

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 624 876**

51 Int. Cl.:

B60L 3/00 (2006.01)
B60M 1/04 (2006.01)
B60L 5/00 (2006.01)
B60M 7/00 (2006.01)
H01F 38/14 (2006.01)
H02J 5/00 (2006.01)
B60L 11/18 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **16.12.2013 PCT/EP2013/076705**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **26.06.2014 WO14095722**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.12.2013 E 13811171 (1)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.02.2017 EP 2931549**

54 Título: **Un sistema de seguridad, un método de operación de un sistema de seguridad y un método de construcción de un sistema de seguridad**

30 Prioridad:

17.12.2012 GB 201222712

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
17.07.2017

73 Titular/es:

**BOMBARDIER TRANSPORTATION GMBH
(100.0%)
Schöneberger Ufer 1
10785 Berlin, DE**

72 Inventor/es:

CZAINSKI, ROBERT

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 624 876 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

Un sistema de seguridad, un método de operación de un sistema de seguridad y un método de construcción de un sistema de seguridad

5 La invención se refiere a un sistema de seguridad para un sistema de transferencia inductiva de energía, en particular un sistema de transferencia inductiva de energía para transferir energía eléctrica a un vehículo que permanezca o se desplace sobre una superficie de una vía. Además, la invención se refiere a un método de funcionamiento de tal sistema de seguridad y un método de construcción de tal sistema de seguridad.

10 El documento WO 2012/047779 A1 da a conocer un sistema de seguridad para un cargador, para proporcionar protección con respecto a un objeto que puede calentarse durante el funcionamiento del cargador, en el que el sistema de seguridad comprende un subsistema de detección, configurado para detectar la presencia del objeto y la proximidad sustancial al cargador, y un subsistema de notificación acoplado operativamente al subsistema de detección y configurado para proporcionar una indicación del objeto. La solicitud da a conocer que pueden integrarse uno o más sensores inductivos en un dispositivo de fuente, carcasa de la fuente, vehículo, o área circundante para detectar obstrucciones y objetos extraños y/o materiales entre la fuente y unos dispositivos resonadores.

20 El documento WO 2009/081115 A1 da a conocer una unidad primaria para su uso en un sistema de transferencia inductiva de energía, pudiendo operarse la unidad primaria para transmitir energía inalámbrica por inducción electromagnética a al menos una unidad secundaria del sistema, situada en la proximidad de la unidad primaria, y/o a un objeto extraño situado en dicha proximidad, en el que la unidad primaria comprende unos medios de accionamiento que pueden operarse para accionar la unidad primaria, de manera que, en un estado accionado, la magnitud de una señal de accionamiento eléctrico suministrada a una o más bobinas primarias de la unidad primaria cambie, desde un primer valor a un segundo valor. Adicionalmente, la unidad primaria comprende medios para evaluar el efecto de tal accionamiento sobre una característica eléctrica de la unidad primaria, y medios para detectar, en dependencia del efecto evaluado, la presencia de dicha unidad secundaria y/o un objeto extraño situado en la proximidad de dicha unidad primaria.

30 El documento EP 2317625 A2 da a conocer un dispositivo primario para la transferencia inductiva de energía a un dispositivo secundario, en el que el dispositivo primario comprende una bobina primaria, en el que el dispositivo primario está configurado para (i) operar en un primer modo, durante el cual la bobina primaria transfiere energía por acoplamiento inductivo al dispositivo secundario, y (ii) operar en un segundo modo durante el cual se detecta un objeto extraño. Adicionalmente, un control primario está configurado para operar la bobina primaria (i) usando una primera frecuencia, durante el primer modo, y (ii) usando una segunda frecuencia durante el segundo modo.

35 El documento DE 20 2009 009 693 U1 y el documento DE 10 2009 033 236 A1 dan a conocer un dispositivo para la transmisión inductiva de energía eléctrica desde una unidad estacionaria, con al menos una inductancia primaria, a un vehículo adyacente a esta unidad estacionaria que tiene al menos un inductor secundario, en el que la unidad estacionaria comprende medios para detectar la presencia de un objeto eléctricamente conductor dentro de un espacio predeterminado, adyacente al inductor primario.

45 El documento US 2013/169062 A1 y el documento WO 2012/165244 A1 dan a conocer un dispositivo de suministro de electricidad sin contacto, que lleva a cabo la carga de la batería de un vehículo sin contacto. El dispositivo está provisto de: una bobina de transmisión de electricidad dispuesta en la superficie de una carretera; y una bobina de recepción de electricidad dispuesta en el vehículo. En la superficie superior de la bobina de transmisión de electricidad se proporciona una bobina de detección de objetos extraños y, sobre la base de una tensión inducida que surge en el devanado de detección de objetos extraños durante un suministro de electricidad de prueba, se detectan objetos extraños entre la bobina de transmisión de electricidad y la bobina de recepción de electricidad. Un objeto de la presente invención es proporcionar el sistema de seguridad para un sistema de transferencia inductiva de energía, un método de operación de tal sistema de seguridad y un método de construcción de un sistema de seguridad que proporcione una detección fiable y rápida de un objeto extraño, en particular de un objeto de metal, situado en la proximidad de una estructura de devanado primario del devanado primario.

55 Una idea básica de la presente invención es que un objeto extraño, situado en la proximidad de una estructura de devanado primario de la unidad primaria, provocará un cambio de las características eléctricas de una estructura de detección, en particular un cambio de una inductancia de la estructura de detección.

60 La presente invención puede aplicarse, en particular, al campo de la transferencia de energía a cualquier vehículo terrestre, en particular vehículos de pista, tales como vehículos ferroviarios (por ejemplo, tranvías), pero también para automóviles de carretera, tales como turismos individuales (privados), o vehículos de transporte público (por ejemplo, buses). Un problema de tales dispositivos es que, generalmente, no es posible evitar mecánicamente la colocación de objetos extraños, en particular objetos de metal, en la proximidad de la unidad primaria de un sistema de transferencia inductiva de energía. Tales objetos extraños pueden comprender, por ejemplo, una moneda, una lata, una llave, una herramienta y otros objetos. El campo magnético variable generado por la unidad primaria, y una unidad secundaria, puede inducir corriente a los objetos extraños de metal y a otros objetos o líquidos. Tales

corrientes pueden causar pérdidas de energía, y el calentamiento del objeto. El calentamiento de los objetos extraños puede ser peligroso, por ejemplo, para personas que traten de tocar y retirar el objeto extraño y/o puede dañar la superficie en la que esté colocado el objeto extraño, o partes de la unidad primaria. Además, un objeto caliente puede provocar un incendio.

5 Se propone un sistema de seguridad para un sistema de transferencia inductiva de energía. En particular, se propone un sistema de seguridad para un sistema de transferencia inductiva de energía, para transferir energía eléctrica a un vehículo que permanezca o se desplace sobre la superficie de una vía, en particular para un sistema primario de dicho sistema de transferencia de energía. En general, el sistema de seguridad puede ser parte de la
10 unidad primaria y/o de la unidad secundaria del sistema de transferencia inductiva de energía.

15 El sistema de transferencia inductiva de energía comprende una unidad primaria de lado de vía, con una estructura de devanado primario. La estructura de devanado primario genera un campo electromagnético primario, que recibe una unidad secundaria de lado de vehículo, que también se conoce como receptor o captador. Entre la estructura de devanado primario y una estructura de devanado secundario de la unidad secundaria, hay un espacio de aire a través del cual se extiende el campo primario. La estructura de devanado secundario puede generar un campo secundario, por ejemplo, si una corriente fluye en la estructura de devanado secundario. Esta corriente puede generarse al menos parcialmente, por ejemplo, por la inducción mutua entre la estructura de devanado primario y la estructura de devanado secundario.

20 El sistema de transferencia inductiva de energía puede ser un sistema de transferencia para la denominada transferencia de energía estática o carga estática, en el que el vehículo al que se transfiere la energía no se mueve, es decir, está parado o en reposo. En este caso, la unidad primaria puede estar diseñada como lo que se conoce por plataforma de carga, en la que la plataforma de carga está integrada en la vía o montada sobre la superficie de la vía (plataforma de carga elevada).
25

30 El sistema de transferencia inductiva de energía también puede ser lo que se conoce como sistema de transferencia dinámica, en el que el vehículo al que se transfiere la energía se desplaza a lo largo de la superficie de conducción de la vía.

35 Una superficie de carga de la vía está asignada al devanado primario. La superficie de carga puede ser una subparte de la superficie de vía, a través de la cual se extienda el campo primario o una porción predeterminada del campo primario, por ejemplo una porción mayor del 80 %, 90 % o 95 %, durante la transferencia inductiva de energía, en particular durante la carga estática. La superficie de carga puede tener las mismas dimensiones o dimensiones mayores, por ejemplo la anchura y la longitud, que una envuelta de la estructura de devanado primario, por ejemplo un rectángulo que comprenda la estructura de devanado del devanado primario. En caso de una plataforma de carga, la superficie de carga puede corresponder a la superficie de la plataforma de carga.

40 La estructura de devanado primario está generalmente dispuesta debajo de una superficie de conducción o una superficie de aparcamiento de la vía, o dentro de dicha superficie de conducción o de aparcamiento. En consecuencia, el campo primario se extiende a través de una parte de la superficie de conducción o de aparcamiento. El objeto extraño puede calentarse debido a las corrientes inducidas dentro del objeto extraño.

45 Un campo total, que también puede denominarse campo de transferencia del sistema de energía, consiste al menos parcialmente en el campo primario. Si no se encuentra estructura de devanado secundario alguna en la proximidad de la estructura de devanado primario, por ejemplo encima de la misma, el campo total será igual o casi igual al campo primario. Si una estructura de devanado secundario está situada en la proximidad de la estructura de devanado primario, por ejemplo encima de la misma, el campo total será el resultado de la superposición del campo primario y el campo secundario, en el que la estructura de devanado secundario genera el campo secundario.
50

El objeto extraño situado dentro de esta parte, o de la superficie de carga, puede calentarse debido a las corrientes inducidas dentro del objeto extraño. Las corrientes inducidas dentro del objeto extraño pueden estar causadas por el campo total.

55 La unidad primaria comprende el mencionado devanado primario para generar un campo electromagnético primario, para la transferencia inductiva de energía que puede recibir la unidad secundaria antes mencionada. Adicionalmente, el sistema de seguridad comprende al menos un sistema de detección inductiva, en el que el sistema de detección inductiva comprende múltiples devanados de detección.

60 Adicionalmente, los múltiples devanados de detección están dispuestos en una estructura reticulada. La estructura reticulada cubre la superficie de carga, al menos parcialmente, por ejemplo más de un 80 %, 90 % o 95 % de la superficie de carga. En este contexto, "cubre" significa que al menos una parte del campo primario o el campo total, preferiblemente todo él, se extiende a través de la estructura reticulada o de una superficie provista por la estructura reticulada. La estructura reticulada puede ser parte de la unidad primaria.
65

El término "cubre" también puede significar que, en un plano común de proyección, un área cerrada por una envoltura mínima de la estructura reticulada se solapa con la superficie de carga, al menos parcialmente.

5 Una estructura reticulada puede ser una estructura de tipo matriz que proporcione múltiples filas y columnas, en la que en cada posición de fila/columna esté dispuesto un devanado de detección. Los puntos centrales de los devanados de detección pueden estar dispuestos los unos con respecto a los otros con distancias longitudinales y/o laterales predeterminadas, en la que una dirección longitudinal esté orientada paralela a una dirección de desplazamiento del vehículo, y la dirección lateral esté orientada perpendicular a la dirección longitudinal.

10 En otras palabras, se proporciona una estructura de tipo lámina que comprende múltiples devanados de detección. Los múltiples devanados de detección pueden estar situados en un espacio intermedio, proporcionado por el devanado primario y por la superficie de carga. Los múltiples devanados de detección pueden ser parte de la vía, por ejemplo estar situados en una capa de la vía que esté dispuesta debajo de la superficie de vía, o situados en una capa de la vía que proporcione la superficie de vía. La estructura de devanado primario puede estar cubierta por
15 el conjunto de los múltiples devanados de detección.

Cada uno de los devanados de detección proporciona una superficie de detección, proporcionada por el área encerrada por la estructura de devanado del devanado de detección. Durante la transferencia inductiva de energía, al menos una parte del campo primario o el campo total, preferiblemente todo el campo primario total o el campo
20 total, se extenderá a través de la estructura reticulada de los devanados de detección. En este caso, el campo primario o el campo total también se extenderá a través de las superficies de detección proporcionadas por los devanados de detección. Es posible elegir la/s dimensión/dimensiones del/los devanado/s de detección en función de la dimensión del objeto más pequeño a detectar. En particular, el devanado de detección puede diseñarse de tal manera que una superficie de detección, o área del devanado de detección, sea inferior o igual al objeto más
25 pequeño a detectar o, con un porcentaje predeterminado, por ejemplo un porcentaje del 10 %, 20 %, 50 % o incluso más, sea superior al mismo.

El sistema de seguridad también puede comprender una o más unidades de evaluación que estén conectadas a un devanado de detección, a un número predeterminado de devanados de detección o a todos los devanados de
30 detección. La/s unidad/es de evaluación está/n diseñada/s de tal manera que puedan determinarse las características y/o parámetros eléctricos, por ejemplo la tensión de salida de cada devanado de detección.

Por ejemplo, la/s unidad/es de evaluación está/n diseñada/s de tal manera que pueda determinarse una inductancia de cada devanado de detección. Si se coloca un objeto extraño, en particular un objeto de metal, en la proximidad
35 del devanado primario, este objeto también causará un cambio de inductancia de uno o más devanados de detección. Determinando la inductancia y, por ejemplo, comparando la inductancia con una inductancia de referencia, puede detectarse de forma fiable la presencia de un objeto extraño.

Adicionalmente, es posible determinar o estimar la posición del objeto extraño en función de una señal de salida de
40 los devanados de detección del conjunto de devanados de detección, con respecto al conjunto de devanados de detección. Por ejemplo, dependiendo de la señal de salida, por ejemplo la tensión de salida, de los devanados de detección, puede/n determinarse uno o más devanado/s de detección, estando la/s señal/es de salida de este/estos devanado/s de detección alterada/s o influenciada/s por un objeto situado en la proximidad del/los devanado/s de detección, por ejemplo encima o debajo de una superficie de detección del/los devanado/s de detección. Si se
45 conoce una posición de los devanados de detección con respecto a la unidad primaria, puede determinarse una posición del objeto con respecto a la unidad primaria, en particular la estructura de devanado primario.

La disposición de devanados de detección en una estructura reticulada permite ventajosamente detectar fiablemente un objeto en un área de superficie predeterminada de la vía, que también puede denominarse área de vigilancia.
50

La superficie de vigilancia puede asignarse a la estructura reticulada. La superficie de vigilancia indica una parte de la superficie de vía sobre la que deberá estar situado el objeto a fin de ser detectable, con una fiabilidad predeterminada. La superficie de vigilancia puede ser igual a la superficie de carga. Un objeto situado sobre la superficie de vigilancia cambiará una señal de salida del conjunto de devanados de detección, al menos en un
55 porcentaje predeterminado, por ejemplo al menos en un 10 %, 20 %, o 50 %.

De acuerdo con la invención, el sistema de detección inductiva comprende al menos un devanado de excitación. El al menos un devanado de excitación genera un campo de excitación que puede ser diferente del campo primario o el campo total. El/los devanado/s de detección puede/n recibir el campo de excitación. Por ejemplo, el al menos un
60 devanado de excitación y los devanados de detección pueden estar dispuestos de tal manera que todo el flujo magnético del campo de excitación, o al menos una parte predeterminada del mismo, por ejemplo más del 80 %, 90 %, o 95 %, se extienda a través la superficie de detección de al menos un devanado de detección. Es posible asignar un único devanado de detección a un único devanado de excitación. Esto significa que el único devanado de detección recibe exclusivamente el campo de excitación, o una parte predeterminada del mismo generada por el
65 devanado de excitación. Alternativamente, pueden asignarse múltiples devanados de detección a un único devanado de excitación o a múltiples devanados de excitación. Además, pueden asignarse múltiples devanados de

excitación a un único devanado de detección o a múltiples devanados de detección.

El campo de excitación es un campo electromagnético alterno. La frecuencia del campo de excitación puede ser diferente de la frecuencia operativa del campo primario. En particular, la frecuencia del campo de excitación puede ser mayor, en particular mucho mayor, que la frecuencia operativa del campo primario, por ejemplo mayor que 20 kHz, por ejemplo en el intervalo de entre 200 kHz y 10000 kHz. El uso de un devanado de excitación permite una detección activa de objetos, en la que se monitorizan las propiedades del campo de excitación. Por el contrario, las realizaciones que no utilizan devanado de excitación permiten una detección pasiva de objetos, en la que sólo se monitorizan las propiedades de una estructura de devanado.

La detección de devanado es diferente de la estructura de devanado primario, y diferente de la estructura de devanado secundario, del sistema de transferencia inductiva de energía. Por lo tanto, se añade el al menos un devanado de detección a las estructuras de devanado primario y secundario existentes del sistema de transferencia inductiva de energía.

Si se coloca un objeto extraño, en particular un objeto de metal, sobre la superficie de carga, cambiará el flujo magnético proporcionado por uno o más campos de excitación a través de la/s superficie/s de detección de uno o más devanados de detección. Este cambio provocará un cambio de un/os tensión/s de salida proporcionado/s por uno o más devanado/s de detección. Por lo tanto, puede detectarse la presencia de un objeto extraño. Como se asigna cada devanado de detección a un subárea específica de la superficie de carga, también puede determinarse el área de la ubicación del objeto exterior.

El sistema de seguridad puede comprender también un sistema de notificación que, en caso de que se detecte un objeto extraño, notifique a un usuario y/o active un funcionamiento seguro de la unidad primaria, por ejemplo, que apague la unidad primaria. El sistema de notificación puede generar, por ejemplo, una señal visual, acústica o cualquier otro tipo de señal de aviso.

El sistema de seguridad propuesto permite detectar ventajosamente un objeto extraño situado en la proximidad de una unidad primaria. La detección puede ser rápida, sensible y sólida.

Por lo tanto, la invención también se refiere a un sistema de detección de objetos. Si se detecta un objeto, puede generarse una señal de notificación, por ejemplo una señal eléctrica, acústica, háptica, o una señal de notificación acústica.

En otra realización, al menos un devanado de detección es parte de un circuito oscilante LC. El circuito oscilante LC comprende al menos un elemento capacitivo, por ejemplo un condensador. Adicionalmente, el circuito oscilante LC comprende al menos un elemento inductivo, en el que el devanado de detección proporciona al menos parcialmente el elemento inductivo. Adicionalmente, el circuito oscilante LC comprende un generador de tensión que puede proporcionar una tensión alterna con la frecuencia resonante del circuito oscilante. Los terminales de salida de la fuente de tensión están conectados a una conexión en paralelo del elemento capacitivo y del elemento inductivo. Adicionalmente, el circuito oscilante puede comprender un elemento con una impedancia predeterminada, en el que el elemento puede estar dispuesto de tal manera que el circuito oscilante esté desacoplado de la fuente de tensión.

El circuito oscilante está diseñado de tal manera que, si se coloca un objeto extraño en la proximidad del devanado de detección, se desintonice el circuito oscilante. En este caso, la frecuencia resonante cambiada o desintonizada del circuito oscilante no coincidirá con la frecuencia operativa de la fuente de tensión.

Si se desintoniza el circuito oscilante, la corriente resonante puede disminuir significativamente. Esto, a su vez, dará lugar a una caída de tensión de la tensión que cae a través de la conexión en paralelo antes mencionada.

Dependiendo de la tensión que caiga a través de la conexión en paralelo del elemento inductivo y el elemento capacitivo, puede detectarse la presencia del objeto extraño en la proximidad del devanado de detección. Tal diseño del devanado de detección proporciona una alta sensibilidad de detección, y una mayor solidez de detección.

Dado que el devanado de detección es parte de un circuito oscilante LC, no depende de la característica por la que el sistema de detección inductiva proporciona múltiples devanados de detección, en particular en una estructura reticulada. Por lo tanto, es posible que el sistema de detección inductiva comprenda al menos un devanado de detección, en el que el devanado de detección sea parte de un circuito oscilante LC. Dicho sistema de seguridad constituye una invención independiente.

En otra realización, se conectan en paralelo un número predeterminado de circuitos oscilantes, en la que los elementos inductivos de cada uno de los circuitos oscilantes se proporcionan al menos parcialmente mediante un devanado de detección, respectivamente. Esto permite hacer funcionar ventajosamente múltiples circuitos oscilantes mediante una fuente de tensión.

En este caso, puede medirse la tensión que caiga a través de la conexión en paralelo de todos los circuitos oscilantes, por ejemplo, mediante un único sensor de tensión. Alternativamente, pueden medirse las tensiones que caigan a través de cada uno de los circuitos oscilantes, por ejemplo mediante múltiples sensores de tensión.

5 La característica por la que cada uno de los múltiples devanados de detección proporciona un elemento inductivo, de circuitos oscilantes LC conectados en paralelo, no depende de la característica de que el sistema de detección inductiva proporcione múltiples devanados de detección, en una estructura de matriz. Por tanto, es posible que el sistema de detección inductiva comprenda múltiples devanados de detección, proporcionando cada devanado de detección un elemento inductivo de un circuito oscilante LC. Dicho sistema de seguridad constituye una invención independiente.

10 En otra realización, el sistema de detección inductiva está diseñado como un sistema de detección de compensación del campo primario o del campo total. Alternativa o adicionalmente, cada devanado de detección está diseñado y/o dispuesto como un devanado de compensación del campo primario o del campo total. Esto significa que el sistema de detección inductiva y/o cada uno de los devanados de detección está diseñado de tal manera que se elimine o reduzca una tensión inducida por el campo primario o el campo total, debido al diseño físico del sistema de detección inductiva y/o de los devanados de detección.

15 En el caso de un campo primario existente, en particular en el caso de transferencia inductiva de energía al vehículo, el sistema de detección inductiva queda expuesto al campo primario o al campo total. Esta exposición puede influir en las características o parámetros eléctricos determinados, por ejemplo, por la/s unidad/es de evaluación y, por lo tanto, complicará la detección de objetos extraños. Si el sistema de detección y/o los devanados de detección está/n diseñado/s y/o dispuesto/s físicamente de tal manera que se elimine o reduzca el efecto del campo primario o el campo total, para determinar las características o parámetros eléctricos, esto mejorará ventajosamente la fiabilidad de detección durante la transferencia inductiva de energía.

20 En otra realización, al menos uno de los devanados de detección comprende múltiples subdevanados orientados en sentido contrario, en particular un número par, por ejemplo dos. Esto significa que los subdevanados están conectados y/o dispuestos de tal manera que una corriente que fluya a través de un primer subdevanado del devanado de detección fluya, por ejemplo, en una dirección en sentido horario, en la que la misma corriente que fluya a través de un segundo subdevanado del devanado de detección fluirá en una dirección en sentido antihorario. La dirección del flujo de corriente está definida con respecto a un eje de simetría o eje central de cada subdevanado, en la que los ejes de todos los subdevanados están orientados paralelos entre sí. En caso de que el devanado de detección comprenda más de dos subdevanados, los ejes centrales de todos los subdevanados pueden disponerse a lo largo de un eje común con una distancia predeterminada, en la que el eje común puede orientarse paralelamente a una dirección longitudinal (que corresponda a una dirección de recorrido de los vehículos que circulan sobre la superficie de la vía), o a una dirección lateral (que corresponda a una dirección perpendicular a la dirección longitudinal). En este caso, las tensiones inducidas por el campo primario o el campo total dentro de los diferentes subdevanados tendrán diferentes signos. Por lo tanto, se puede eliminar, o al menos reducir, la tensión inducida por el campo primario o el campo total.

25 El diseño del sistema de detección inductiva como un sistema de detección de compensación del campo primario o del campo total, o el diseño del devanado de detección como un devanado de compensación del campo primario o del campo total, no depende de la característica de que el sistema de detección inductiva proporcione múltiples devanados de detección, en particular en una estructura reticulada. Así, un sistema de seguridad que comprenda al menos un sistema de detección de compensación del campo primario o del campo total constituye una invención independiente.

30 En otra realización, el devanado de excitación es parte de un circuito oscilante LC. El circuito oscilante puede diseñarse como se ha descrito anteriormente, en la que el devanado de excitación proporciona al menos parcialmente el elemento inductivo. El circuito oscilante LC comprende al menos un elemento capacitivo, por ejemplo un condensador. El circuito oscilante está diseñado de tal manera que, si se coloca un objeto extraño en la proximidad del devanado de excitación, se desintonice el circuito oscilante. En este caso, la frecuencia resonante cambiada o desintonizada del circuito oscilante no coincidirá con la frecuencia operativa de la fuente de tensión.

35 Si se desintoniza el circuito oscilante la corriente resonante disminuirá significativamente, entre otras cosas como resultado del desacoplamiento anteriormente descrito de la fuente de tensión y el circuito oscilante. Esto, a su vez, dará lugar a una caída de tensión en un devanado de detección que reciba el campo magnético disminuido, generado por el devanado de excitación.

40 Dependiendo de la tensión que caiga a través de los terminales del devanado de detección, puede detectarse la presencia del objeto extraño en la proximidad del devanado de excitación. Tal diseño ofrece una alta sensibilidad de detección y una mayor solidez de la detección.

45 Se describe adicionalmente una realización en la que el/los devanado/s de excitación y los devanados de detección están dispuestos de tal manera que un objeto extraño, situado sobre o en la proximidad de la superficie de carga,

esté dispuesto entre el/los devanado/s de excitación y los devanados de detección. En este caso, el objeto extraño se encuentra en un espacio intermedio entre los devanados de excitación y de detección. Si una dirección vertical se define como una dirección perpendicular a una superficie de conducción o de aparcamiento de la vía, los devanados de detección podrán disponerse por encima del devanado a una distancia predeterminada, en la que la superficie de carga se encuentra entre los devanados de excitación y de detección. Es posible disponer los devanados de detección en un lado secundario del sistema de transferencia de energía. Por ejemplo, es posible disponer los devanados de detección en un vehículo, por ejemplo, en un lado inferior del vehículo. El devanado de detección puede disponerse, por ejemplo, en la proximidad de una unidad secundaria. También es posible que la unidad secundaria, por ejemplo un captador, comprenda una unidad de detección. En este caso, la tensión de salida del devanado de detección puede evaluarse en un lado del vehículo. En este caso, las correspondientes señales pueden transferirse adicionalmente al lado primario.

Esta disposición de los devanados de excitación y de detección proporciona ventajosamente una alta sensibilidad, dado que un objeto extraño colocado en el espacio intermedio causará un cambio significativo de la tensión de salida del/los devanado/s de detección.

En otra realización, el devanado de excitación y el devanado de detección están dispuestos de tal manera que un objeto extraño, situado sobre o en la proximidad de la superficie de carga, quede dispuesto por encima del/los devanado/s de excitación y por encima de los devanados de detección, por ejemplo con respecto a la dirección vertical anteriormente mencionada.

En este caso, la estructura reticulada de devanados de detección está situada entre el devanado primario y la superficie de carga. Así, el área de la superficie de carga no está situada entre los devanados de excitación y de detección. Por ejemplo, el/los devanado/s de excitación y de detección puede/n estar situado/s debajo de la superficie de conducción de la vía. En este caso, un objeto extraño se encuentra en un espacio exterior con respecto al espacio entre los devanados de excitación y de detección. En este caso, la sensibilidad de detección es menor que en el caso descrito anteriormente, pero es posible reducir ventajosamente un espacio de instalación del sistema de seguridad. En esta realización, los devanados de detección y de excitación pueden ser parte de la unidad primaria.

Se describe adicionalmente una realización, en la que el devanado primario proporciona el único devanado de excitación o al menos uno de los devanados de excitación. En este caso, pueden asignarse los devanados de detección a un único devanado de excitación. Con el fin de generar el campo de excitación, el devanado primario puede operarse a una frecuencia diferente de la frecuencia operativa durante la transferencia inductiva de energía.

Esta realización proporciona ventajosamente una alta integración del sistema de seguridad en el sistema de transferencia de energía y, por lo tanto, reduce el espacio de instalación y los costes de construcción necesarios.

En una realización preferida, se proporciona el devanado de excitación mediante una estructura de devanado diferente del devanado primario. Si el sistema de seguridad comprende múltiples devanados primarios, es posible proporcionar todos los devanados de excitación mediante devanados diferentes a los devanados primarios. Sin embargo, también es posible que el devanado primario proporcione un primer devanado de excitación, en el que al menos un devanado diferente del devanado primario proporcione otro devanado de excitación.

Si el sistema de seguridad comprende múltiples devanados de excitación, estos devanados de excitación pueden diseñarse diferentes del devanado primario, lo que permite aumentar ventajosamente la sensibilidad de detección. Además, no es necesario operar el devanado primario a diferentes frecuencias. Esto permite detectar un objeto extraño también durante la operación del devanado primario, durante la transferencia inductiva de energía.

En otra realización, se diseña/n y dispone/n un devanado de excitación o un grupo de múltiples devanados de excitación de tal manera que se genere un campo de excitación, en particular un patrón de campo del campo de excitación, de tal manera que un flujo magnético basado en el campo de excitación recibido por (un/os) correspondiente/s devanado/s de detección sea cero, o mínimo, en un modo operativo normal. Un modo operativo normal significa un modo operativo en el que no haya objetos extraños colocados en la proximidad del devanado de detección. En este caso, puede asignarse un único devanado de detección a varios devanados de excitación.

En este caso, la totalidad o un porcentaje predeterminado de las líneas de campo del patrón de campo del campo de excitación, por ejemplo un 80 %, 90 % o 95 %, puede extenderse a través de la superficie proporcionada por el área de detección del devanado de detección, de tal manera que el flujo magnético total que se extienda a través de cada una de la/s superficie/s de detección del/los devanado/s de detección sea cero, o mínima, durante el modo operativo normal.

Esto proporciona ventajosamente una alta sensibilidad relativa a la colocación de objetos extraños en la proximidad del devanado de detección. En el modo operativo normal, la tensión de salida de cada uno de los devanados de detección será cero, o mínima, ya que no hay flujo magnético, y, en consecuencia, tampoco habrá un cambio en el flujo magnético a través de la superficie de detección de cada devanado de detección. Un objeto extraño colocado

sobre la superficie de carga o en la proximidad de la superficie de carga alterará el flujo magnético, de tal manera que el flujo magnético recibido por al menos un devanado de detección se desvíe de cero.

Esto, a su vez, proporciona ventajosamente una alta sensibilidad de detección.

5 En otra realización, el devanado de excitación está diseñado de tal manera que se proporcione un número par de polos, en la que el devanado de excitación y un correspondiente devanado de detección están dispuestos y/o diseñados de tal manera que el flujo magnético generado por los diferentes polos, en particular al menos una parte del flujo magnético generado por al menos dos polos, se extienda a través de la superficie de detección del devanado de detección. Puede proporcionarse un polo, por ejemplo, mediante un subdevanado del devanado de excitación. Es posible que el total del flujo magnético de los diferentes polos, o una parte predeterminada del mismo, por ejemplo un 50 %, se extienda a través de la superficie de detección.

15 Esto significa que una corriente que fluya a través de un primer subdevanado puede generar un flujo magnético con una primera dirección, a través de un área encerrada por el primer subdevanado (primer polo). Además, la corriente puede generar un flujo magnético con una dirección opuesta a la primera dirección, a través de un área encerrada por el segundo subdevanado (segundo polo). Sin embargo, cada flujo magnético generado por la corriente puede tener la misma magnitud. Si los dos flujos magnéticos se extienden a través de la superficie de detección, el flujo magnético resultante que se extienda a través de la superficie de detección del devanado de detección, generado por tal devanado de excitación, será cero.

20 Sin embargo, es posible que haya más de dos polos. También es posible proporcionar al flujo magnético una primera dirección mediante un primer devanado de excitación, y una segunda dirección al flujo magnético mediante un segundo devanado de excitación separado.

25 Esto permite ventajosamente una configuración sencilla de un devanado de excitación, que proporcione un flujo magnético nulo a través de la superficie de detección del devanado de detección.

30 El devanado de excitación se puede diseñar como un devanado de excitación de compensación del campo primario o del campo total. Por ejemplo, el devanado de excitación puede comprender múltiples subdevanados orientados en sentido contrario, en particular, un número par los mismos. Cada subdevanado puede comprender un número predeterminado de espiras. Los subdevanados pueden estar dispuestos y/o conectados de tal manera que una corriente que fluya a través de un primer subdevanado del devanado de excitación fluya, por ejemplo, en una dirección en sentido horario, en el que la misma corriente que fluya a través de un segundo subdevanado del devanado de detección fluya en sentido contrario a las agujas del reloj. La dirección del flujo de corriente se define con respecto a un eje de simetría o eje central de cada subdevanado, en el que los ejes de todos los subdevanados pueden estar orientados paralelos entre sí. En caso de que el devanado de excitación comprenda más de dos subdevanados, los ejes centrales de todos los subdevanados pueden disponerse a lo largo de un eje común con una distancia predeterminada, en el que el eje común puede orientarse paralelamente a una dirección longitudinal (que corresponda a una dirección de recorrido de los vehículos que circulen sobre la superficie de la vía), o a una dirección lateral (que corresponda a una dirección perpendicular a la dirección longitudinal).

40 En este caso, las tensiones inducidas por el campo primario o por el campo total dentro del primer y el segundo subdevanado de excitación tendrán diferentes signos.

45 El sistema de detección inductiva que comprenda al menos un devanado no dependerá de la característica por la que el sistema de detección inductiva proporciona múltiples devanados de detección, en particular en una estructura reticulada. Por lo tanto, es posible que el sistema de detección inductiva comprenda al menos un devanado de excitación y esté diseñado de acuerdo con una de las realizaciones previamente descritas. Dicho sistema de seguridad constituye una invención independiente.

50 Se describe adicionalmente una realización, en la que la unidad primaria comprende un sensor acústico y un medio de generación de impulsos de corriente. A través del medio de generación de impulsos de corriente puede generarse un impulso de corriente, y aplicarse el mismo a un devanado de excitación, por ejemplo. También es posible aplicar el impulso de corriente a una o múltiples líneas de fase de la estructura de devanado primario. En este caso, se genera un campo de excitación de tipo impulso. Este campo de excitación generará corrientes parásitas en un objeto metálico extraño colocado dentro del área de vigilancia. En una interacción de este tipo de corrientes parásitas con el campo de excitación o con otro campo electromagnético, una fuerza, en particular una fuerza de Lorentz, actuará sobre el objeto metálico extraño. Dado que la fuerza es una fuerza alterna, el objeto metálico puede comenzar a vibrar. Estas vibraciones pueden causar oscilaciones del aire o de la estructura de vía que proporciona la superficie sobre la que esté situado el objeto, pudiendo detectarse dichas oscilaciones mediante el sensor acústico. Alternativa o adicionalmente, también es posible que las fuerzas de Lorentz muevan hacia arriba, extiendan y/o deformen el objeto. Si termina el impulso, el objeto volverá a su estado original, por ejemplo caerá hacia abajo sobre la superficie de vía o volverá a la forma original. Debido a la reducida absorción de energía del entorno, el objeto comenzará a vibrar sobre la superficie como resultado de este proceso.

Esto permite aumentar ventajosamente la solidez de detección, proporcionando un método de detección adicional.

También es posible detectar un campo electromagnético generado por la corriente parásita dentro del objeto metálico extraño. En este caso, puede generarse un campo magnético permanente, por ejemplo mediante un imán o un electroimán permanente, y puede medirse la tensión de retroinducida que está inducida por el campo magnético generado por la corriente parásita. Esto puede hacerse usando una estructura de devanado separada, o la estructura del devanado de excitación.

El sistema de seguridad que comprende un sensor acústico y un medio de generación de impulsos de corriente no depende de la característica por la que el sistema de detección inductiva proporciona múltiples devanados de detección, en particular en una estructura reticulada. Por lo tanto, un sistema de seguridad que comprende un sensor acústico y un medio de generación de impulsos de corriente constituye una invención independiente.

Se describe adicionalmente una realización, en la que el sistema de seguridad comprende un dispositivo transmisor de microondas y un dispositivo receptor de microondas. El dispositivo de transmisión y el dispositivo receptor pueden comprender o estar diseñados como una antena.

El dispositivo transmisor puede diseñarse y/o disponerse de manera que puedan emitirse ondas de radar o microondas a lo largo de la superficie de carga. En este caso, el dispositivo receptor, que esté construido como un sensor de radar o de microondas, puede recibir las ondas reflejadas por el objeto extraño. Esto permite una detección adicional de tipo radar de los objetos extraños situados en la proximidad de la unidad primaria.

En particular, el dispositivo transmisor de microondas puede operarse mediante, o comprender, un generador LC que genere las microondas. El generador LC comprende al menos un elemento inductivo, un elemento capacitivo y una fuente de tensión. El elemento inductivo y el capacitivo pueden conectarse en paralelo o en serie. La fuente de tensión proporciona tensión con la frecuencia resonante de la conexión en paralelo o en serie del elemento inductivo y el capacitivo. El generador LC puede diseñarse de tal manera que, si se sitúa un objeto estacionario, en particular de metal, en la proximidad del generador LC, se desintonizará la frecuencia operativa del generador LC debido a la inductancia cambiada del elemento inductivo.

En este caso, las ondas recibidas por el dispositivo receptor tendrán una frecuencia que dependa del grado de desintonización, lo que, a su vez, dependerá del cambio de la inductividad del generador LC producido por el objeto extraño. En función de la frecuencia cambiada, puede detectarse un objeto estacionario.

Adicionalmente, también es posible que un objeto en movimiento cause el cambio de la frecuencia de las microondas reflejadas. Esto permite detectar objetos en movimiento dentro de un intervalo de detección de la configuración del transmisor-receptor de microondas.

El dispositivo transmisor y el dispositivo receptor pueden diseñarse como elementos separados de los devanados de detección o los devanados de excitación.

En particular, el sistema de seguridad propuesto puede detectar objetos metálicos. Además, el sistema de seguridad propuesto puede detectar objetos en movimiento, tales como animales o el objeto metálico vibrante anteriormente mencionado, debido a una evaluación de acuerdo con el efecto Doppler.

La realización que comprende el dispositivo transmisor y el dispositivo receptor presenta una invención independiente. Así, se describe un sistema de seguridad para un sistema de transferencia inductiva de energía, para transferir energía a un vehículo situado sobre la superficie de una vía. Una unidad primaria comprende al menos un devanado primario, para generar un campo electromagnético primario para la transferencia inductiva de energía, en el que una superficie de carga de la vía está asignada al devanado primario. El sistema de seguridad comprende al menos un dispositivo transmisor de microondas y al menos un dispositivo receptor de microondas. El dispositivo transmisor puede diseñarse y/o disponerse de manera que puedan emitirse ondas de radar o microondas, a lo largo de la superficie de carga. El dispositivo receptor puede diseñarse y/o disponerse de manera que pueda recibir las ondas de radar o microondas reflejadas, emitidas a lo largo de la superficie de carga.

Se describe adicionalmente una realización en la que al menos uno de los devanados de detección está diseñado como el dispositivo receptor de microondas y/o un devanado de excitación está diseñado como el dispositivo transmisor de microondas. Diseñar al menos un devanado de detección como un receptor de microondas y/o un devanado de excitación como el dispositivo transmisor de microondas no depende de la característica por la que el sistema de detección inductiva proporciona múltiples devanados de detección, en particular en una estructura reticulada. Por lo tanto, un sistema de seguridad que comprenda al menos uno de tales devanados de detección o devanados de excitación constituye una invención independiente.

En otra realización, los devanados de detección están diseñados como devanados de detección circulares. Los devanados de detección circulares pueden disponerse de tal manera que las superficies de detección de los devanados de detección cubran una parte predeterminada de la superficie de carga, por ejemplo en un plano común

de proyección. Un devanado de detección circular proporciona una sensibilidad óptima con respecto a la superficie de detección circular del devanado de detección. Por ejemplo, la sensibilidad puede ser constante para la superficie de detección total, o un 99 % de la superficie de detección del devanado de detección.

5 Esto proporciona ventajosamente una alta sensibilidad de detección.

Se describe adicionalmente una realización en la que las superficies de detección circulares de al menos dos devanados de detección circulares se solapan al menos parcialmente, por ejemplo en un plano común de proyección. Si las superficies de detección de los devanados de detección colindantes no se solapan, existen
10 espacios intermedios situados fuera de la superficie de detección entre los devanados de detección. Estos espacios intermedios reducirán la sensibilidad global del sistema de seguridad, o incluso harán imposible la detección. Al contar con devanados de detección con superficies de detección solapadas, puede superarse ventajosamente esta desventaja.

15 Diseñar los devanados de detección como devanados de detección circulares no depende de la característica por la que el sistema de detección inductiva proporciona múltiples devanados de detección, en particular en una estructura reticulada. Por lo tanto, un sistema de seguridad que comprenda al menos uno de tales devanados de detección constituye una invención independiente.

20 En una realización preferida, los devanados de detección están diseñados como devanados de detección conformados hexagonal o rectangularmente. Los múltiples devanados de detección de forma hexagonal pueden disponerse en una estructura reticulada, de tal manera que las superficies de detección de los devanados de detección cubran una parte predeterminada de la superficie de carga, por ejemplo un 80 %, 90 % o 95 %, por
25 ejemplo en un plano común de proyección. También es posible utilizar devanados de detección de forma cuadrada o de forma rectangular. Sin embargo, los devanados de detección de forma hexagonal propuestos proporcionan ventajosamente una alta sensibilidad, dentro de las superficies de detección encerradas por los devanados de detección, y, aún más ventajosamente, permiten disponer múltiples devanados de detección de tal manera que se minimicen los espacios intermedios entre los devanados de detección.

30 En particular, los múltiples devanados de detección de forma hexagonal se disponen de tal manera que se proporcione una estructura de nido de abeja. Esta estructura de nido de abeja proporciona ventajosamente una alta sensibilidad de detección en una gran área de la superficie de vía, es decir, una cobertura de detección óptima. La forma de hexágono es similar a un círculo, y presenta la ventaja de tener la misma respuesta a un objeto de prueba colocado en una posición arbitraria dentro de toda la superficie de detección, y minimiza adicionalmente los espacios
35 intermedios entre los devanados de detección.

El diseño de los devanados de detección como devanados de detección de forma hexagonal o rectangular no depende de la característica por la que el sistema de detección inductiva proporciona múltiples devanados de detección, en particular en una estructura reticulada. Por lo tanto, un sistema de seguridad que comprenda al menos
40 uno de tales devanados de detección constituye una invención independiente.

Un número predeterminado de los devanados de detección dentro de la matriz puede proporcionar los subdevanados previamente descritos de un devanado de detección. En este caso, los subdevanados pueden disponerse y/o conectarse de tal manera que se proporcione el devanado de detección de compensación del campo
45 primario o del campo total anteriormente mencionado.

En una realización preferida, la unidad primaria comprende al menos un medio de supresión del campo total para generar un campo de supresión, en el que el medio de supresión se diseña y/o dispone de tal manera que el campo de supresión cancele al menos parcialmente el campo total. El campo total es el campo electromagnético resultante del campo primario generado por la estructura de devanado primario y, en su caso, de un campo secundario generado por la estructura de devanado secundario.
50

El medio de supresión puede comprender uno o más devanados de supresión que sean diferentes del/los devanado/s de excitación y el/los devanado/s de detección. En particular, el medio de supresión puede asignarse a un área de supresión de la superficie de vía, en particular de la superficie del área de vigilancia, estando diseñado el campo de supresión de tal manera que el campo de supresión suprima o reduzca el campo total que se extiende a través del área de supresión.
55

Preferiblemente, el/los devanado/s de excitación y/o el/los devanado/s de detección proporcionan el medio de supresión. Esto permite operar ventajosamente el devanado de detección y de excitación en un primer modo operativo, para detectar un objeto extraño y, en un modo operativo diferente, para suprimir el campo total en un área en la que se encuentre el objeto extraño. Es posible determinar el área de ubicación o la posición del objeto, por ejemplo, en función de las tensiones de salida de devanados de detección específicos. En consecuencia, pueden operarse los medios de supresión, por ejemplo, los devanados de detección y/o uno o más devanados de excitación, que estén asignados al área de ubicación de la posición del objeto, de tal manera que se genere el campo de supresión. El área de supresión puede ser igual a o mayor que el área de detección mencionada anteriormente. Por
60
65

lo tanto, los medios de supresión deberán diseñarse en consecuencia.

Tal sistema de seguridad permite detectar ventajosamente un objeto extraño, y garantiza adicionalmente un funcionamiento seguro del sistema de transferencia inductiva de energía. Si se suprime o reduce el campo total dentro del área de colocación, se impedirán o reducirán los efectos sobre el calentamiento del objeto, por ejemplo. Esto, a su vez, reduce el riesgo de lesionar a una persona o de dañar la unidad primaria, por ejemplo.

Proporcionar un sistema de seguridad que comprenda al menos un medio de supresión del campo total no depende de la característica por la que el sistema de detección inductiva proporciona múltiples devanados de detección, en particular en una estructura reticulada. Por lo tanto, un sistema de seguridad que comprenda al menos un medio de supresión del campo total constituye una invención independiente.

Se propone adicionalmente un método de operación de un sistema de seguridad de acuerdo con una de las realizaciones previamente descritas. En tal método, se mide una señal de salida de cada uno de los múltiples devanados de detección y se determina una característica o parámetro eléctrico, por ejemplo la tensión de inductancia o de salida de cada devanado de detección, en función de la señal de salida medida, y se compara con un valor de referencia. Si la diferencia de la característica o parámetro eléctrico para el valor de referencia es mayor que un valor umbral predeterminado, puede detectarse la presencia de un objeto extraño y puede generarse una señal de notificación. Esto permite ventajosamente una detección sencilla de un objeto extraño en la proximidad de la unidad primaria.

En otra realización, se genera un campo de excitación mediante al menos un devanado de excitación. Al menos un correspondiente devanado de detección recibe el campo de excitación, o una parte del campo de excitación. Esto significa que al menos una parte de un flujo magnético del campo de excitación se extiende a través de una superficie de detección del/los correspondientes devanado/s de detección. Entonces, se evalúa la tensión de salida del al menos un devanado de detección. Si la tensión de salida se desvía de una tensión de salida predeterminada, puede generarse una señal de notificación.

También es posible generar una señal de notificación, si un recorrido y/o una magnitud de la tensión de salida se desvía de un recorrido y/o magnitud predeterminados de la tensión de salida.

Esto proporciona ventajosamente un método sencillo de detección rápida y fiable de un objeto extraño, situado en la proximidad de una unidad primaria de un sistema de transferencia inductiva de energía.

Se describe adicionalmente una realización en la que un sensor acústico capta ondas de sonido, en un área de vigilancia de la unidad primaria tras la generación del campo de excitación. Se evalúa una señal de salida del sensor acústico. Esto aumenta ventajosamente la solidez de detección. Como se ha explicado anteriormente, la corriente parásita puede causar una vibración del objeto metálico exterior y, por lo tanto, se generan ondas de sonido. Midiendo estas ondas de sonido puede detectarse (adicionalmente) la presencia de un objeto extraño.

Se describe adicionalmente una realización en la que se emite una señal de radar o de microondas, a lo largo de la superficie de carga, en la que al menos un dispositivo de recepción de microondas recibe la señal reflejada, en la que se lleva a cabo una detección de objetos a base de radar o de microondas en función de la señal recibida. Esto permite ventajosamente una detección sólida en el método propuesto.

En otra realización, si se ha detectado un objeto extraño, al menos un medio de supresión del campo total genera un campo de supresión. En particular, el campo de supresión puede generarse de tal manera que sólo se cancele el campo total en un área de ubicación, en la que el área de ubicación es el área donde se encuentra un objeto extraño detectado sobre la superficie de vía. En este caso, sólo se cancela o reduce una parte del campo total, en particular una parte local. Esto proporciona ventajosamente una supresión o reducción del campo total específica a una ubicación, al tiempo que no resulta necesario interrumpir totalmente la operación de la unidad primaria durante la transferencia inductiva de energía.

Se describe adicionalmente un método de construcción de un sistema de seguridad para una unidad primaria de un sistema de transferencia inductiva de energía, en el que la unidad primaria comprende al menos un devanado primario para generar un campo electromagnético primario, para la transferencia inductiva de energía, en el que se asigna una superficie de carga de la vía al devanado primario. El método comprende las etapas de

- proporcionar múltiples devanados de detección,
- disponer los devanados de detección en una estructura reticulada, en el que la estructura reticulada cubra la superficie de carga al menos parcialmente.

En particular, los devanados de detección pueden disponerse de tal manera que un objeto extraño, situado sobre la superficie de carga, cambie un flujo magnético a través de (una/s) superficie/s de detección de los devanados de detección.

El método permite modificar ventajosamente las unidades primarias existentes, mediante la provisión de devanados de detección adicionales.

5 Además, se proporciona al menos un devanado de excitación, en el que el al menos un devanado de excitación puede ser diferente del devanado primario. El devanado de excitación se dispone de tal manera que al menos una parte predeterminada de un flujo magnético, de un campo de excitación, se extienda a través de una superficie de detección del al menos un devanado de detección.

10 Esto proporciona ventajosamente un sistema de seguridad, en el que la generación y la detección del campo de excitación es independiente del devanado primario.

Se describirán a continuación ejemplos de la invención, con referencia a las figuras adjuntas. Las figuras muestran:

- 15 La Fig. 1 un diagrama de bloques esquemático de un sistema de detección inductiva,
- La Fig. 2 un diagrama esquemático de un sistema de seguridad
- La Fig. 3 un diagrama esquemático del sistema de seguridad propuesto en una primera realización,
- La Fig. 4 un diagrama esquemático del sistema de seguridad propuesto en una segunda realización,
- La Fig. 5 una disposición esquemática de un devanado de excitación y de un devanado de detección,
- 20 La Fig. 6a un diseño esquemático de un devanado de detección y de múltiples devanados de excitación,
- La Fig. 6b otro diseño esquemático de un devanado de detección y de múltiples devanados de excitación,
- La Fig. 7 otro diseño esquemático de un devanado de detección y de múltiples devanados de excitación,
- La Fig. 8 un circuito equivalente del sistema mostrado en la Fig. 7,
- La Fig. 9 un diagrama esquemático del sistema de seguridad propuesto en una tercera realización,
- La Fig. 10 un circuito equivalente del sistema mostrado en la Fig. 9,
- 25 La Fig. 11 un diagrama esquemático del sistema de seguridad propuesto en una cuarta realización,
- La Fig. 12 un diagrama esquemático del sistema de seguridad propuesto en una quinta realización,
- La Fig. 12a un diagrama esquemático de un sistema de seguridad propuesto en una sexta realización
- La Fig. 13 un diagrama esquemático del sistema de seguridad propuesto en una séptima realización,
- La Fig. 14 una estructura reticulada de devanados de detección circulares,
- 30 La Fig. 15 otra estructura reticulada de devanados de detección circulares,
- La Fig. 16 una estructura reticulada, en forma de panal de abeja, de devanados de detección de forma hexagonal,
- La Fig. 17 una vista detallada de devanados de detección de forma hexagonal,
- La Fig. 18 un diagrama esquemático del sistema de seguridad propuesto en una octava realización,
- 35 La Fig. 19 un diagrama esquemático del sistema de seguridad propuesto en una novena realización, y
- La Fig. 20 un diagrama esquemático de un devanado de compensación del campo total.

La Fig. 1 muestra un diagrama de bloques esquemático de un sistema de detección inductiva 1. El sistema de detección inductiva 1 comprende un devanado de detección 2, que presenta dos espiras. El devanado de detección 2 está conectado a una unidad de evaluación 3, que evalúa una inductancia del devanado de detección 2.

La inductancia puede determinarse, por ejemplo, mediante uno o más de los métodos siguientes:

- 45 a) medir un cambio de corriente en las terminales de conexión del devanado de detección 2, con una tensión constante que caiga a través de los terminales de conexión,
- b) medir una reactancia con una corriente constante que fluya a través de los terminales de conexión del devanado 2, mediante la evaluación de un cambio de tensión de una tensión que caiga a través de los terminales de detección,
- 50 c) medir la denominada frecuencia heterodina, por ejemplo a través de la medición directa de la frecuencia digital y/o
- d) comparar la frecuencia resonante de un circuito resonante proporcionado por el devanado de detección 2 y un condensador adicional, con una frecuencia de referencia.

Se muestra un objeto 4 colocado en la proximidad del devanado de detección 2. Si no hay presente ningún objeto 4 en la proximidad o dentro del área de detección del devanado de detección 2, la unidad de evaluación 3 determinará una inductancia L_0 de base. Si el objeto 4 está situado en la proximidad del área de detección del devanado de detección 2, la inductancia cambiará de la inductancia L_0 de base a una inductancia $L_0 + \Delta L$ cambiada. La presencia del objeto 4 puede detectarse, por ejemplo, si el cambio de la inductancia ΔL es mayor que un valor umbral predeterminado. También es posible detectar el tipo de objeto en función del cambio la inductancia ΔL . En este caso el objeto podrá detectarse, por ejemplo, si es un objeto diamagnético, por ejemplo que consista en aluminio, cobre, hierro ferromagnético y/o ferrita, etc.

La Fig. 2 muestra un sistema de seguridad 5 El sistema de seguridad 5 comprende un devanado de detección 2, un sensor 6 de tensión y una estructura 7 de devanado primario de una unidad primaria, de un sistema para la transferencia inductiva de energía a un vehículo (no mostrado). La estructura 7 de devanado primario se compone de tres líneas de fase individuales, que se extienden de manera serpenteante en una dirección de desplazamiento

de los vehículos que circulan sobre la superficie de la vía 11 (dirección longitudinal). En el sistema mostrado, la estructura 7 de devanado primario sirve como un devanado de excitación que genera un campo de excitación electromagnético alterno, que está simbolizado por unas líneas 8 de campo. Tal como se muestra, un flujo magnético se extiende a través de una superficie de detección 9 del devanado 2 de detección. La magnitud del flujo magnético cambiará dependiendo de la presencia de un objeto 4 en la proximidad del devanado 2 de detección. Tal como se muestra, el devanado de detección 2 está dispuesto de tal manera que el objeto 4, que está situado sobre una superficie de carga 10 de la vía 11 para el vehículo, se encuentre entre el devanado de excitación y el devanado de detección 2. La superficie de carga 10 de la vía 11 es una subparte de la superficie de vía. La estructura 7 de devanado primario está situada bajo la superficie de vía. Si se coloca el objeto 4 sobre la superficie de carga 10, la tensión de salida del devanado de detección 2 cambiará en comparación con un modo operativo normal, en el que no hay objeto 4 alguno colocado sobre la superficie de vigilancia 10. Por lo tanto, el cambio de la tensión de salida indica la presencia del objeto 4. El objeto 4 podrá detectarse si el cambio de la tensión de salida es mayor que un valor umbral predeterminado. En la Fig. 2, sólo se muestra un devanado de detección 2 de una estructura reticulada de devanados de detección 2, con fines ilustrativos.

Es posible operar la estructura 7 de devanado primario en dos frecuencias. Una primera frecuencia puede ser una frecuencia operativa si la estructura 7 de devanado primario genera un campo electromagnético, con el fin de transferir energía a una unidad secundaria de un vehículo (no mostrado). Una segunda frecuencia puede ser una frecuencia en un modo de detección, en el que la estructura 7 de devanado primario genere el campo de excitación 8.

En la Fig. 3 se muestra una realización de un sistema de seguridad 5 propuesto. El sistema de seguridad 5 comprende un devanado de detección 2 y un devanado de excitación 12, que es diferente de la estructura 7 de devanado primario de la unidad primaria mostrada en la Fig. 2. El devanado de excitación 12 se opera mediante un generador 13 de alta frecuencia. De este modo, el devanado de excitación 12 genera un campo de excitación alterno que está simbolizado por las líneas de campo 8. En la Fig. 3, se asigna el devanado de detección 2 al devanado de excitación 12. Esto significa que al menos una parte de un flujo magnético, proporcionado por el campo de excitación 8 generado por el devanado de excitación 12, se extiende a través de una superficie de detección 9 del devanado de detección 2. Si se coloca un objeto 4 sobre una superficie de carga 10 de la vía 11, la tensión de salida del devanado de excitación 12 cambiará en comparación con un modo operativo normal, en el que no haya objeto 4 alguno situado sobre la superficie de carga 10. El sensor 6 de tensión detecta el cambio de tensión. Por tanto, puede detectarse la presencia del objeto 4 en función del cambio de la tensión de salida del devanado de detección 2.

En la Fig. 3, la superficie de carga 10 y, por lo tanto, el objeto 4 situado sobre la superficie de carga 10, se encuentra en un espacio intermedio entre el devanado de excitación 12 y el devanado de detección 2. El devanado de detección 2 puede disponerse sobre un vehículo, en particular, puede ser parte de una unidad secundaria de lado de vehículo (no mostrada). Como en la Fig. 2, sólo se muestra uno de los múltiples devanados de detección 2 y un devanado de excitación 12.

En la Fig. 4, se muestra otra realización de un sistema de seguridad 5 propuesto. En contraste con el sistema de seguridad 5 mostrado en la Fig. 3, el sistema de seguridad 5 mostrado en la Fig. 4 está diseñado de tal manera que un objeto 4, situado sobre una superficie de carga 10 de una vía 11, esté situado encima de un devanado de excitación 12 y encima de un devanado de detección 2. Tanto el devanado de excitación 12 y el devanado de detección 2 están dispuestos bajo una superficie de la vía 11, estando situado el objeto 4 encima o en la superficie de la vía 11. Esto permite ventajosamente un diseño compacto del sistema de seguridad 5. Como en la Fig. 2, sólo se muestra uno de los múltiples devanados de detección 2 y sólo un devanado 12 de excitación.

En la Fig. 5, se muestra un diseño esquemático de un devanado de detección 2 y de un devanado de excitación 12. El devanado de detección 2 es un devanado circular con una superficie de detección 9 de forma circular. El devanado de excitación 12 comprende una primera media espira 14 y una segunda media espira 15. Un radio de cada una de las medias espiras 14, 15 es menor que el radio del devanado de detección 2 de forma circular. Las direcciones de las espiras 16, 17 son opuestas entre sí. Tanto la primera media espira 14 como la segunda media espira 15 están dispuestas concéntricas con un eje central común, que está alineado con un eje central del devanado de detección 2 de forma circular. Si una corriente I fluye a través de la primera y la segunda media espira 14, 15, se genera un campo de excitación simbolizado por las líneas de campo 8. En particular, una dirección de flujo de la corriente I en la primera media espira 14 (indicada por una flecha 16) está orientada en sentido horario con respecto al eje central común, estando orientada en sentido antihorario la dirección de flujo de la corriente en la segunda media espira 15 (indicado por la flecha 17). En un modo operativo normal, esto significa que si no hay objeto extraño 4 (véase la Fig. 3) colocado en la proximidad del devanado 2 de detección (es decir, el área de vigilancia), el flujo magnético total a través de la superficie de detección 9 del devanado 2 de detección es nulo. La primera y la segunda media espira 14, 15 están conectadas por una línea de conexión 18. Si se coloca un objeto 4 en la proximidad del devanado 2 de detección, el flujo magnético que se extiende a través de la superficie de detección 9 se desviará de cero. Así, el devanado de detección 2 generará una tensión distinta de cero, que puede medirse mediante un sensor de tensión 6. Se muestra también un generador de alta frecuencia 13, que genera la corriente alterna I .

En la Fig. 6a, se muestra un diseño esquemático de un devanado de detección 2 y de múltiples devanados de excitación 12a, 12b. La disposición comprende un devanado de detección 2 de forma rectangular, que encierra una superficie de detección 9. Un sensor 6 de tensión está conectado a los terminales de conexión del devanado de detección 2. Adicionalmente, la disposición comprende un primer devanado de excitación 12a y un segundo devanado de excitación 12b, que se operan mediante los generadores 13 de alta frecuencia, respectivamente. Sin embargo, es posible que el devanado de detección 2 y los devanados de excitación 12a, 12b puedan tener otra forma que tenga un eje de simetría.

El primer devanado de excitación 12a comprende o proporciona un número par de subdevanados consecutivos, de forma rectangular, orientados en sentido opuesto, con dimensiones idénticas, en este caso cuatro subdevanados 36a, 36b, 36c, 36d, que se extienden a lo largo de un eje central común simbolizado por una flecha 19. En este caso, cada subdevanado 36a, 36b, 36c, 36d proporciona un polo. Los subdevanados 36a, 36b, 36c, 36d consecutivos están conectados de tal manera que una dirección de flujo de una corriente I1, en los subdevanados 36a, 36c impares, corresponda a una dirección contraria a las agujas del reloj, en el que la dirección de flujo de una corriente I1 en los subdevanados 36b, 36d pares corresponderá a la dirección de las agujas de reloj, en el que la dirección de las agujas del reloj se determina con respecto a un eje perpendicular al plano de proyección y apuntando hacia el que mira.

El segundo devanado de excitación 12b está diseñado de manera similar al primer devanado de excitación 12a, pero dispuesto con un desplazamiento A a lo largo del eje longitudinal central 19. Esto significa que el segundo devanado de excitación 12b también comprende o proporciona un número par de subdevanados consecutivos, de forma rectangular, en este caso cuatro subdevanados 37a, 37b, 37c, 37d orientados en sentido opuesto, que se extienden a lo largo del eje central común simbolizado por la flecha 19.

Puede observarse que el devanado de detección 2 y los devanados de excitación 12a, 12b están diseñados y dispuestos de tal manera que, si los devanados de excitación 12a, 12b sobresalen hacia el plano de la superficie de detección 9 del devanado de detección 2, el devanado de detección 2 encierre el segundo y tercer subdevanados 36b, 36c del primer devanado de excitación 12a y una mitad del primer subdevanado 37a, el segundo subdevanado 37b y una mitad del tercer subdevanado 37c del segundo devanado de excitación 12b. Así, el devanado de detección 2 encierra dos polos de cada devanado de excitación 12a, 12b.

Por lo tanto, un flujo magnético representado por las líneas de campo 8, generado por el primer devanado de excitación 12a, que se extiende a través de la superficie de detección 9, será nulo en un modo operativo normal (sin objeto extraño 4). Además, el flujo magnético representado por las líneas de campo 8, generado por el segundo devanado de excitación 12b, que se extiende a través de la superficie de detección 9, será nulo en un modo operativo normal.

Mediante el uso de dos devanados de excitación 12a, 12b que estén desplazados con un desplazamiento A, se puede lograr una mayor sensibilidad de detección. Teniendo en cuenta la disposición mostrada en la Fig. 5, un objeto 4 colocado simétricamente sobre la línea de conexión 18 alterará el flujo magnético, a través del área encerrada por la primera media espira 14 y la línea de conexión 18, de la misma forma que el flujo magnético a través del área encerrada por la segunda media espira 15 y la línea de conexión 18. Si se coloca un objeto extraño 4 simétricamente sobre una sección de conexión 20b, de por ejemplo el segundo subdevanado 37b y el tercer subdevanado 37c del segundo devanado de excitación 12b, el objeto 4 alterará de la misma manera el flujo magnético generado por un flujo de una corriente I2, a través de los dos subdevanados 37b, 37c colindantes del segundo devanado de excitación 12b. En tal configuración, se alterará de manera similar el flujo magnético generado por el segundo y el tercer subdevanados 37b, 37c.

Sin embargo, debido al desplazamiento, el objeto 4 alterará el flujo magnético del tercer subdevanado 36c del primer devanado de excitación 12a de manera diferente al flujo magnético del segundo subdevanado 36b, ya que estos subdevanados 36a, 36b están desplazados con un desplazamiento A con respecto a los subdevanados 37b, 37c del segundo devanado de excitación 12b. Tal disposición aumenta la solidez de la detección.

El desplazamiento A puede elegirse de tal manera que el primer y el segundo devanados de excitación 12a, 12b estén magnéticamente desconectados, y sus generadores 13 de alta frecuencia puedan operarse de forma independiente entre sí. Otra opción es operar los generadores 13 de alta frecuencia en un modo operativo cíclico, en el que se opere el generador 13 de alta frecuencia del primer devanado de excitación 12a o bien el generador 13 de alta frecuencia del segundo devanado de excitación 12b, con el fin de asegurar un desacoplamiento magnético. También es posible conectar el primer y el segundo devanados de excitación 12a, 12b en serie. En este caso, el desacoplamiento aún resultará útil para reducir la impedancia de los devanados de excitación 12a, 12b, para limitar la tensión del generador.

Así, se muestra una disposición de al menos dos devanados de excitación 12a, 12b, en la que cada devanado de excitación 12a, 12b comprende al menos dos subdevanados que se extienden a lo largo de un eje central común 19, en la que los subdevanados están diseñados y conectados de tal manera que la dirección de una corriente, que fluya a través de un subdevanado, esté orientada de forma opuesta a la dirección de una corriente que fluya a través

de un subdevanado consecutivo, en la que los correspondientes subdevanados de los dos devanados de excitación 12a, 12b están separados entre sí con un desplazamiento A, a lo largo del eje central común 19. El eje central común 19 es perpendicular a los ejes centrales de los subdevanados. El desplazamiento A puede elegirse para que sea igual o mayor que una dimensión, es decir, un diámetro del objeto 4 más pequeño a detectar. Alternativa o
5 adicionalmente, el desplazamiento A puede elegirse de tal manera que un acoplamiento magnético entre los devanados de excitación 12a, 12b sea menor que un valor predeterminado, preferiblemente cero, y/o de tal manera que se proporcione la inductancia mutua mínima entre los devanados de excitación 12a, 12b. Esto significa que no existe transferencia de energía entre los respectivos devanados de excitación 12a, 12b, o sólo una cantidad mínima.

10 En la Fig. 6b se muestra otro diseño esquemático de un devanado de detección 2, y de múltiples devanados de excitación 12a, 12b, 12c, 12d. En contraste con el diseño mostrado en la Fig. 6a, se proporcionan dos devanados de excitación 12c, 12d adicionales. Estos devanados de excitación 12c, 12d adicionales están diseñados de manera similar a los devanados de excitación 12a, 12b, en particular con un desplazamiento B a lo largo de un eje central común 19b. El desplazamiento B puede ser igual o diferente que el desplazamiento A. Sin embargo, el eje central
15 común 19b está orientado con un ángulo predeterminado con respecto al eje central común 19 de los devanados de excitación 12a, 12b, en particular perpendicular al eje central común 19 de los devanados de excitación 12a, 12b. Esto aumenta adicionalmente la sensibilidad de detección.

20 Así, se muestra una disposición de al menos cuatro devanados de excitación 12a, 12b, 12c, 12d, en la que cada devanado de excitación 12a, 12b, 12c, 12d comprende al menos dos subdevanados. Los subdevanados de un conjunto de dos devanados de excitación 12a, 12b se extienden a lo largo de un primer eje central común 19, en la que los subdevanados están diseñados y conectados de tal manera que la dirección de una corriente que fluya, a través de un subdevanado, esté orientada de forma opuesta a la dirección de una corriente que fluya a través de un subdevanado consecutivo, en la que los correspondientes subdevanados de los dos devanados de excitación 12a,
25 12b están separados con un primer desplazamiento A, a lo largo del primer eje central común 19. Los subdevanados de otro conjunto de dos devanados de excitación 12c, 12d se extienden a lo largo de un segundo eje central común 19b, en la que los subdevanados están diseñados y conectados de tal manera que la dirección de una corriente, que fluya a través de un subdevanado, esté orientada de forma opuesta a la dirección de una corriente que fluya a través de un subdevanado consecutivo, en la que los correspondientes subdevanados de los dos devanados de excitación 12c, 12d están separados entre sí con un segundo desplazamiento B, a lo largo del segundo eje central común 19b que encierra un ángulo predeterminado con el primer eje central común 19.

30 Así, se proporciona una configuración en la que se minimiza el número de configuraciones equilibradas. En este contexto, "configuración equilibrada" significa que un flujo magnético generado por los devanados de excitación 12a, 12b, 12c, 12d, que se extienda a través de la superficie de detección 9 del devanado de detección 2, será cero, aunque haya un objeto extraño 4 situado en el área de vigilancia, por ejemplo en la proximidad del devanado de detección 2 y/o de los devanados de excitación 12a, 12b, 12c, 12d.

35 Por supuesto, es posible proporcionar más de dos subdevanados por devanado de excitación, y/o más de dos devanados de excitación que se extiendan a lo largo de un eje central común y/o más de dos conjuntos de devanados de excitación que se extiendan a lo largo de diferentes ejes centrales comunes.

40 En la Fig. 5, en la Fig. 6a y en la Fig. 6b se muestra que un diámetro, o tamaño geométrico, del devanado de detección 2 es mayor que un diámetro o tamaño geométrico de los subdevanados 36a, 36b, 36c, 36d, 37a, 37b, 37c, 37d proporcionados por los devanados de excitación 12a, 12b, 12c, 12d, o por las secciones de los devanados de excitación 12a, 12b. Sin embargo, es posible que el diámetro o tamaño geométrico de los subdevanados 36a, 36b, 36c, 36d, 37a, 37b, 37c, 37c de, 37d proporcionados por el/los devanado/s de excitación 12a, 12b, 12c, 12d sea mayor que el diámetro o tamaño geométrico del devanado 2 de detección. En este caso, sólo una parte del flujo magnético generado por el/los devanado/s de excitación 12a, 12b se extenderá a través de la superficie de detección 9. Esto disminuirá la sensibilidad de detección. En este caso, la sensibilidad de detección puede
45 aumentarse mediante el aumento del número de subdevanados 36a, 36b, 36c, 36d, 37a, 37b, 37c, 37d del devanado de detección 2.

50 En otra realización, también es posible utilizar sólo un devanado de excitación con un subdevanado, en la que el diámetro o tamaño geométrico del subdevanado sea mayor que el diámetro o tamaño geométrico del devanado 2 de detección. Esto dará lugar a una menor tensión inducida en el devanado de detección. En este caso, el número de devanados del devanado de detección 2 puede elegirse para que sea superior a un valor predeterminado, con el fin de aumentar la sensibilidad de detección.

55 En la Fig. 7, se muestra otro diseño esquemático de un devanado de detección 2 y de múltiples devanados de excitación 12a, 12b. La diferencia con el diseño mostrado en la Fig. 6a es que el primer devanado de excitación 12a está conectado en serie con el segundo devanado de excitación 12b. Además, el primer devanado de excitación 12a comprende sólo dos subdevanados 36a, 36b consecutivos, orientados en sentido opuesto, en el que el segundo devanado de excitación 12b comprende cuatro subdevanados 37a, 37b, 37c de, 37d consecutivos, orientados en sentido opuesto. Las corrientes I1, I2 que se alimentan a los devanados de excitación 12a, 12b se proporcionan mediante una fuente de corriente constante. La fuente de corriente constante comprende la fuente 13 de tensión, un
60
65

primer elemento inductivo L1, un segundo elemento inductivo L2, y un elemento capacitivo C1. El primer y el segundo elementos inductivos L1, L2 están conectados en serie a la fuente 13 de tensión, en el que el elemento capacitivo C1 está conectado en paralelo a la conexión en serie del primer elemento inductivo L1 y la fuente 13 de tensión.

5 Debido al número par de polos de los devanados de excitación 12, 12a, 12b, que están proporcionados por el número par de subdevanados 36a, 36b, 37a, 37b, 37c de, 37d, el campo total 24 descrito previamente (véase la Fig. 10) no alterará o influirá en las características operativas de la fuente de corriente constante. Si no hay ningún objeto metálico 4 situado en la proximidad de los devanados de excitación 12, 12a, 12b, la tensión inducida en el devanado de detección 2 será nula, debido al diseño y la disposición de los devanados de excitación 12, 12a, 12b (como se explica con respecto a la Fig. 6a).

15 En la Fig. 7 se muestra que un segundo elemento capacitivo C2 está conectado en paralelo al devanado 2. Si se induce una tensión en el devanado de detección 2, una corriente resonante relativamente alta fluirá a través del devanado de detección 2, dado que el segundo elemento capacitivo C2 proporciona una baja impedancia a la frecuencia de la tensión inducida. Esta corriente resonante genera una tensión que cae a través del segundo elemento capacitivo C2, siendo proporcional una amplitud de dicha tensión a la corriente resonante. Esto proporciona una alta sensibilidad de detección del diseño mostrado.

20 En las realizaciones mostradas en las Figs. 6a, 6b, 7, el número de espiras de cada subdevanado 36a, 36b, 36c, 36d, 37a, 37b, 37c de, 37d puede ser igual a uno, o superior a uno.

25 La Fig. 8 muestra un circuito equivalente del diseño mostrado en la Fig. 7. El diseño mostrado en la Fig. 8 proporciona un transformador de corriente, en el que una corriente de entrada I1 es constante y el circuito de salida proporciona una fuente de corriente. El devanado de detección 2 se opera en un modo resonante en paralelo.

30 La Fig. 9 muestra un diagrama esquemático del sistema de seguridad 5 propuesto, en una cuarta realización. Se hace funcionar un generador 13 de tensión a la frecuencia resonante de un circuito oscilante, en la que la fuente 13 de tensión compensa las pérdidas del circuito oscilante. El circuito oscilante se proporciona mediante un elemento capacitivo resonante Cres y un devanado de excitación 12. Los elementos del circuito oscilante están diseñados de tal manera que el circuito oscilante proporcione una impedancia infinita con respecto a la fuente 13 de tensión.

35 Dentro del circuito oscilante, fluye una corriente resonante Ires. Esta corriente resonante Ires genera un campo de excitación, que recibe el devanado de detección 2, en el que el devanado de detección 2 genera una tensión relativamente alta que podrá detectar un sensor de tensión 6. Si se coloca un objeto extraño (no mostrado) en la proximidad del devanado de excitación 12, se desintoniza el circuito oscilante. En este caso, la frecuencia resonante del circuito oscilante no coincide con la frecuencia operativa de la fuente 13 de tensión.

40 Como se observó en la Fig. 10, que muestra un circuito equivalente del diseño mostrado en la Fig. 9, el circuito oscilante está acoplado al generador 13 de tensión mediante un elemento Z, en el que la impedancia del elemento Z es superior, por ejemplo 1000 veces más alta, que la impedancia proporcionada por el circuito oscilante o la impedancia del devanado de excitación 12. Así, el circuito oscilante está desacoplado de la fuente 13 de tensión.

45 Como resultado del desacoplamiento, la corriente resonante Ires disminuirá significativamente si se desintoniza el circuito oscilante. Esto disminuirá la magnitud del campo de excitación, lo que, a su vez, dará lugar a una caída de tensión de la tensión inducida en el devanado de detección 2. Dependiendo del recorrido de la tensión detectada por el sensor 6 de tensión, puede detectarse la presencia del objeto extraño en la proximidad del devanado de excitación 12. Tal diseño ofrece una alta sensibilidad de detección y una mayor solidez de la detección.

50 El desacoplamiento de la detección del campo primario o del campo total puede lograrse eligiendo una frecuencia resonante del circuito oscilante que sea diferente de la frecuencia operativa del campo primario o del campo total.

55 Para mejorar la estabilidad de la operación del circuito oscilante, puede medirse la temperatura mediante un sensor 38 de temperatura, en el que la frecuencia operativa del generador 13 de tensión esté adaptada a la temperatura medida.

60 El devanado de excitación 12 y/o el devanado de detección 2 pueden tener un diseño o forma arbitrarios. Sin embargo, resulta ventajoso que el devanado de excitación 12 y/o el devanado de detección 2 proporcionen un solo polo, por ejemplo que proporcionen sólo un subdevanado. En este caso, el devanado de excitación 12 y el devanado de detección 2 pueden diseñarse por igual, y disponerse de tal manera que sus ejes de simetría se correspondan entre sí. El número de espiras del devanado 12 de excitación puede elegirse para que sea diferente del número de espiras del devanado de detección 2, en particular menor que el mismo.

65 La Fig. 11 muestra un diagrama esquemático del sistema de seguridad 5 propuesto, en una quinta realización. En este caso, el devanado de detección 2 es parte de un circuito oscilante LC. Como se muestra en la Fig. 9, se hace funcionar un generador 13 de tensión en la frecuencia resonante del circuito oscilante, en el que la fuente 13 de

- tensión compensa las pérdidas del circuito oscilante. El circuito oscilante se proporciona mediante un elemento capacitivo resonante Cres y el devanado de detección 2. De nuevo, los elementos del circuito oscilante están diseñados de tal manera que el circuito oscilante proporcione una impedancia infinita, con respecto a la fuente 13 de tensión. En el circuito oscilante fluye una corriente resonante Ires. Esta corriente resonante Ires genera una tensión, que cae a través de la conexión en paralelo del elemento capacitivo Cres y del devanado de detección 2. Si se coloca un objeto extraño (no mostrado) en la proximidad del devanado de detección 2, se desintoniza el circuito oscilante. En este caso, la frecuencia resonante del circuito oscilante no coincide con la frecuencia operativa de la fuente 13 de tensión.
- El circuito oscilante está acoplado al generador 13 de tensión mediante un elemento Z, en el que la impedancia del elemento Z es superior, por ejemplo 1000 más alta, que la impedancia proporcionada por el circuito oscilante o la impedancia del devanado de detección 2. Así, el oscilante circuito está desacoplado de la fuente 13 de tensión.
- Como resultado del desacoplamiento, la corriente resonante Ires disminuirá significativamente si se desintoniza el circuito oscilante. Esto, a su vez, dará lugar a una caída de tensión de la tensión que cae a través de la conexión en paralelo anteriormente mencionada. Dependiendo del recorrido de la tensión detectada por el sensor 6 de tensión, puede detectarse la presencia del objeto extraño en la proximidad del devanado de excitación 12. Tal diseño ofrece una alta sensibilidad de detección y una mayor solidez de la detección.
- La Fig. 12 muestra un diagrama esquemático del sistema de seguridad 5 propuesto, en una sexta realización. El sistema de seguridad 5 comprende n circuitos oscilantes que están conectados en paralelo, en el que solo se utiliza un sensor 6 de tensión con el fin de medir la tensión que cae a través de la conexión en paralelo de todos los circuitos oscilantes. Cada circuito oscilante comprende un elemento capacitivo Cres₁, Cres₂, Cres_n y un devanado de detección 2₁, 2₂, 2_n, que proporciona el elemento inductivo. La sensibilidad de detección del sistema de seguridad 5 mostrado depende del número n de circuitos oscilantes conectados en paralelo. Un mayor número n de circuitos oscilantes disminuye la sensibilidad de detección. Sin embargo, es posible ajustar la sensibilidad de detección sintonizando la impedancia del elemento Z. Por ejemplo, puede aumentarse la impedancia del elemento Z hasta que una tensión que caiga a través de la conexión en paralelo de todos los circuitos oscilantes LC alcance un valor mínimo, representando el valor mínimo un valor de tensión que pueda medirse con una precisión deseada.
- Una propiedad importante del sistema de seguridad 5 mostrado en la Fig. 12 es una función de autovigilancia. Si un elemento de un circuito oscilante, por ejemplo un elemento capacitivo Cres₁, Cres₂, Cres_n o un devanado de detección 2₁, 2₂, 2_n, resulta defectuoso, por ejemplo crea un cortocircuito, la tensión medida por el sensor 6 de tensión se descompondrá.
- La Fig. 12a muestra un diagrama esquemático del sistema de seguridad 5 propuesto, en una séptima realización. El sistema de seguridad 5 está diseñado como el sistema de seguridad 5 mostrado en la Fig. 12, en el que el sistema de seguridad 5 comprende n conexiones en serie de un elemento Z₁, Z₂, ..., Z_n, con una impedancia predeterminada y un circuito oscilante, en el que dichas conexiones en serie están conectadas en paralelo. Sin embargo, el sistema de seguridad 5 comprende n sensores 6₁, 6₂, ..., 6_n de tensión, en el que cada sensor 6₁, 6₂, ..., 6_n de tensión mide la tensión que cae a través de un circuito oscilante. En este caso, el sistema de seguridad 5 comprende solamente una única fuente 13 de tensión por cada conjunto de conexiones paralelas. Sin embargo, el uso de n sensores 6₁, 6₂, ..., 6_n de tensión permite detectar o estimar ventajosamente una posición en la que se encuentre un objeto extraño 4 (véase, por ejemplo, la Fig. 1), dado que el objeto sólo desintonizará un circuito oscilante o un pequeño número de los mismos. En consecuencia, el/los correspondiente/s sensor/es 6₁, 6₂, ..., 6_n de tensión detectará/n la resultante caída de tensión. Cada sensor 6₁, 6₂, ..., 6_n de tensión puede proporcionarse mediante un canal de medida individual de un sensor de tensión común.
- En la Fig. 13, se muestra otra realización del sistema de seguridad 5 propuesto. El sistema de seguridad 5 comprende múltiples devanados de detección 2 y un devanado de excitación, que no se muestra en la Fig. 13. Adicionalmente, el sistema de seguridad 5 comprende al menos un devanado de supresión 22. También se muestra una fuente 23 de tensión que opera el devanado de supresión 22. También se muestra un objeto 4 colocado en la proximidad del devanado 2 de detección, sobre la superficie de una vía 11. Con fines ilustrativos, sólo se muestra un devanado de detección 2. El devanado de supresión 22 está diseñado y dispuesto de tal manera que un campo total, que se muestra con las líneas 24 de campo, se vea cancelado por un campo de supresión mostrado por las líneas 25 de campo generadas por el devanado 22, en un subárea de la superficie de la vía 11. Después de que el devanado de detección 2 detecte el objeto 4, puede determinarse un área de ubicación, por ejemplo en base a un identificador específico del devanado de detección 2. A continuación, puede operarse un devanado de supresión 22 asignado a toda la superficie de carga 10 (véase la Fig. 2), o al respectivo devanado de detección 2, mediante la fuente 23 de tensión de manera que pueda cancelarse o reducirse el campo total 24, al menos dentro del área de ubicación, preferiblemente sólo dentro del área de ubicación. En particular, la fuente 23 de tensión opera el devanado de supresión 22 de tal manera que se genere un campo electromagnético alterno, que tenga la magnitud del campo total pero que esté orientado en una dirección opuesta a la dirección del campo total 24. Esto permite suprimir o reducir localmente el campo total 24, de manera ventajosa, y, por lo tanto, reduce el calentamiento del objeto 4.

En la Fig. 14 se muestra una estructura reticulada 27 de devanados de detección 2. Todos los devanados de detección 2 tienen forma circular, y cada uno proporciona una superficie de detección 9. Tal como se muestra, los devanados de detección 2 cercanos entre sí no presentan solapamiento alguno de las áreas de detección 9. En este caso, existen unos espacios intermedios 26 entre los devanados de detección de forma circular. Tal disposición proporciona una alta sensibilidad de detección si se coloca un objeto 4 (véase la Fig. 2), al menos parcialmente, a través de un área de detección 9 de un devanado de detección 2. Sin embargo, si se coloca un objeto 4 sobre un espacio intermedio 26, puede ser que tal objeto no se detecte o que se disminuya la sensibilidad de detección.

En la Fig. 15 se muestra otra estructura reticulada 27 de devanados de detección 2, de forma circular, que presenta un área de detección 9 de forma circular. En este caso los devanados de detección 2 se muestran dispuestos de tal manera que las áreas de detección 9 de diferentes devanados de detección 2, en particular los devanados de detección 2 colindantes, se superpongan de tal manera que no haya espacios intermedios 26 (véase la Fig. 14). Esto aumenta la cobertura de un área de vigilancia deseada, al tiempo que proporciona una alta sensibilidad. Sin embargo, deberá utilizarse un gran número de devanados de detección 2.

En Fig. 16 se muestra una estructura reticulada 27 de devanados de detección 2, de forma hexagonal. También se muestra una estructura 7 de devanado primario, que está dispuesta debajo de la estructura reticular 27 de los devanados de detección 2 de forma hexagonal. Estos devanados de detección 2 también proporcionan superficies de detección 9, que tienen una forma hexagonal. Con fines ilustrativos, sólo se representan con un número de referencia un devanado 2 de detección y una superficie de detección 9 de forma hexagonal. La estructura reticulada 27 mostrada proporciona ventajosamente una alta cobertura de una superficie carga o un área de vigilancia deseada, situada encima o sobre la estructura 7 de devanado primario, con una alta sensibilidad al tiempo que reduce la cantidad de devanados de detección 2. Para lograr esto, los devanados de detección 2 de forma hexagonal se disponen de tal manera que se proporcione una disposición de panal de abeja. Esto significa que se dispone un borde del devanado de detección 2, de forma hexagonal, en paralelo a un borde de un devanado de detección 2 de forma hexagonal, minimizando un desplazamiento entre los dos bordes colindantes. El devanado de detección 2 de forma hexagonal proporciona ventajosamente una sensibilidad de detección constante, o casi constante, a través de la superficie de detección total 9 de dicho devanado de detección 2.

Múltiples devanados de detección 2 de la estructura reticular 27 pueden formar un grupo de devanados de detección 2. Así, pueden disponerse múltiples devanados de detección 2 en subgrupos, comprendiendo el sistema de seguridad 5 un medio de conexión por subgrupo, en el que cada devanado de detección 2 de un subgrupo puede conectarse a una unidad de evaluación, por ejemplo, a un sensor 6 de tensión, a través de los respectivos medios de conexión. Los medios de conexión pueden ser una unidad de demultiplexación 3, por ejemplo. A través de una unidad 3 de este tipo, puede conectarse cada devanado de detección 2 de un subgrupo a una unidad de evaluación. Esto permite usar ventajosamente sólo una unidad de evaluación para la estructura reticular 27 de los devanados de detección 2.

En la Fig. 17 se muestra otra opción. La Fig. 17 muestra una vista detallada de una disposición 27 de devanados de detección 2, de forma hexagonal, con una superficie de detección 9 de forma hexagonal. Los devanados de detección 2 están dispuestos en una estructura reticulada, en el que el sistema de seguridad comprende un primer medio de conexión que se asigna a la secuencia de filas de la estructura reticulada, y un segundo medio de conexión que se asigna a la secuencia de columnas de la estructura reticulada. El primer y segundo medios de conexión pueden proporcionarse mediante una unidad de demultiplexación 3. A través del primer y el segundo medios de conexión, puede conectarse cada uno de los devanados de detección 2 de la estructura reticulada 27 a una unidad de evaluación, por ejemplo a un sensor 6 de tensión. En este caso, puede conectarse un primer terminal de conexión de un devanado de detección 2 al primer medio de conexión, pudiendo conectarse un segundo terminal de conexión del devanado de detección 2 al segundo medio de conexión.

En la Fig. 18 se muestra otra realización de un sistema de seguridad 5 propuesto. El sistema de seguridad 5 comprende un convertidor 29 de energía de lado de vía, un generador 30 de impulsos, una estructura 7 de devanado primario y un devanado de detección 2 (véase la Fig. 2), que no se muestra en la Fig. 18. Adicionalmente, el sistema de seguridad 5 comprende un sensor acústico 31, por ejemplo un micrófono. El generador 30 de impulsos está conectado eléctricamente a la estructura 7 de devanado primario. Además, el convertidor 29 de energía de lado de vía está conectado eléctricamente a la estructura 7 de devanado primario. El generador 30 de impulsos puede generar un impulso 32 que, a su vez, generará un campo electromagnético a través de la estructura 7 de devanado primario. El campo electromagnético generado por los impulsos 32 puede crear corrientes parásitas en un objeto metálico 4, colocado sobre la superficie de carga 10 de la vía 11. Estas corrientes parásitas interactúan con un campo electromagnético, que puede ser el campo electromagnético generado por los impulsos 32 o bien otro campo electromagnético, generado por las señales del convertidor 29 de energía de lado de vía. Las fuerzas de Lorentz resultantes hará que el objeto metálico 4 vibre y cree ondas de sonido, simbolizadas por las líneas de onda 33. El sensor acústico 31 recibirá las ondas sonoras 33. Una unidad de evaluación 34 evaluará las ondas sonoras 33 y, en función de las ondas sonoras 33 recibidas, puede detectarse la presencia del objeto 4. Esto proporciona ventajosamente una redundancia de detección.

Es posible evitar una invención independiente mediante el sistema propuesto basado en el sonido. En este caso, el sistema de seguridad comprende un generador de impulsos, un medio para generar un campo de excitación, por ejemplo un devanado de excitación, y un sensor acústico y una unidad de evaluación.

5 En la Fig. 19 se muestra una extensión adicional del sistema de seguridad 5 propuesto. En este caso, el sistema de seguridad 5 comprende un transmisor 35 de microondas y un devanado de detección 2, diseñado como un receptor de microondas. El transmisor 35 de microondas y el receptor 2 están dispuestos con respecto a la superficie de la vía 11 de tal manera que pueda detectarse un objeto 4, situado sobre la superficie de carga 10 de la vía 11. Usando un enfoque basado en microondas, pueden detectarse objetos 37 en movimiento. Tal como se muestra, el transmisor 35 de microondas genera señales con la frecuencia operativa f_0 . Si un objeto móvil 37 se desplaza sobre la superficie de la vía 11, las señales de ondas reflejadas presentarán una frecuencia en función de la velocidad v del objeto móvil 37. Sobre la base del efecto Doppler puede detectarse un objeto móvil 37. Si el transmisor de microondas se opera un generador LC que genere las microondas, o comprende el mismo, la frecuencia operativa del generador LC puede desintonizarse debido a un objeto metálico estacionario 4, situado en la proximidad del generador LC. En este caso, las ondas recibidas por el devanado de detección 2 presentarán una frecuencia que dependa del grado de desintonización, el cual, a su vez, dependerá del cambio de la inductividad del generador LC por parte del objeto metálico exterior 4. Sobre la base de la frecuencia cambiada, puede detectarse el objeto metálico 4 estacionario. Es posible que el cambio de la frecuencia provocado por un objeto móvil 37 sea similar a la variación de la frecuencia debido a un objeto metálico 4 estacionario. En este caso, necesita evaluarse un criterio adicional con el fin de identificar un objeto 37, 4 móvil o estacionario. Por ejemplo, puede determinarse si el cambio de la frecuencia es constante, o casi constante, durante un período de tiempo predeterminado. Si este es el caso, puede identificarse un objeto estacionario 4 dado que, preferiblemente, el objeto móvil 37 habrá abandonado el alcance de detección de la configuración del transmisor-receptor de microondas, dentro del período de tiempo.

25 En la Fig. 20 se muestra un diagrama esquemático de un devanado de detección 2, diseñado como un devanado 2 de compensación del campo primario o el campo total. El devanado de detección 2 está diseñado de tal manera que se compense un campo total, que se muestra con las flechas 24. El devanado de detección 2 comprende un primer subdevanado 2a, y un segundo subdevanado 2b. En general, el devanado de detección 2 deberá diseñarse de tal manera que se proporcione un número par de polos, que puede proporcionarse por ejemplo mediante un subdevanado 2a, 2b. El primer y el segundo subdevanados 2a, 2b se disponen y se conectan de tal manera que una corriente I , que fluya a través de los subdevanados 2a, 2b, fluya en una primera dirección de espiras, por ejemplo una dirección contraria a la de las agujas del reloj, a través del subdevanado 2a, y en una segunda dirección de espiras, por ejemplo la dirección de las agujas del reloj, a través del segundo subdevanado 2b, siendo opuesta la primera dirección de espiras a la segunda dirección de espiras. En total, el devanado de detección 2 tiene forma de 8. Si el campo total 24 es casi homogéneo, y se extiende a través de áreas delimitadas por el primer y el segundo subdevanados 2a, 2b, las tensiones inducidas en el primer subdevanado 2a y el segundo subdevanado 2b tendrán la misma magnitud, pero signos opuestos. Así, la tensión total inducida en el devanado de detección 2 por parte del campo total 24 será nula cero o casi nula, al menos a la frecuencia operativa del campo total. Así, se reduce al mínimo el efecto del campo total en el sistema de detección inductiva y en la sensibilidad de detección. Por lo tanto, puede detectarse un objeto 4 (véase la Fig. 1) situado en la proximidad del primer o el segundo subdevanado 2a, 2b, en función del cambio de la inductancia L_0 de base del devanado de detección 2, incluso si existe un campo total 24. Se muestra también una unidad de evaluación 3, que puede evaluar una inductancia del devanado de detección 2. Como se ha descrito anteriormente, este diseño también puede aplicarse a un devanado de excitación 12a, 12b (véase, por ejemplo la Fig. 6a).

45

REIVINDICACIONES

1. Sistema de seguridad para un sistema de transferencia inductiva de energía, para transferir energía a un vehículo situado sobre una superficie de una vía (11),
 5 en el que la unidad primaria comprende al menos un devanado primario (7) para generar un campo electromagnético primario, para la transferencia inductiva de energía, en el que se asigna una superficie de carga (10) de la vía (11) al devanado primario,
 en el que el sistema de seguridad (5) comprende al menos un sistema de detección inductiva,
 10 en el que el sistema de detección inductiva comprende múltiples devanados de detección (2), en el que los múltiples devanados de detección (2) están dispuestos en una estructura reticulada (27), en el que la estructura reticulada (27) cubre la superficie de carga (10), al menos parcialmente,
 caracterizado por que
 el sistema de detección inductiva comprende al menos un devanado de excitación (12, 12a, 12b) para generar un campo de excitación, que puede recibirse por los devanados de detección (2).
 15
2. El sistema de seguridad de la reivindicación 1, en el que un devanado de detección (2) es parte de un circuito oscilante LC.
3. El sistema de seguridad de la reivindicación 2, en el que se conectan en paralelo un número predeterminado de circuitos oscilantes entre sí, en el que un devanado de detección proporciona los elementos inductivos de cada uno de los circuitos oscilantes, al menos parcialmente.
4. El sistema de seguridad de la reivindicación 1 a 3, en el que el sistema de detección inductiva está diseñado como un sistema de detección de compensación del campo primario o el campo total, y/o cada devanado de detección (2) está diseñado y/o dispuesto como un devanado de compensación del campo primario o el campo total.
 25
5. El sistema de seguridad de la reivindicación 4, en el que al menos uno de los devanados de detección (2) comprende un número par de subdevanados (2a, 2b) orientados en sentido opuesto.
6. El sistema de seguridad de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 5, en el que el devanado de excitación (12a, 12b, 12) es parte de un circuito oscilante LC.
 30
7. El sistema de seguridad de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 6, en el que el/los devanado/s de excitación (12, 12a, 12b) y los devanados de detección (2) están dispuestos de tal manera que un objeto extraño (4), situado sobre o en la proximidad de la superficie de carga (11), quede dispuesto por encima del/los devanado/s de excitación (12, 12a, 12b) y por encima de los devanados de detección (2).
 35
8. El sistema de seguridad de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 7, en el que el devanado de excitación (12, 12a, 12b) se proporciona mediante una estructura de devanado diferente del devanado primario (7).
 40
9. El sistema de seguridad de acuerdo con la reivindicación 8, en el que un devanado de excitación (12, 12a, 12b) o un grupo de devanados de excitación (12, 12a, 12b) está/n diseñado/s y dispuesto/s de tal manera que se genere un campo de excitación (8), de tal manera que un flujo magnético recibido por (un/os) correspondiente/s devanado/s de detección (2) sea nulo en un modo operativo normal.
 45
10. El sistema de seguridad de acuerdo con la reivindicación 9, en el que el devanado de excitación (12, 12a, 12b) está diseñado de tal manera que se proporcione un número par de polos, en el que el devanado de excitación (12, 12a, 12b) y un correspondiente devanado de detección (2) se disponen y/o diseñan de tal manera que el flujo magnético, generado por los diferentes polos, se extienda a través de la superficie de detección del devanado de detección (2).
 50
11. El sistema de seguridad de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 10, estando diseñados los devanados de detección (2) como devanados de detección de forma hexagonal o de forma rectangular, o devanados de detección circulares.
 55
12. El sistema de seguridad de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 11, en el que el sistema de seguridad (5) comprende al menos un medio de supresión del campo primario o del campo total para generar un campo de supresión (25), en el que el medio de supresión se diseña y/o dispone de tal manera que el campo de supresión (25) pueda suprimir el campo primario o el campo total (24), al menos parcialmente.
 60
13. Método de operación de un sistema de seguridad (5) de un sistema de transferencia inductiva de energía, para transferir energía a un vehículo situado sobre una superficie de una vía (11),
 en el que la unidad primaria comprende al menos un devanado primario (7) para generar un campo electromagnético primario, para la transferencia inductiva de energía, en el que se asigna una superficie de carga (10) de la vía al devanado primario (7),
 65 en el que el sistema de seguridad (5) comprende al menos un sistema de detección inductiva, en el que el sistema

de detección inductiva comprende múltiples devanados de detección (2), dispuestos en una estructura reticulada (27) que cubre la superficie de carga (10), al menos parcialmente, caracterizado por que el sistema de detección inductiva comprende al menos un devanado de excitación (12, 12a, 12b), para generar un campo de excitación, que puede recibirse por los devanados de detección (2),
5 en el que

- se mide una señal de salida de cada uno de los múltiples devanados de detección (2),
- se determina una característica o parámetro eléctrico, dependiendo de la señal de salida medida, y
- se compara la característica o parámetro eléctrico con un valor de referencia.

10

14. El método de la reivindicación 13, en el que

- al menos un devanado de excitación (12, 12a, 12b) genera un campo de excitación (8),
- al menos un correspondiente devanado de detección (2) recibe el campo de excitación (8), y
- se evalúa una tensión de salida del al menos un devanado de detección (2).

15

15. El método de acuerdo con la reivindicación 13 a 14, en el que se genera un campo de supresión (25) mediante al menos un medio de supresión del campo primario o del campo total, si se ha detectado un objeto extraño (4).

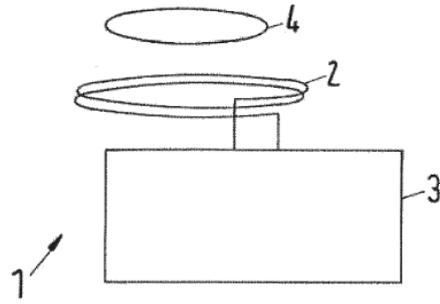


Fig.1

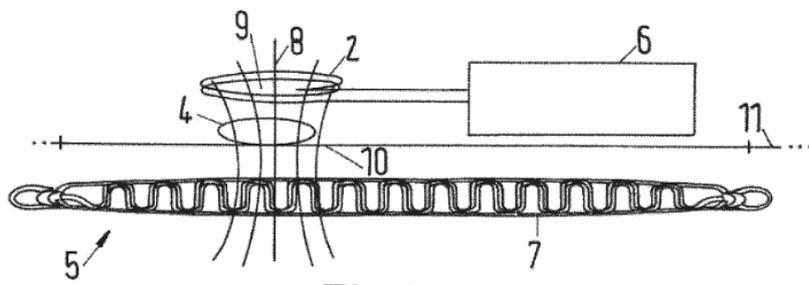


Fig.2

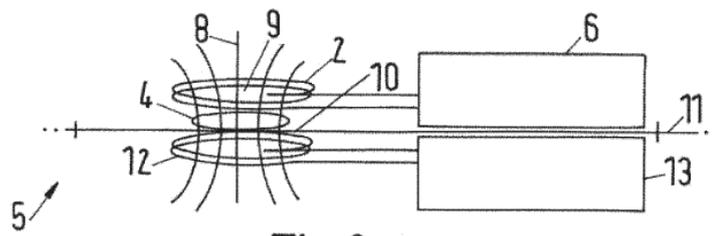


Fig.3

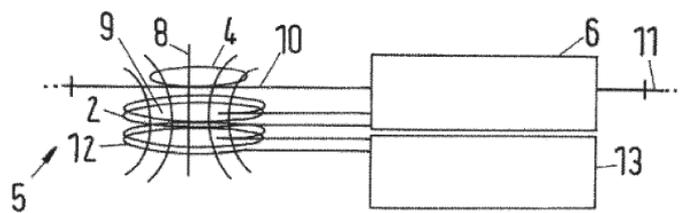


Fig.4

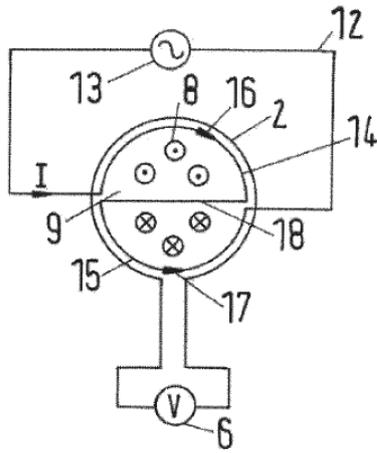


Fig.5

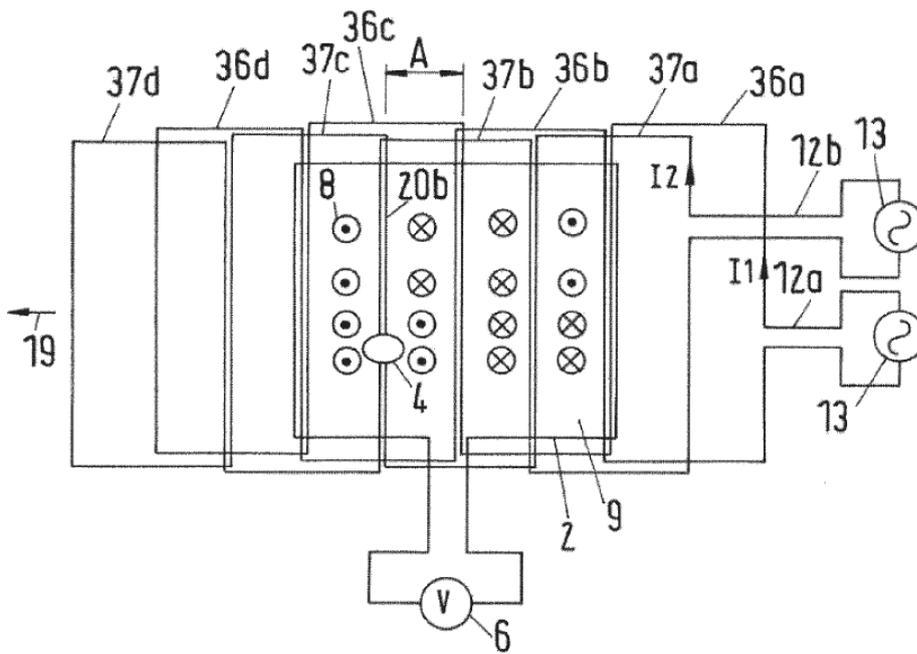


Fig.6a

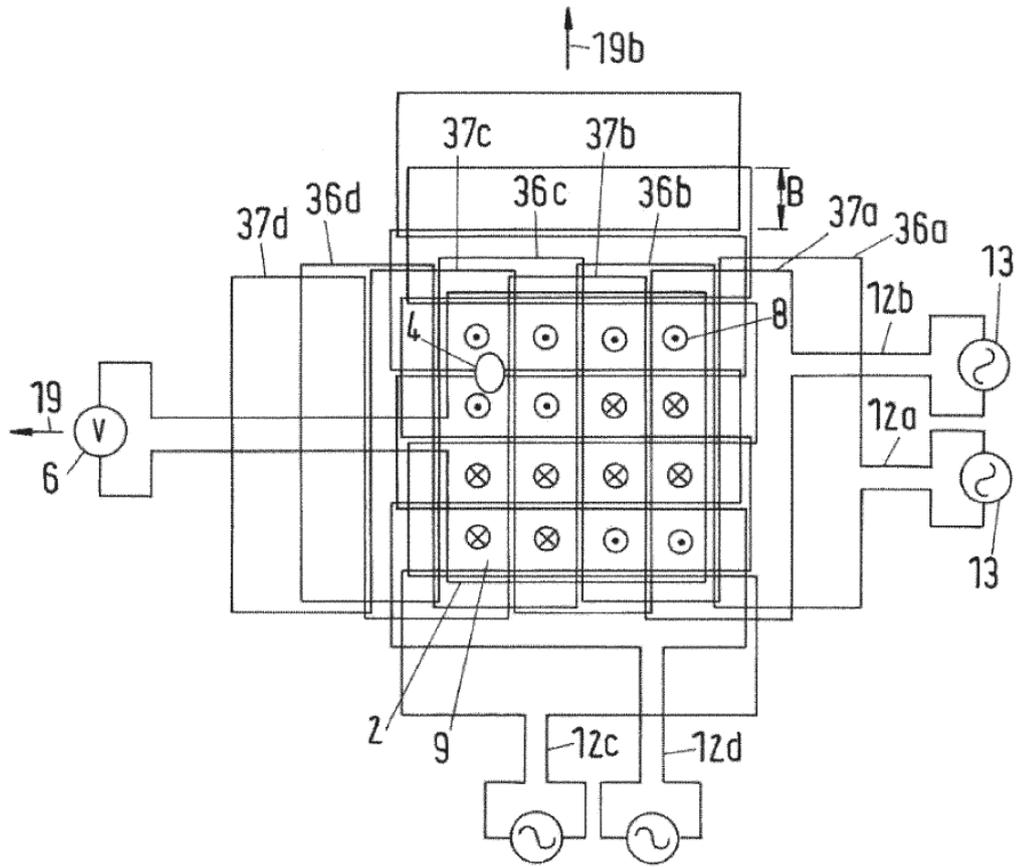


Fig.6b

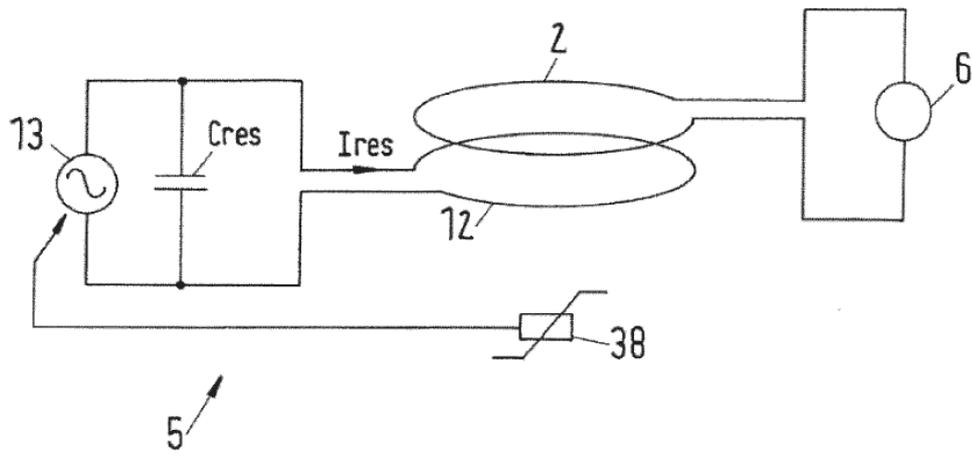


Fig.9

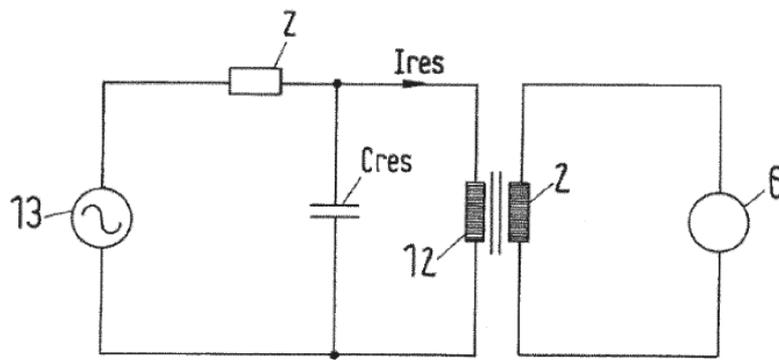


Fig.10

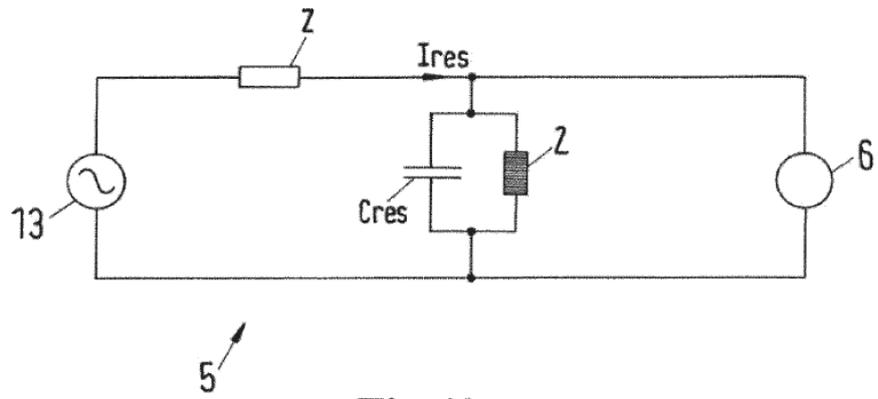


Fig.11

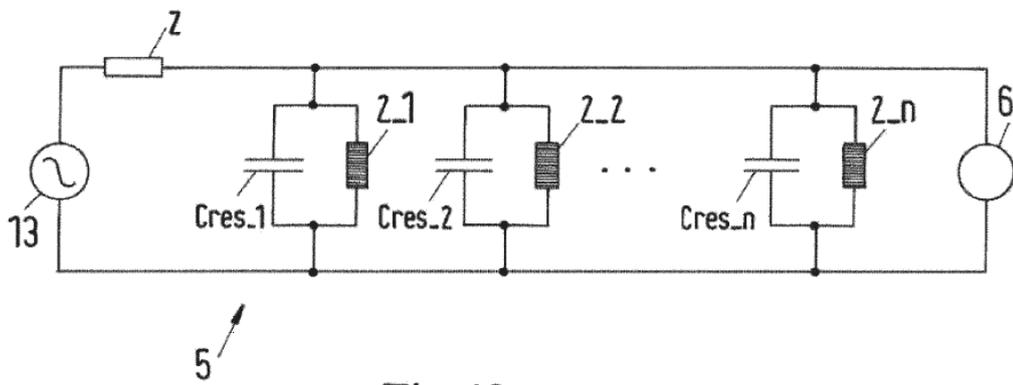


Fig.12

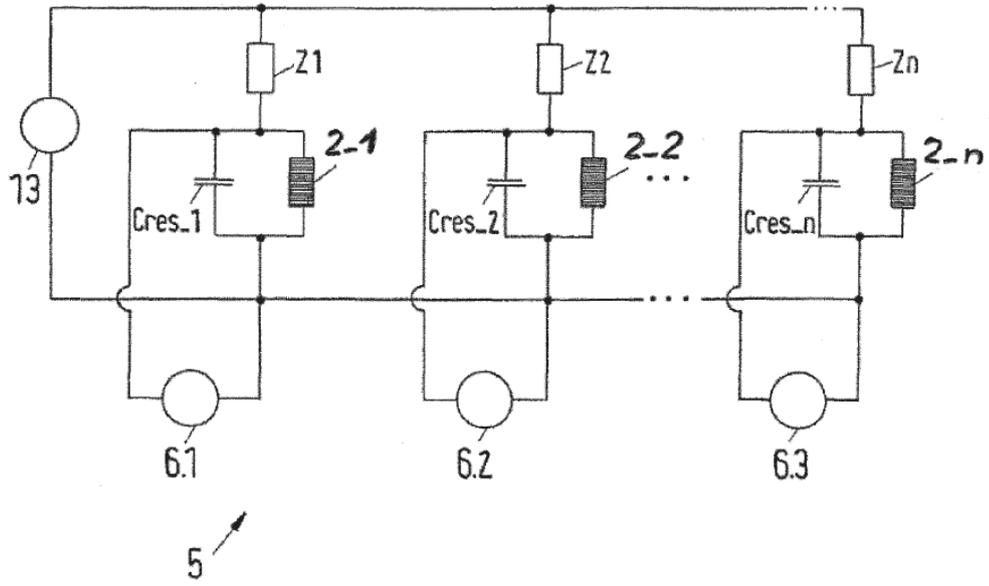


Fig.12a

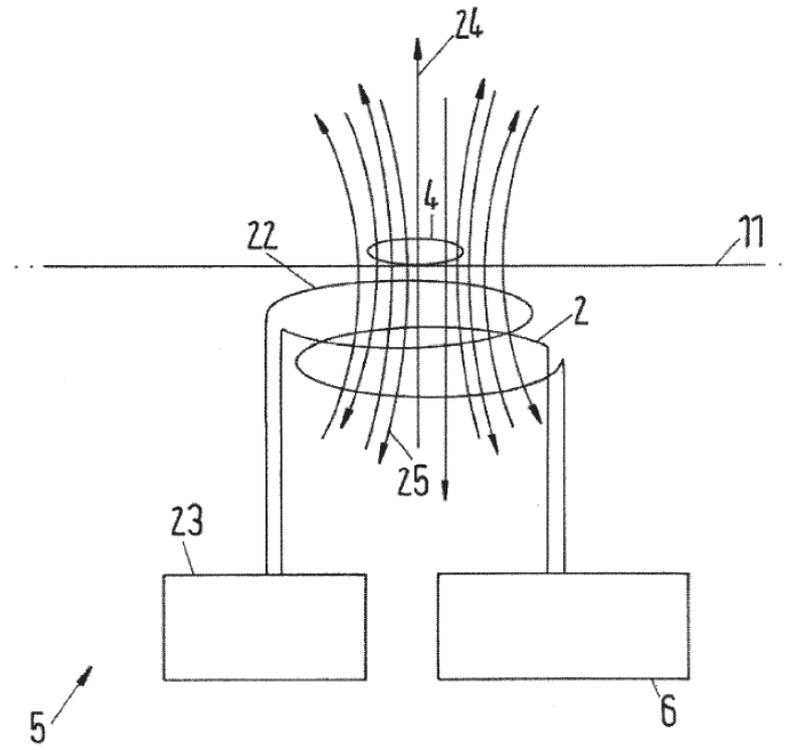


Fig.13

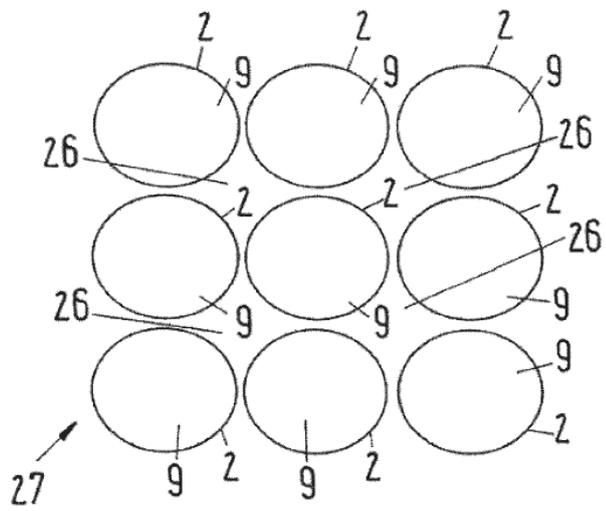


Fig.14

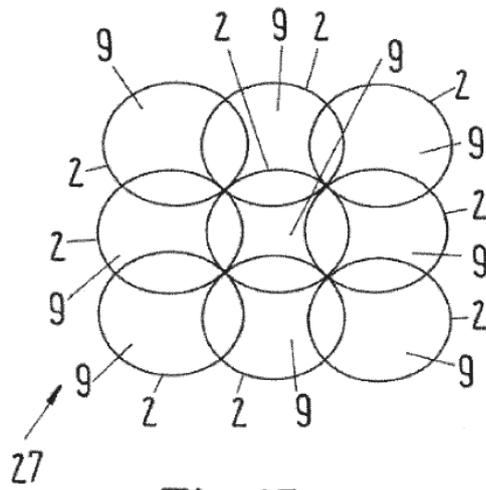


Fig.15

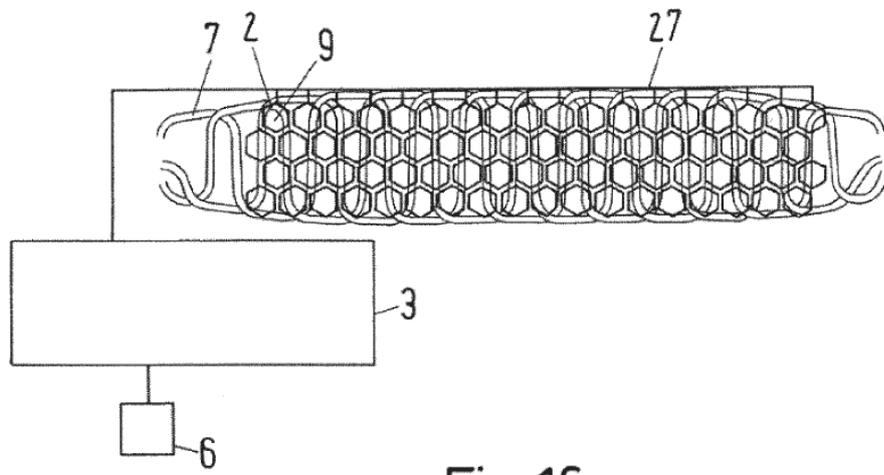


Fig.16

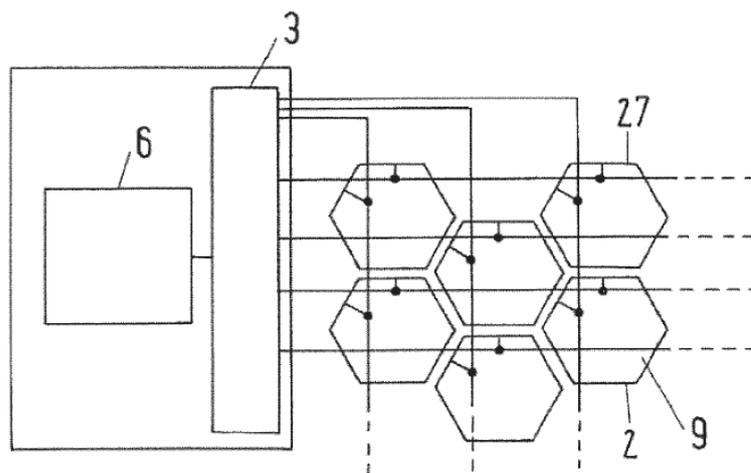


Fig.17

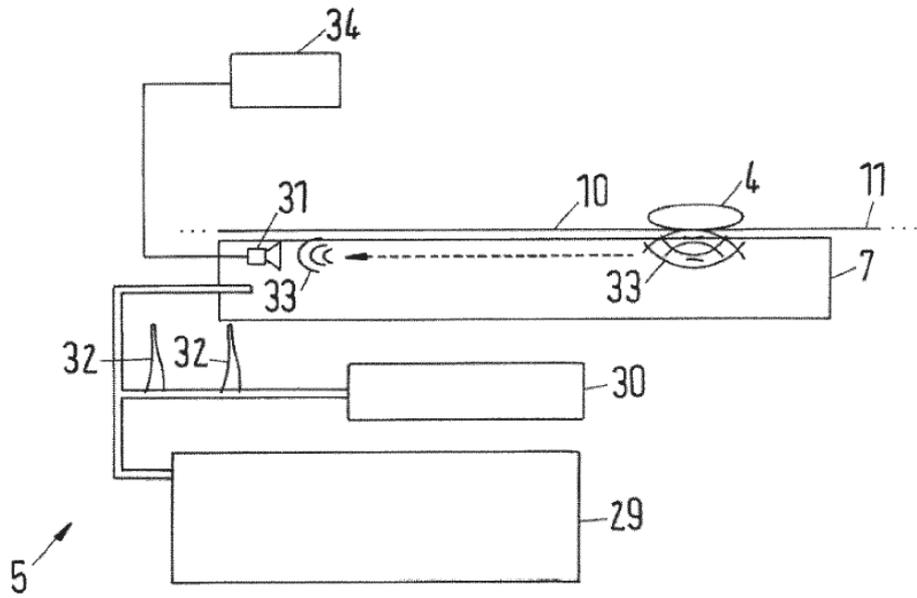


Fig.18

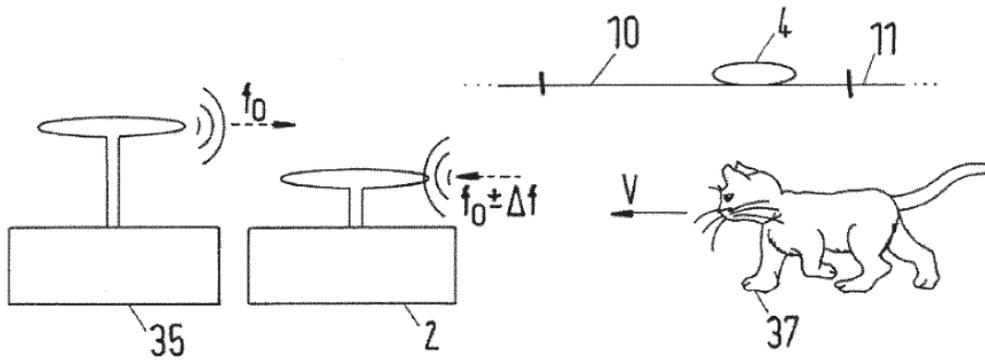


Fig.19

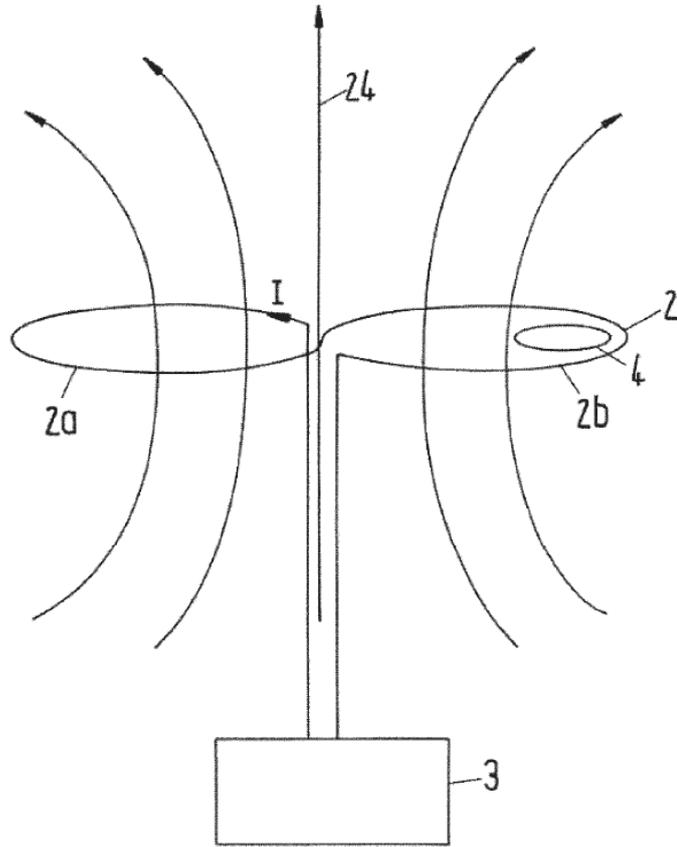


Fig.20