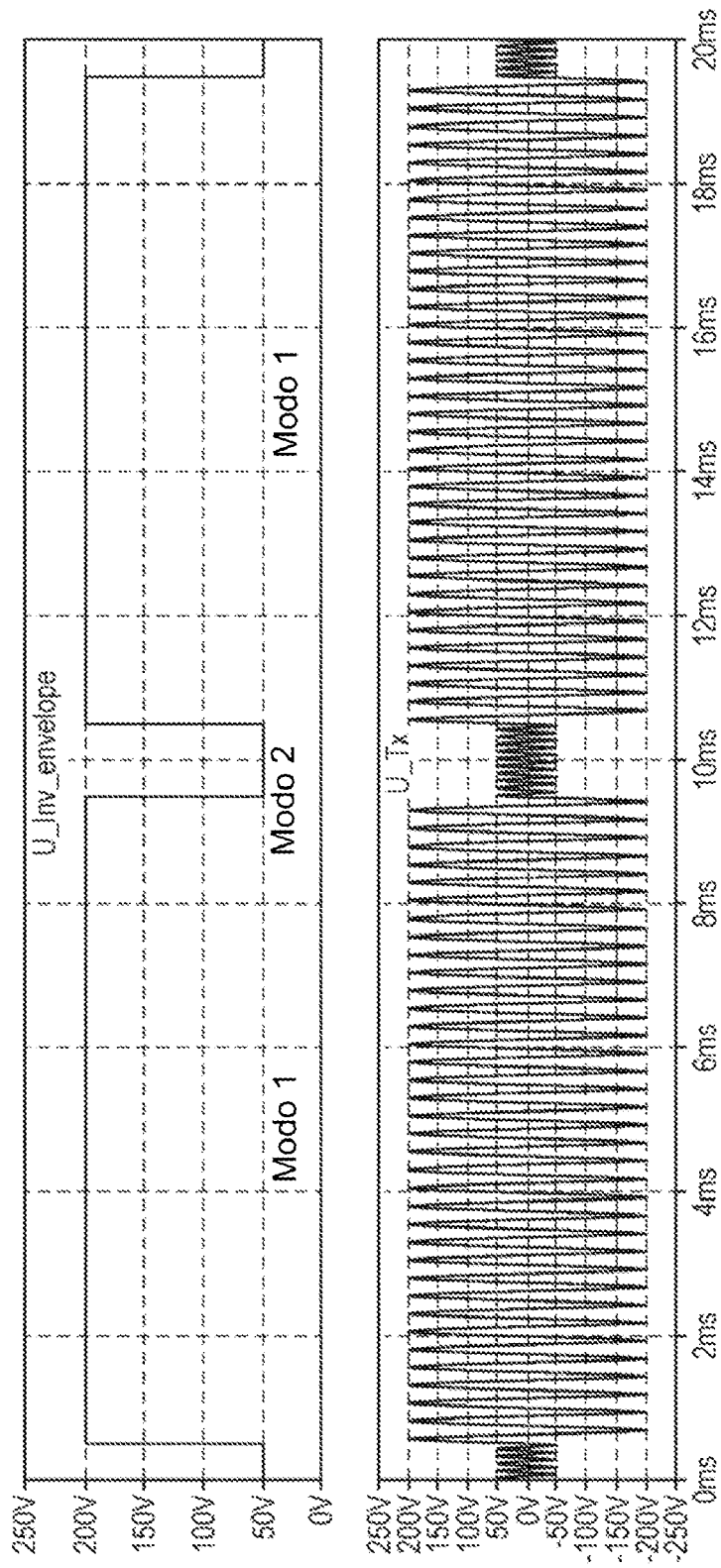


FIGURA 8

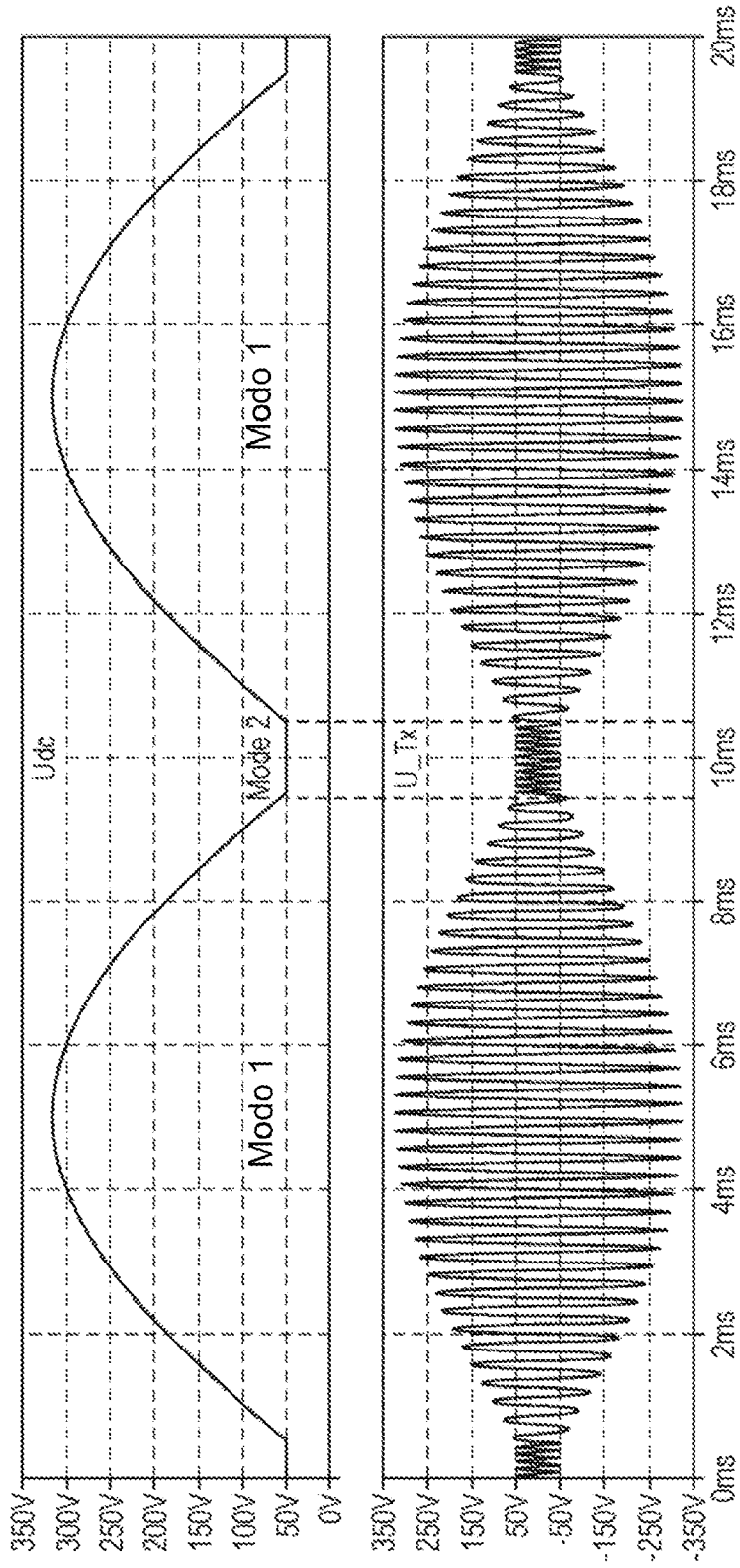


FIGURA 9

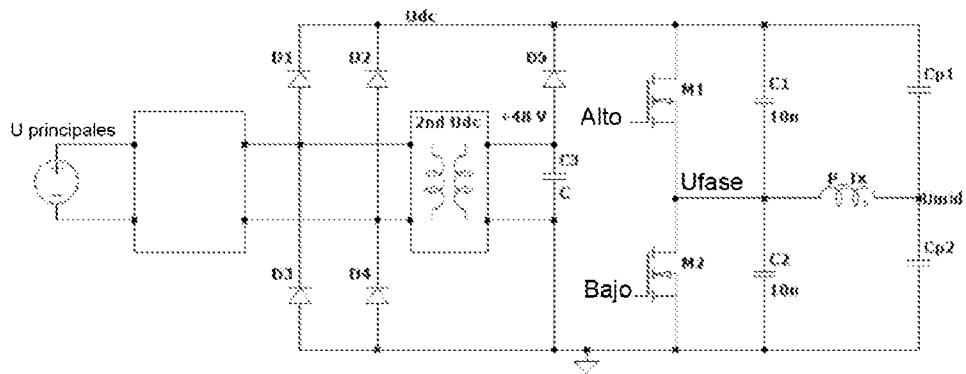


FIGURA 10

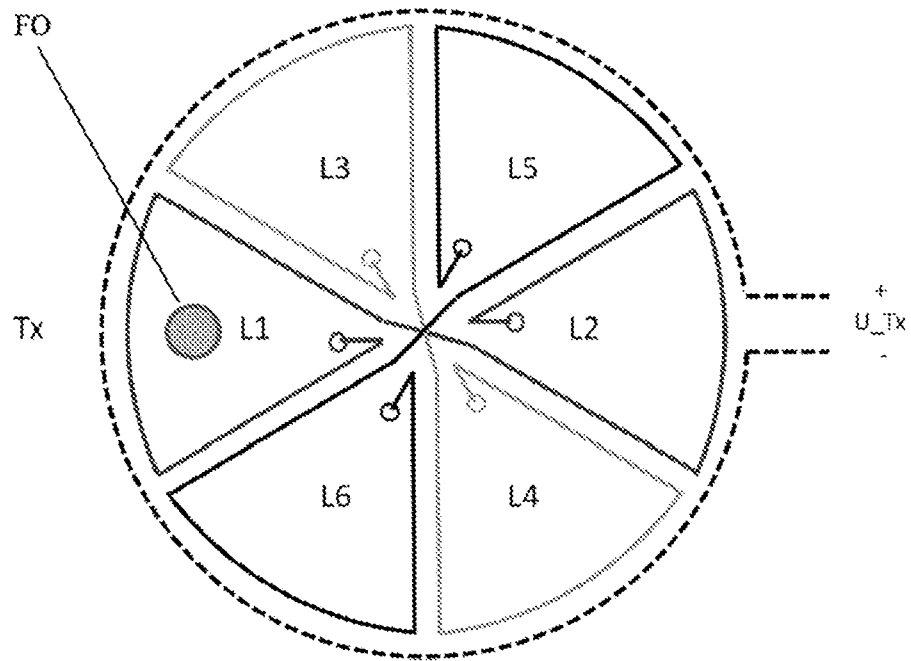


FIGURA 11

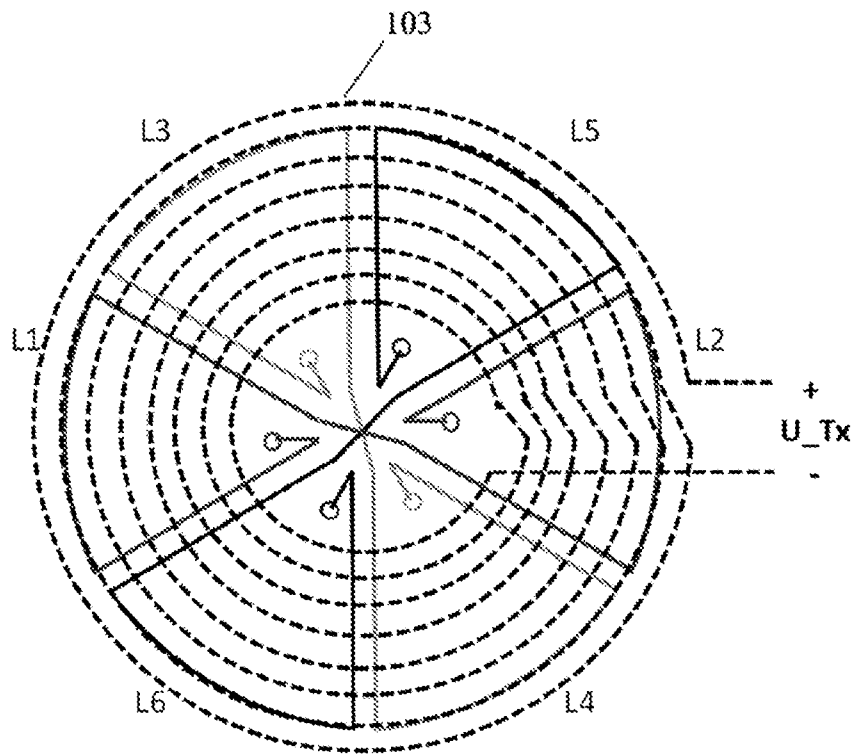


FIGURA 12

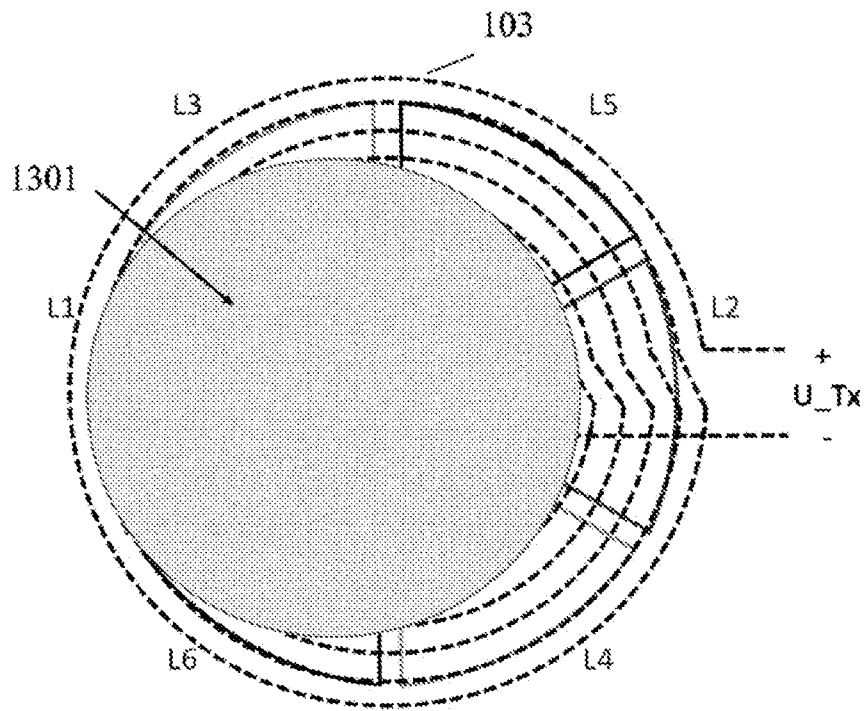


FIGURA 13

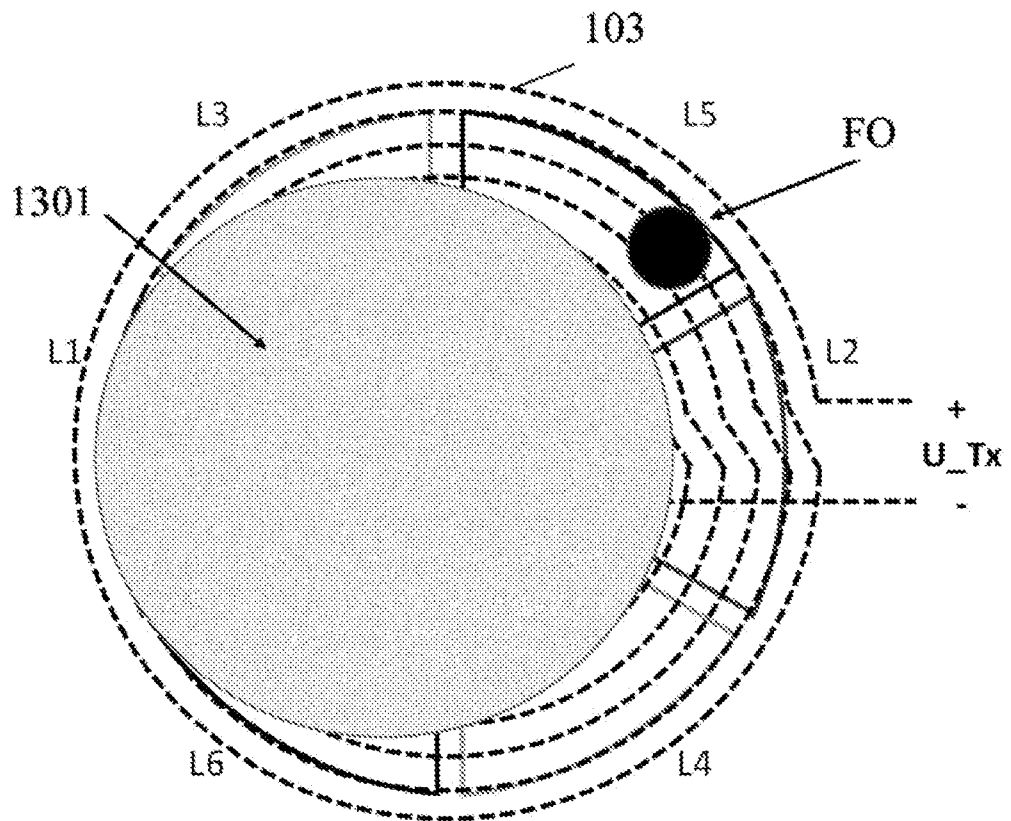


FIGURA 14

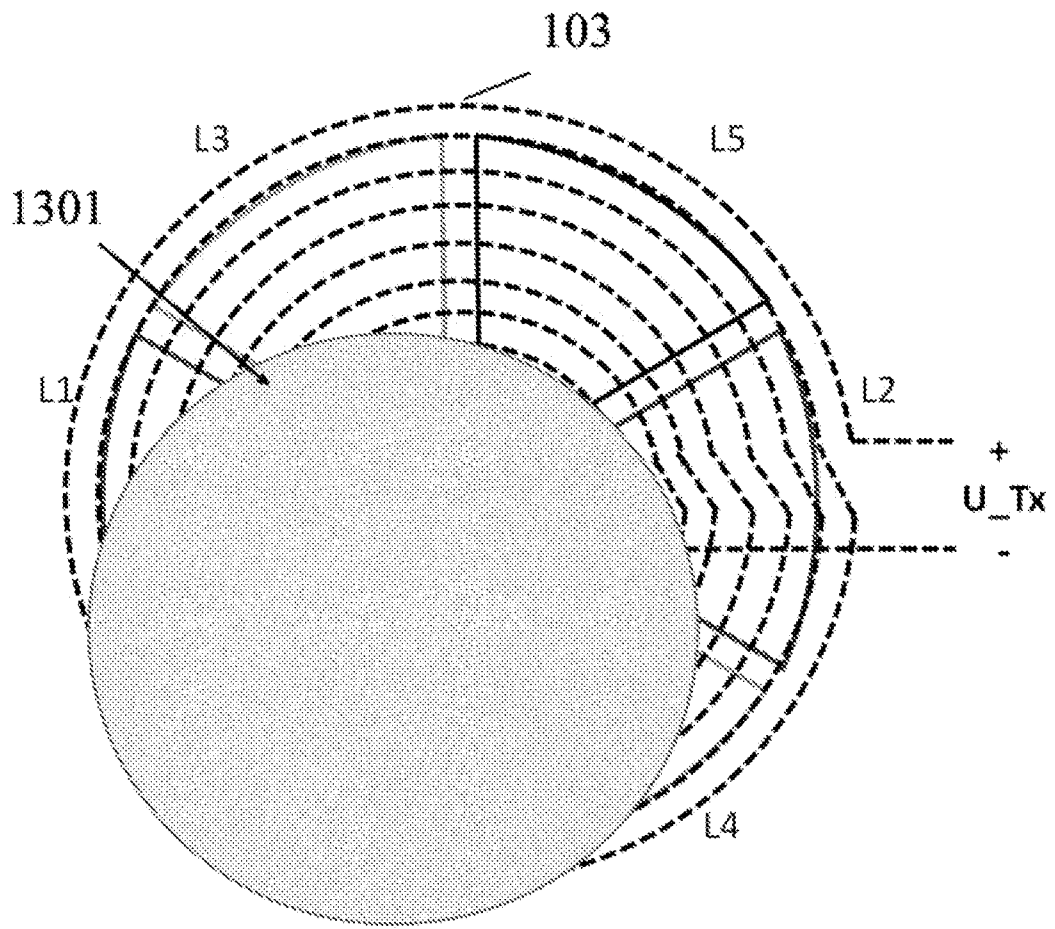


FIG. 15