

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 929 225**

51 Int. Cl.:

G01R 27/20 (2006.01)

G01R 15/18 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **02.07.2019** **PCT/EP2019/067760**

87 Fecha y número de publicación internacional: **30.01.2020** **WO20020586**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **02.07.2019** **E 19742530 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.08.2022** **EP 3827270**

54 Título: **Monitorización del área de contacto en un dispositivo enchufable**

30 Prioridad:

24.07.2018 DE 102018117815

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

25.11.2022

73 Titular/es:

**AMAD MENNEKES HOLDING GMBH & CO. KG
(100.0%)
Aloys-Mennekes-Straße 1
57399 Kirchhundem, DE**

72 Inventor/es:

**LUBELEY, MARKUS;
DIDAM, STEPHAN y
KLOS, STEFAN**

74 Agente/Representante:

DEL VALLE VALIENTE, Sonia

ES 2 929 225 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

Monitorización del área de contacto en un dispositivo enchufable

- 5 La invención se refiere a un método para determinar las propiedades eléctricas de contacto, tales como, en particular, la resistencia de contacto en el área de contacto entre dos elementos de contacto (pin, conector hembra) de un dispositivo enchufable. Asimismo, se refiere a un dispositivo enchufable diseñado para llevar a cabo este método.
- 10 Los dispositivos enchufables eléctricos, como los conectores o enchufes, o las conexiones para corriente eléctrica según la norma DIN VDE 0623, la norma EN 60309-2 ("dispositivos enchufables CEE") o la norma IEC 62196 ("dispositivos enchufables para la carga de coches eléctricos") incluyen elementos de contacto metálicos (pines en el caso de un conector y conectores hembra en el caso de un enchufe) a través de los cuales se produce el contacto eléctrico cuando se enchufan. Debido a la suciedad, la oxidación, la disminución de las fuerzas de contacto y similares, en el área de contacto entre estos elementos de contacto pueden producirse resistencias eléctricas que no se pueden despreciar. Especialmente en el caso de los enchufes, en los que fluyen corrientes relativamente altas durante el funcionamiento, estas resistencias de contacto pueden provocar pérdidas de energía inaceptables. Dado que la energía perdida se convierte en calor, también existe el riesgo de un peligroso sobrecalentamiento. Por lo tanto, en el estado de la técnica anterior se han propuesto diversas medidas para monitorizar la temperatura en un dispositivo enchufable. Sin embargo, estos sistemas solo pueden reaccionar cuando se produce un calentamiento y, por tanto, ya se ha producido una situación potencialmente problemática.
- 15 En el documento JP 2007 285833 se describe un circuito de detección para detectar condiciones anormales en un contacto de enchufe. Para poder medir la caída de tensión a través del contacto de enchufe, se proporciona un contacto de enchufe adicional. Los documentos CN 206848406 y CN 202008524 muestran también disposiciones similares.
- 20 Además, del documento EP 2 944 503 A2 se conoce una interfaz de alimentación eléctrica de un vehículo, que incluye una vía de alimentación con un primer y un segundo contacto de alimentación. Esta comprende además un contacto auxiliar que está dispuesto de forma eléctricamente aislada del primer contacto de alimentación y que también entra en contacto con el segundo contacto de alimentación, en donde un circuito de medición está conectado a través del contacto auxiliar para detectar el estado de un contacto eléctrico entre el primer contacto de alimentación y el segundo contacto de alimentación.
- 25 En este contexto, el objetivo de la presente invención es proporcionar medios alternativos para determinar o monitorizar el funcionamiento de un dispositivo enchufable. Preferiblemente, deben permitir la detección más temprana posible de situaciones problemáticas.
- 30 El objetivo se consigue mediante un procedimiento, así como con dispositivos enchufables con las características de las reivindicaciones independientes. Realizaciones ventajosas se incluyen en las reivindicaciones dependientes.
- 35 Un método según la presente invención sirve para determinar las propiedades de transición eléctrica en el área de contacto entre un elemento de contacto de un primer dispositivo enchufable (en adelante, denominado también "primer elemento de contacto") y un elemento de contacto complementario al mismo (también denominado "segundo elemento de contacto") de un segundo dispositivo enchufable complementario. El primer dispositivo enchufable puede ser un acoplamiento con conectores hembra como primeros elementos de contacto y el segundo dispositivo enchufable puede ser un conector con pines como segundos elementos de contacto, o viceversa, por lo que los dispositivos enchufables suelen incluir otros componentes (carcasas, insertos, etc.) además de los elementos de contacto. El método se caracteriza porque se evalúan las propiedades de al menos una ruta de corriente, que comprende:
- 40 - el primer elemento de contacto;
- 45 - el área de contacto; y
- 50 - del segundo dispositivo enchufable, solo el segundo elemento de contacto complementario y, en su caso, otros elementos de contacto del segundo dispositivo enchufable.
- 55 Por definición, la ruta de corriente forma una conexión eléctricamente conductora entre dos conexiones por la que puede fluir o fluye una corriente continua o al menos una corriente alterna. Si estas conexiones son idénticas, existe un circuito. En caso contrario, se suele establecer un circuito cerrado conectando las conexiones a un circuito de evaluación.
- 60 Los extremos o conexiones de la ruta de corriente suelen estar situados en el primer dispositivo enchufable o son componentes del mismo, de modo que la ruta de corriente es totalmente accesible desde el primer dispositivo enchufable.
- 65 La conductividad eléctrica de la ruta de corriente puede ser conductora, es decir, permitir el flujo de una corriente continua (donde el nivel de resistencia óhmica suele ser inferior a 100 kΩ aproximadamente). Adicional o alternativamente, la ruta

de corriente puede tener conductividad capacitiva, por ejemplo, si incluye una capacitancia en conexión en serie (donde la magnitud de dicha capacitancia es típicamente superior a unos 10 pF, preferiblemente superior a unos 100 pF, superior a 1 nF, o superior a 3 nF).

La determinación de las propiedades de transición eléctrica puede realizarse tanto cualitativa como cuantitativamente. Una determinación cualitativa podría consistir, por ejemplo, en determinar que las propiedades de transición son adecuadas para un funcionamiento seguro o que son inadecuadas. Una determinación cuantitativa puede referirse en particular a la determinación del valor de la resistencia de contacto entre el primer y el segundo elemento de contacto.

El método tiene la ventaja de que, mediante la ruta de corriente descrita, es posible determinar las propiedades de transición eléctrica únicamente desde el lado del primer dispositivo enchufable. En el segundo dispositivo enchufable, para completar la ruta de corriente solo se utiliza el segundo elemento de contacto complementario (y, si es necesario o en casos excepcionales, uno o más elementos de contacto del segundo dispositivo enchufable), que, sin embargo, se une al primer elemento de contacto durante el proceso de conexión. Por ello, no es necesario realizar ningún cambio estructural en el segundo dispositivo enchufable, de modo que el método es independiente del tipo, la antigüedad, el fabricante y similares del segundo dispositivo enchufable que se vaya a utilizar.

La composición específica de la ruta de corriente utilizada y el principio de medición aplicado pueden diseñarse de forma diferente. Según una primera realización, la ruta de corriente utilizada incluye al menos un sensor que está dispuesto en el primer dispositivo enchufable y que, en el estado enchufado de los dos dispositivos enchufables, entra en contacto con el segundo elemento de contacto complementario en una (otra) área de contacto. Dicho sensor no suele estar presente en un dispositivo enchufable convencional, sino que se proporciona exclusivamente, o entre otros fines, para el presente método. El sensor proporciona dos áreas de contacto entre el primer dispositivo enchufable y el segundo elemento de contacto complementario en el estado enchufado. Por lo tanto, una ruta de corriente realizada sustancialmente en el primer dispositivo enchufable puede incluir el componente del segundo elemento de contacto (y nada más del segundo dispositivo enchufable) situado entre las dos áreas de contacto. La resistencia de contacto en el área de contacto de interés entre los elementos de contacto de los dispositivos enchufables se encuentra en esta ruta de corriente y, por lo tanto, es accesible para la medición.

En un primer desarrollo adicional de la realización descrita anteriormente con un sensor, a través de la ruta de corriente formada se mide la caída de tensión que se produce cuando una corriente de servicio fluye a través del área de contacto de interés. Por definición, la “corriente de servicio” fluye a través de los elementos de contacto considerados (y, normalmente, a través de al menos otros dos elementos de contacto) durante el funcionamiento previsto originalmente del dispositivo enchufable, para, por ejemplo, accionar un consumidor como un motor eléctrico o para cargar un acumulador. En el caso de los enchufes, esta corriente de servicio se sitúa en el rango de uno a tres dígitos de amperios, por lo que incluso una resistencia de contacto relativamente pequeña provoca una caída de tensión considerable y verificable. Esta caída de tensión también se produce en la ruta de corriente de evaluación formada y constituye un indicador de las propiedades de transición en el área de contacto de interés. Si también se conoce la magnitud de la corriente de servicio en la que se basa la medición, además de la caída de tensión determinada se puede calcular la resistencia de contacto en el área de contacto.

Cuando se utiliza un sensor, hay que tener en cuenta que normalmente se desconocen las propiedades de transición en el área de contacto entre el sensor y el segundo elemento de contacto del segundo dispositivo enchufable, lo que puede dificultar la determinación de las propiedades de transición en el área de contacto de interés. Por lo tanto, antes de una evaluación o una medición que conduzca a una evaluación, pueden establecerse opcionalmente propiedades de transición definidas entre el sensor y el segundo elemento de contacto del segundo dispositivo enchufable. Para ello existen distintas posibilidades. Por ejemplo, se podrían adoptar medidas constructivas para proporcionar una presión de contacto lo más definida y reproducible posible. Cuanto mayor sea la presión de contacto, mayor será la probabilidad de que se rompan los óxidos, las capas extrañas, etc. Sin embargo, el aumento de la presión de contacto tiene sus límites: el sensor solo debería aumentar ligeramente las fuerzas de accionamiento del conector. Además, o como alternativa, se puede utilizar un procedimiento que funcione con métodos eléctricos, en donde una capa aislante eventualmente existente (de óxidos, capas extrañas o similares) se atraviesa aplicando una tensión adecuada (en lo sucesivo denominada “tensión de ruptura”). Después de este proceso, también llamado “fritado”, la tensión en la zona de transición entre los elementos de contacto suele ser como máximo del orden de la tensión de fusión del material de la superficie de contacto. Esto garantiza un valor definido o, al menos, un valor máximo definido.

Según otra realización, el primer dispositivo enchufable incluye dos (o más) sensores, cada uno con su propia área y un área distinta de contacto con el segundo elemento de contacto. Por lo tanto, se pueden evaluar tres o más rutas de corriente que contengan diferentes combinaciones de las al menos tres áreas de contacto formadas entre a) el segundo elemento de contacto y b) el primer elemento de contacto y/o los diferentes sensores. De este modo, es posible realizar varias mediciones independientes, a partir de las cuales se pueden determinar las magnitudes desconocidas, como las resistencias de contacto.

En otra realización de la invención, se genera una tensión de inducción en la ruta de corriente utilizada. Esto tiene la ventaja de que se pueden realizar mediciones en dicha ruta de corriente sin contacto mecánico/eléctrico, lo que permite extraer conclusiones sobre las propiedades de transición de interés.

En una configuración particular de la realización anterior, la ruta de corriente considerada forma la bobina secundaria (normalmente con un solo devanado) en un núcleo magnético que está dispuesto en el primer dispositivo enchufable y en donde se dispone además una bobina primaria. A continuación, el sistema puede ser excitado de forma controlada a través de la bobina primaria, lo que conduce a la generación de la tensión de inducción en la bobina secundaria a través del núcleo magnético, es decir, en la ruta de corriente considerada. Las propiedades eléctricas de la ruta de corriente dependen de las propiedades de transición de interés en el área de contacto y pueden detectarse, por ejemplo, como una reacción en la bobina primaria. Por ejemplo, se puede determinar la impedancia de entrada del sistema en la bobina primaria, que depende de forma definida de la resistencia de contacto en el área de contacto de interés.

Además, o como alternativa, las propiedades eléctricas de la ruta de corriente en el caso anterior también pueden determinarse con la ayuda de una bobina de medición independiente colocada alrededor de la ruta de corriente.

Los conectores hembra de los dispositivos enchufables suelen estar diseñados para incluir dos o más lengüetas de contacto dispuestas en paralelo alrededor de una cavidad cilíndrica y que se proyectan en paralelo desde una base común del conector hembra. Cada una de estas lengüetas de contacto tiene su propia zona de transición hacia un pin insertado y, por lo tanto, puede considerarse como un “primer elemento de contacto” independiente en el contexto del método aquí descrito. Sin embargo, para el funcionamiento del dispositivo enchufable, normalmente solo interesa la resistencia de contacto formada por todas las lengüetas de contacto conjuntamente (en conexión paralela) con el pin asociado, de modo que las lengüetas de contacto de un mismo conector hembra también pueden tratarse como un único “primer elemento de contacto” en el contexto del método aquí descrito. La resistencia de contacto a este “primer elemento de contacto” se forma entonces por la conexión en paralelo de las resistencias de contacto a las lengüetas de contacto individuales.

En el caso de los conectores hembra con varias lengüetas de contacto, estas pueden estar conectadas eléctricamente entre sí en su extremo libre (“distal”), por ejemplo, a través de una arandela elástica dispuesta alrededor de la parte exterior que presiona las lengüetas de contacto hacia dentro. Si, por el contrario, dos o más lengüetas de contacto de un conector hembra están separadas eléctricamente entre sí fuera de la base común, la ruta de corriente considerada puede formarse de manera que estas estén dispuestas en serie en ella. Una parte de las lengüetas de contacto forma entonces una primera sección de la ruta de corriente y otra parte de las lengüetas de contacto forma una segunda sección, en donde estas dos secciones están conectadas eléctricamente, por un lado, por un conector insertado y, por otro, por la base común de las lengüetas de contacto. En dicha configuración, una parte de las lengüetas de contacto puede estar dispuesta, por ejemplo, en un lado, y otra parte de las lengüetas de contacto en el otro lado de un núcleo magnético anular, de modo que se forme conjuntamente un devanado de una bobina secundaria como se ha descrito anteriormente.

Las consideraciones anteriores se aplican de forma análoga al caso de un pin dividido en dirección longitudinal, en donde las partes de este pin asumen el papel de las lengüetas de contacto.

En diseños más generales de los elementos de contacto, también puede disponerse un núcleo magnético que rodee el área de contacto entre el primer y el segundo elemento de contacto. En este caso, por ejemplo, la inducción de un voltaje en la ruta de corriente considerada es posible independientemente de una posición libre de las lengüetas de contacto.

Dependiendo de la configuración, el método descrito interactúa de manera diferente con el funcionamiento habitual del dispositivo enchufable. Por ejemplo, en la determinación de una caída de tensión en el área de contacto de interés comentada anteriormente, es necesario el funcionamiento del dispositivo enchufable para llevar a cabo el método. Sin embargo, en una evaluación con generación de una tensión de inducción, las altas corrientes que fluyen durante el funcionamiento pueden tener un efecto perturbador. Por lo tanto, generalmente puede ser preferible que la evaluación según el método de la invención se sincronice con el curso de una corriente de trabajo. Esto puede significar, por ejemplo, en el sentido de la sincronización ON/OFF, que la evaluación solo tiene lugar cuando no fluye corriente de servicio o, por el contrario, que solo tiene lugar cuando fluye corriente de servicio. Además, la sincronización también puede estar relacionada con una modulación de la corriente de servicio, por ejemplo, si las mediciones se realizan preferiblemente en el rango de cruces de cero de una corriente alterna de servicio.

Según un segundo aspecto, la invención se refiere a un dispositivo enchufable (en lo sucesivo denominado también “primer dispositivo enchufable”) que tiene al menos un primer elemento de contacto que entra en contacto con un segundo elemento de contacto (complementario) de un segundo dispositivo enchufable complementario en un área de contacto en el estado enchufado de los dispositivos enchufables, en donde el dispositivo enchufable está configurado para evaluar las propiedades de al menos una ruta de corriente que incluye el primer elemento de contacto, el área de contacto y, del segundo dispositivo enchufable, solo el segundo elemento de contacto y opcionalmente otros elementos de contacto del segundo dispositivo enchufable.

El dispositivo está así adaptado para llevar a cabo un método según una de las realizaciones descritas anteriormente. Por lo tanto, las explicaciones y modificaciones relativas al método se aplican por analogía al dispositivo enchufable y viceversa.

- 5 Según otro desarrollo, el dispositivo enchufable incluye preferiblemente al menos un sensor que está dispuesto en el primer dispositivo enchufable y que, en el estado enchufado con el segundo dispositivo enchufable, entra en contacto con el segundo elemento de contacto complementario en un área de contacto adicional. El sensor suele estar aislado eléctricamente del primer elemento de contacto, de modo que proporciona un acceso eléctrico independiente al segundo elemento de contacto.
- 10 En otra realización, el dispositivo enchufable incluye un núcleo magnético que rodea el primer elemento de contacto y/o un sensor del tipo descrito anteriormente y/o el área de contacto. Con un núcleo magnético de este tipo, se puede inducir una tensión en el primer elemento de contacto o en el sensor y, por tanto, en la ruta de corriente considerada. Preferiblemente, en el núcleo magnético también existe una bobina primaria para este propósito. Además, el núcleo puede estar
- 15 opcionalmente cerrado en la totalidad de su perímetro o tener una interrupción local o distribuida ("entrehierro").
- El dispositivo enchufable puede comprender además un circuito de evaluación para evaluar las propiedades de dicha ruta de corriente en un método según una de las realizaciones descritas anteriormente.
- 20 A continuación, la invención se explicará con más detalle a partir de realizaciones ilustrativas haciendo referencia a las figuras. Estas muestran:
- Figura 1 los conectores hembra de un primer dispositivo enchufable (acoplamiento) y un conector como segundo dispositivo enchufable con pines complementarios a los conectores hembra;
- 25 Figura 2 una ruta de corriente de forma esquemática, que incluye un conector hembra, un pin y un sensor del lado del conector hembra que entra en contacto con el pin dentro del conector hembra;
- Figura 3 una ruta de corriente de forma esquemática, que incluye un pin, un conector hembra y un sensor del lado del pin en dos realizaciones;
- 30 Figura 4 una ruta de corriente de forma esquemática que incluye un conector hembra, un pin y dos sensores del lado del conector hembra;
- Figura 5 una ruta de corriente de forma esquemática, que incluye un conector hembra, un pin y un sensor del lado del conector hembra que entra en contacto con el pin fuera del conector hembra;
- Figura 6 la ruta de corriente de la Figura 2 con un diagrama de circuito equivalente superpuesto;
- 40 Figura 7 el diagrama de circuito equivalente para una medición directa de la resistencia;
- Figura 8 el diagrama de circuito equivalente de la Figura 7, complementado con un circuito de servicio, configurado para medir la caída de tensión en el área de contacto en condiciones de servicio;
- 45 Figura 9 el diagrama de circuito equivalente de la Figura 8, complementado con una fuente de tensión para generar una ruptura (fritado) en el área de contacto de un sensor;
- Figura 10 una vista superior de la disposición de dos lengüetas de contacto dentro y dos lengüetas de contacto fuera de un núcleo magnético para generar una tensión de inducción;
- 50 Figura 11 una vista lateral de la disposición de la Figura 10;
- Figura 12 el diagrama de circuito equivalente para la disposición de las Figuras 10 y 11;
- 55 Figura 13 curvas ilustrativas de las partes real e imaginaria de la impedancia de entrada del sistema de las Figuras 10 y 11 en función de la resistencia de contacto en el área de contacto;
- Figura 14 una disposición alternativa de un núcleo magnético alrededor de un pin y entre dos áreas de contacto;
- 60 Figura 15 una vista en perspectiva de la disposición de un núcleo magnético en relación con un pin, en donde el núcleo magnético está destinado a encerrar el área de contacto entre el pin y una lengüeta de contacto del conector hembra (no mostrado);
- 65 Figura 16 una vista en sección longitudinal a través de la disposición de la Figura 15, que muestra el conector hembra al mismo tiempo;

Figura 17 una sección a lo largo de la línea A de la Figura 16;

Figura 18 una sección a lo largo de la línea B de la Figura 16;

Figura 19 una ruta de corriente de forma esquemática que incluye un pin, un conector hembra y un sensor prensado en el lado del conector hembra para una medición con conductividad y/o conductividad capacitiva de la ruta de corriente;

Figura 20 una ruta de corriente de forma esquemática que incluye un pin, un conector hembra y un sensor del lado del conector hembra, así como un circuito de detección del estado enchufado acoplado mecánicamente al sensor;

Figura 21 una variación de la disposición de la Figura 11, con una bobina de medición alrededor de la ruta de corriente.

En aras de la claridad, la Figura 1 muestra únicamente los conectores hembra BU en una vista en perspectiva de un acoplamiento como primer dispositivo enchufable SV1. En el ejemplo mostrado, cada uno de los cinco conectores hembra BU consiste en una base cilíndrica de la que salen cuatro lengüetas KF de contacto paralelas que encierran una cavidad cilíndrica. Además, la figura muestra un conector como segundo dispositivo enchufable SV2 con pines ST complementarios a los conectores hembra. Al conectar el conector SV2 con el acoplamiento SV1, los pines ST entran en contacto eléctrico con los conectores hembra BU en las áreas de contacto.

Debido a los procesos de envejecimiento, corrosión, suciedad y similares, puede surgir una resistencia de contacto relativamente alta en las áreas de contacto, lo que conduce a una acumulación de pérdidas de calor inaceptablemente alta. Por lo tanto, es deseable determinar o monitorizar las propiedades eléctricas de contacto en las áreas de contacto, en particular, la resistencia de contacto en el área de contacto entre un pin ST y el conector hembra BU asociado.

En la medida de lo posible, los componentes necesarios para dicha determinación solo deben alojarse en uno de los dos dispositivos enchufables SV1, SV2, de modo que la monitorización sea independiente del tipo y origen del dispositivo enchufable complementario utilizado. En la mayoría de las realizaciones ilustrativas descritas a continuación, los componentes necesarios se alojan en el acoplamiento como primer dispositivo enchufable SV1, mientras que el conector como segundo dispositivo enchufable SV2 puede ser, en principio, cualquiera. Sin embargo, las explicaciones correspondientes también se aplican (con las adaptaciones necesarias) a los papeles intercambiados de acoplamiento y conector.

La Figura 2 muestra una sección parcial esquemática a través de un primer elemento de contacto en forma de conector hembra BU, en el que se inserta un pin ST como segundo elemento de contacto complementario. El conector hembra BU puede ser un manguito cerrado en todo su contorno o puede consistir en varias lengüetas de contacto que sobresalen en paralelo de una base. Estas últimas pueden estar separadas en su extremo libre y distal (véase la Figura 1) o conectadas eléctricamente entre sí. Entre el pin ST y el conector hembra BU o sus lengüetas de contacto hay (al menos) un área de contacto por la que fluye la corriente eléctrica de servicio durante el funcionamiento. Según la invención, las propiedades de transición de esta área de contacto, en particular, la resistencia de contacto presente en ella, deben determinarse con componentes dispuestos en el acoplamiento.

La estructura descrita anteriormente corresponde a la situación de los dispositivos enchufables convencionales y también constituye el punto de partida en las siguientes Figuras 3, 4, 5, así como 19 y 20.

En la realización según la Figura 2, partiendo de esta base inicial, se prevé que en la parte inferior del conector hembra BU se disponga un sensor F conductor de electricidad, cuya punta entra en contacto con el pin ST cuando este está totalmente insertado en el conector hembra. El contacto se realiza con una fuerza normal de contacto baja, y las fuerzas de inserción y extracción no se ven prácticamente afectadas. El sensor F puede realizarse, por ejemplo, con alambre de resorte de alpaca o bronce (ambos materiales tienen muy buenas propiedades de resorte, de buena a muy buena resistencia a la corrosión, y no requieren necesariamente un recubrimiento). Además, el sensor está aislado eléctricamente del conector hembra BU y es conducido hacia afuera a una conexión b.

Se forma una segunda conexión a con el material del conector hembra BU. De este modo se forma una ruta de corriente entre las conexiones a, b, que incluye los siguientes componentes:

- el conector hembra BU;
- el pin ST, que entra en contacto con el conector hembra en el área de contacto de interés;
- el sensor F, que entra en contacto con el pin ST en una segunda área de contacto independiente.

Un circuito de evaluación adecuadamente diseñado (no mostrado) puede conectarse a las conexiones a, b para determinar las propiedades de la ruta de corriente y, en particular, las del área de contacto de interés.

La Figura 3 muestra una realización en la que las propiedades de transición se miden en el lado del conector. Para ello, se han previsto dos conexiones a, b, una de las cuales (b) está conectada al pin ST y la otra (a) por separado a un sensor F que, en el estado enchufado, entra en contacto con el conector hembra BU desde el exterior.

El inserto de la figura (abajo a la derecha) muestra una realización alternativa en la que el pin ST' tiene una hendidura o ranura que discurre en dirección axial. En esta ranura está dispuesto un sensor F', aislado del pin ST', que puede entrar en contacto con el conector hembra BU desde el interior.

La Figura 4 muestra una realización similar a la de la Figura 2, pero, además del primer sensor F1, se proporciona un segundo sensor F2, que hace contacto con el pin ST en una tercera área de contacto independiente y que es conducido a una conexión c de forma separada eléctricamente del conector hembra y del primer sensor F1. En este caso, un circuito de evaluación adecuado puede utilizar las tres conexiones a, b y c.

La Figura 5 muestra una construcción alternativa a la de la Figura 2, en la que el sensor F no está situado en la parte inferior del conector hembra BU, sino que entra en contacto con el pin ST fuera del conector hembra.

La Figura 6 muestra un diagrama de circuito equivalente de la ruta de corriente eléctrica formada para la disposición de la Figura 2. La ruta de corriente entre las conexiones a y b pasa a través de la base y las lengüetas de contacto del conector hembra, de ahí a través de la resistencia $R_{\bar{U}}$ de contacto de interés al pin, de este al sensor a través de otra resistencia R_F de contacto en la segunda área de contacto entre el pin y el sensor, y finalmente termina en la conexión b. Dentro del material sólido del conector hembra o del pin, la resistencia normalmente se puede despreciar en comparación con las resistencias $R_{\bar{U}}$, R_F de contacto en las áreas de contacto.

La Figura 7 muestra de nuevo el diagrama de circuito equivalente de la Figura 6, en donde también se conecta un dispositivo de medición entre las conexiones a y b. Como se indica en la figura, podría tratarse de un ohmímetro con el que se mide la resistencia en la ruta de corriente, que se compone esencialmente de forma aditiva de las dos resistencias $R_{\bar{U}}$ y R_F de contacto conectadas en serie. Sin embargo, dado que ambas resistencias se desconocen de antemano, dicha medición de la suma ($R_{\bar{U}} + R_F$) no permitiría extraer ninguna conclusión acerca de la resistencia $R_{\bar{U}}$ de contacto de interés.

La disposición de la Figura 4, en la que hay dos sensores, F1 y F2, y por tanto tres resistencias $R_{\bar{U}}$, R_{F1} y R_{F2} de contacto (desconocidas), ofrece una solución a esta situación. Sin embargo, tomando tres mediciones independientes de la resistencia total $R1 = (R_{\bar{U}} + R_{F1})$ entre a y b, la resistencia total $R2 = (R_{\bar{U}} + R_{F2})$ entre a y c, y la resistencia total $R3 = (R_{F1} + R_{F2})$ entre b y c, la resistencia de contacto de interés $R_{\bar{U}}$ puede determinarse entonces como $R_{\bar{U}} = (R1 + R2 - R3)/2$. El requisito para ello es que las tres resistencias de contacto $R1$, $R2$, $R3$ puedan medirse con suficiente precisión.

La Figura 8 ilustra otro principio de medición, que solo requiere un sensor (véanse las Figuras 2, 3 y 5) y que se realiza en el estado de servicio del dispositivo enchufable. En este sentido, la parte derecha de la figura muestra el circuito de servicio, que incluye una fuente Q de tensión alterna, la resistencia $R_{\bar{U}}$ de contacto de interés, y un consumidor R_X . La corriente de servicio I_B que fluye por este circuito genera una caída U_B de tensión en la resistencia $R_{\bar{U}}$ de contacto. Esta última puede medirse con un voltímetro en las conexiones a, b.

La resistencia R_F de contacto desconocida entre el sensor y el pin no interfiere en dicha medición de tensión si es lo suficientemente pequeña en comparación con la resistencia interna del voltímetro. Esto se debe a que la caída U_B de tensión generada en el circuito de servicio en la resistencia $R_{\bar{U}}$ de contacto genera una corriente de medición a través de la conexión a, el voltímetro, la conexión b y la resistencia R_F de contacto, que es pequeña debido a la alta resistencia interna en el voltímetro. Además, una alta resistencia interna comparada con la resistencia R_F de contacto garantiza que en el voltímetro caiga básicamente toda la tensión.

La Figura 9 muestra una ampliación del circuito de la Figura 8, con la que se puede conseguir la condición mencionada de que la resistencia R_F de contacto en el sensor sea pequeña en comparación con la resistencia interna del voltímetro. Para ello, se aplica una tensión U_D de ruptura de magnitud suficiente a las conexiones a y b a través de un interruptor S. En detalle, puede darse el siguiente proceso ilustrativo:

En primer lugar, el interruptor S se cierra durante aproximadamente 1 segundo ("fase 1"). Una tensión U_D de aproximadamente 50 V hace que los óxidos aislantes, las capas extrañas, etc. de los contactos envejecidos sean atravesados o fritos, de modo que, a continuación, fluye una corriente de aproximadamente 100 mA ($= 50 \text{ V}/500 \Omega$) a través del contacto y de una resistencia en serie R_V de aproximadamente 500 Ω . Después de la ruptura/fricción, la tensión en la transición entre el sensor y el pin es como máximo del orden de magnitud de la tensión de fusión del material de la superficie de contacto. Para el níquel, por ejemplo, la temperatura de fusión es de 1453 °C y la tensión de fusión correspondiente es de 0,65 V. La resistencia $R_{F,\text{frit}}$ de contacto pin-sensor así creada por el fritado es por lo tanto del orden de $1 \text{ V}/100 \text{ mA} = 10 \Omega$.

Con fines de control, se puede realizar una medición de la tensión con el interruptor S cerrado. Por lo demás, la fase 1 solo sirve para establecer una resistencia $R_{F, \text{frit}}$ de contacto entre el sensor y el pin que es al menos un orden de magnitud inferior a la alta resistencia interna con la que se realiza la medición de la tensión.

Al comienzo de la siguiente “fase 2” se abre el interruptor S. Una medición de la tensión proporciona entonces la caída U_B de tensión deseada entre el pin y el conector hembra durante el funcionamiento del dispositivo enchufable.

Si se conoce la corriente I_B de servicio por otro punto, un circuito de evaluación puede calcular la resistencia R_U de contacto a partir de la caída U_B de tensión y la corriente I_B . Pero incluso sin conocer la corriente de servicio, la caída de tensión representa una información valiosa: En el caso de un dispositivo enchufable, una caída de tensión de hasta 25 mV, por ejemplo, puede seguir considerándose un funcionamiento estable; sin embargo, a partir de unos 50 mV como máximo, el funcionamiento permanente es cuestionable (en el caso de un dispositivo enchufable de 125 A, esto corresponde a una resistencia de contacto pin-conector hembra de 0,4 mΩ; son posibles otros valores límite para la tensión).

Dado que la característica decisiva es la medición de la caída de tensión en la fase 2, se puede prescindir por completo de la fase 1 si el sensor se diseña de forma suficientemente robusta.

A la fase 2 puede seguir inmediatamente de nuevo la fase 1. Sin embargo, también se puede intercalar una fase de descanso (“fase 3”) entre las dos fases.

Un proceso de medición alternativo para una disposición de dos sensores puede ser el siguiente (con referencia a la Figura 4):

Fase 1: Corriente de corta duración a través de a y b para “preparar” la transición entre el primer sensor F1 y el pin ST.

Fase 2: A través de las conexiones a (conector hembra BU) y c (segundo sensor F2) se aplica brevemente una corriente del orden de magnitud de la corriente de servicio posterior (a través del conector hembra BU y el pin ST). Se mide la caída de tensión entre a y b (primer sensor F1).

Fase 3: Si la fase 2 resulta en “OK”, la tensión/corriente de servicio se conecta, por ejemplo, a través de un contactor. En caso contrario, se muestra un mensaje de advertencia.

Así, el método puede utilizarse para comprobar las propiedades de la transición pin-manguito del dispositivo enchufable antes de conectar la corriente de servicio.

Una de las ventajas de los métodos descritos es que funcionan independientemente del método de contacto pin-conector hembra (“X-Contact” según WO 2016/184673 A1, muelle de torsión, etc.). Además, pueden llevarse a cabo durante el funcionamiento, y la corriente de servicio no falsea ningún valor medido.

Las Figuras 10-18 ilustran otro método que utiliza una tensión inducida en una ruta de corriente. Este método puede llevarse a cabo, en particular, con los conectores hembra BU mostrados en la Figura 1, en los que dos (o más) lengüetas KF de contacto son paralelas entre sí en una base común sin entrar en contacto en el extremo distal.

La Figura 10 muestra una vista esquemática de un conector hembra BU con cuatro lengüetas KF1, KF2, KF3 y KF4 de contacto independientes, cada una de las cuales se extiende sobre un sector circular anular de aproximadamente 90°. Las dimensiones ilustrativas (diámetro, distancia de separación) se introducen en mm. Dos de estas lengüetas de contacto, KF1 y KF3, están envueltas por un núcleo magnético MK blando (por ejemplo, de material nanocristalino o amorfo, una ferrita o un material magnético similar), en donde el núcleo MK circunferencialmente cerrado está a su vez envuelto, en una sección que se encuentra fuera del conector hembra, por una bobina primaria multicapa PSP, por ejemplo, de hilo de cobre esmaltado. La bobina primaria PSP está conectada a un circuito AS de evaluación, a través del cual se pueden aplicar características de corriente y/o tensión adecuadas.

Según el principio de un transformador, las fluctuaciones de corriente en la bobina primaria PSP generan un campo magnético cambiante, que es agrupado y transmitido por el núcleo MK. Como se puede apreciar en la vista lateral de la Figura 11, las lengüetas KF1 y KF3 de contacto encerradas por el núcleo MK y las lengüetas KF2 y KF4 de contacto externas forman, debido al pin ST insertado, una ruta de corriente cerrada alrededor del núcleo MK, que también puede entenderse como una bobina secundaria con un devanado. Por lo tanto, el campo magnético cambiante en el núcleo MK conduce a una tensión de inducción U_{ind} dentro de esta ruta de corriente y, por lo tanto, a las correspondientes corrientes de inducción (véanse las puntas de flecha en las lengüetas KF1, KF3 de contacto y los extremos de flecha en las lengüetas KF2 y KF4 de contacto indicados en la Figura 10). Estas corrientes de inducción deben fluir a través de las áreas de contacto entre las lengüetas de contacto y el pin ST y, por lo tanto, representan el sensor deseado para las propiedades de transición o la resistencia de contacto en las áreas de contacto.

La configuración descrita consta, en definitiva, de dos circuitos paralelos conectados en serie con dos lengüetas de contacto cada uno, según el diagrama de circuito equivalente de la Figura 12, en donde se han despreciado las resistencias del material en aras de la simplicidad. La resistencia total en este circuito de inducción de la “bobina secundaria” se calcula como

$$R_{13} = R_{\bar{U}1} R_{\bar{U}3} / (R_{\bar{U}1} + R_{\bar{U}3})$$

$$R_{24} = R_{\bar{U}2} R_{\bar{U}4} / (R_{\bar{U}2} + R_{\bar{U}4})$$

como

$$R_{\text{tot,ind}} = R_{13} + R_{24}$$

A diferencia del circuito de la Figura 12, las lengüetas de contacto están conectadas en paralelo en el funcionamiento normal del dispositivo enchufable. Su resistencia total es entonces

$$R_{\text{tot,B}} = R_{13} R_{24} / (R_{13} + R_{24})$$

Si las cuatro resistencias de contacto tienen la misma magnitud, es decir

$$R_{\bar{U}1} = R_{\bar{U}2} = R_{\bar{U}3} = R_{\bar{U}4} = R_{\bar{U}},$$

se aplica $R_{\text{tot,ind}} = R_{\bar{U}}$ y $R_{\text{tot,B}} = R_{\bar{U}}/4$, es decir, $R_{\text{tot,B}} = R_{\text{tot,ind}} / 4$.

Si las cuatro resistencias de contacto asumen valores desiguales (distribuidos estadísticamente en la práctica), el valor medido $R_{\text{tot,ind}}$ determinado con el método aquí descrito puede superar el valor de $R_{\text{tot,B}}$, pero se encuentra así “en el lado seguro”.

En un enfoque modificado, el circuito AS de evaluación en el devanado primario PSP podría diseñarse de manera que no solo determine la impedancia Z de entrada compleja y, por tanto, $R_{\text{tot,ind}}$, sino que también mida con I_{B13} la proporción de la corriente I_B de servicio que fluye a través de las lengüetas KF1 y KF3 de contacto encerradas por el núcleo magnético MK en la Figura 10 (véase el principio del transformador/transformador de corriente). Si el circuito de evaluación también conoce la corriente I_{B24} a través de las otras lengüetas KF2, KF4 de contacto o la propia corriente I_B de servicio (por ejemplo, por medición), se pueden aprovechar las siguientes relaciones:

$$I_B = I_{B13} + I_{B24}$$

$$I_{B24} R_{24} = I_{B13} R_{13}$$

$$R_{\text{tot,ind}} = R_{13} + R_{24}$$

$$R_{\text{tot,B}} = R_{13} R_{24} / (R_{13} + R_{24})$$

Las dos últimas relaciones se han utilizado antes. Si se resuelve este sistema de ecuaciones según $R_{\text{tot,B}}$, se obtiene

$$R_{\text{tot,B}} = R_{\text{tot,ind}} I_{B13} I_{B24} / (I_{B13} + I_{B24})^2$$

Utilizando esta fórmula, el circuito AS de evaluación puede proporcionar no solo información sobre $R_{\text{tot,B}}$, sino la propia $R_{\text{tot,B}}$.

Para determinar $R_{\text{tot,ind}}$, se mide la impedancia Z de entrada (compleja) de la bobina primaria PSP mediante el circuito AS de evaluación de las Figuras 10, 11, que depende, entre otras cosas, de $R_{\text{tot,ind}}$.

La Figura 13 muestra el resultado de una simulación con los parámetros típicos de los componentes utilizados. La parte real $\text{Re}(Z(R_{\bar{U}}))$ y la parte imaginaria $\text{Im}(Z(R_{\bar{U}}))$ de la impedancia Z de entrada compleja se muestran en función de la resistencia $R_{\bar{U}}$ de contacto (bajo el supuesto anterior de que todas las resistencias de contacto individuales son iguales). El gráfico ilustra que la impedancia Z de entrada del circuito de medición cambia significativamente con los cambios en la resistencia $R_{\bar{U}}$ de contacto. Así, un circuito AS de evaluación conectado al circuito de medición puede determinar la resistencia de contacto buscada a partir de la impedancia de entrada.

En la simulación, se supuso que el núcleo magnético MK estaba configurado de tal manera que, cuando se excitaba con 127 A, se alcanzaba la densidad de flujo magnético de 1 tesla. Con una excitación aún más fuerte, es de esperar que el circuito magnético se sature gradualmente. Esta saturación puede producirse, por ejemplo, si durante un arranque intenso fluyen durante varios segundos corrientes muy superiores a la nominal, de las que aproximadamente la mitad se corresponden con las dos lengüetas de contacto encerradas en el núcleo. En consecuencia, el sistema electrónico secundario medirá valores Z distorsionados en el rango del valor pico de la

corriente de servicio, pero detectará valores sensibles en la proximidad del cruce de cero de la corriente de servicio. Opcionalmente, el circuito AS de evaluación puede estar diseñado para realizar una medición sincronizada con la corriente de servicio (50 Hz), en particular solo cerca del cruce de cero de la corriente de servicio.

5 El método descrito con la inducción de una corriente de medición puede realizarse opcionalmente también con un sensor. Por ejemplo, un sensor F como el que se muestra en la Figura 2 podría asumir el papel de las lengüetas de contacto situadas fuera (o dentro) del núcleo magnético. Además, un pin dividido también podría ocupar el lugar de varias lengüetas de contacto.

10 El principio que subyace a los planteamientos anteriores consiste en que los puntos de contacto entre el conector hembra y el pin pueden ser investigados por inducción con la ayuda de un núcleo magnético si una trayectoria cerrada (curva, línea) que atraviesa un material eléctricamente conductor y pasa por la zona abarcada por el núcleo magnético solo puede formarse con la participación simultánea de los elementos de contacto del primer y del segundo dispositivo enchufable.

15 Estas condiciones también pueden lograrse en constelaciones alternativas además de las ya descritas (nota: en aras de la claridad, en las Figuras 14 a 18 no se muestran los devanados de un bobinado primario que envuelven el núcleo magnético de forma similar a un transformador).

20 La Figura 14, por ejemplo, muestra la disposición de un núcleo magnético MK que rodea un pin ST dentro de un conector hembra BU, con áreas de contacto entre el pin ST y el conector hembra BU en ambos lados junto al núcleo MK en dirección axial. Una ruta de corriente del tipo deseado va entonces desde el pin ST a través de una primera de las áreas de contacto del pin/conector hembra hasta el conector hembra BU (o su lengüeta de contacto), y desde allí, a través de la segunda de las áreas de contacto del pin/conector hembra, de vuelta al pin ST.

25 En las Figuras 15 a 18 se muestra otro enfoque. Aquí, solo el área de contacto entre el pin ST y el conector hembra BU atraviesa de forma eficaz la superficie del núcleo magnético MK.

30 Como puede verse en la vista en perspectiva de la Figura 15, la forma del núcleo magnético MK, que es rectangular en vista en planta, se apoya de forma semicilíndrica contra el pin ST.

35 En la vista en sección axial de la Figura 16, esta forma tridimensional del núcleo magnético MK aparece como un rectángulo. La Figura 16 también muestra el conector hembra BU, que tiene dos lengüetas KF1 y KF2 de contacto paralelas. En la zona de un muelle HF de manguito envolvente en 360°, las lengüetas KF1, KF2 de contacto tocan el pin ST en una primera y segunda área de contacto respectivamente. La primera de estas dos áreas de contacto, entre la primera lengüeta KF1 de contacto y el pin ST (a la izquierda en la Figura 18 en sección transversal, a lo largo de la línea "B"), está encerrada por el núcleo magnético MK.

40 La ruta de corriente en la que se genera la tensión de inducción deseada va desde el pin ST a través de la primera área KF1/ST de contacto, pasando por la primera lengüeta KF1 de contacto, a través de la parte inferior del conector hembra BU y/o el muelle HF de manguito hasta la segunda lengüeta KF2 de contacto, y desde allí, a través de la segunda área KF2/ST de contacto, vuelve al pin ST.

45 Una ventaja de esta realización es que es aplicable a los conectores hembra con lengüetas de contacto independientes, así como (como se muestra) a los conectores hembra con lengüetas de contacto unidas distalmente.

50 En los ejemplos presentados hasta ahora, no se ha abordado en mayor medida la cuestión de si las rutas de corriente consideradas eran conductoras en su totalidad o (solo) conductoras de forma capacitiva. En cualquier caso, todos los ejemplos funcionan con conductividad, que permite pasar una corriente continua permanente por la ruta de corriente.

55 Sin embargo, también es posible que una ruta de corriente considerada solo sea conductiva capacitivamente en al menos un punto, es decir, que comprenda una capacitancia en conexión en serie. Esta vía de corriente no puede conducir una corriente continua permanente, sino solo una corriente alterna. Aparte de este aspecto, los ejemplos descritos funcionan sin cambios.

60 En la Figura 19 se ilustra la utilización de una ruta de corriente que solo puede ser conductiva capacitivamente. Se muestra esquemáticamente una ruta de corriente que incluye un pin ST, un conector hembra BU y un sensor F del lado del conector hembra. A diferencia de la disposición de la Figura 2, en el interior del conector hembra BU hay una almohadilla DK de presión eléctricamente aislante, que presiona el sensor F contra el pin ST. Esto permite garantizar un contacto suficientemente estrecho entre el sensor F y el pin ST del dispositivo enchufable. Aunque las capas de óxido o similares impidan la conducción eléctrica desde el sensor F hasta el pin ST, entre el sensor F y el pin ST se forma una capacitancia suficientemente alta para permitir un alto flujo de corriente (alterna) utilizable en la ruta de corriente. Por lo tanto, no serían necesarias medidas como la descrita de fritar el contacto.

65

El diagrama de circuito eléctrico equivalente de tal disposición se muestra superpuesto en la Figura 19, en donde C_F es la capacitancia y R_F es la resistencia óhmica entre el sensor F y el pin ST. R_{iso} denota la resistencia de aislamiento entre el sensor F y el conector hembra BU y suele ser del orden de al menos 5 mΩ.

- 5 Opcionalmente, en una realización de este tipo, solo se pueden determinar primero las relaciones en la transición entre el sensor F y el pin ST en una medición independiente, es decir, C_F y R_F , por ejemplo, mediante una medición sin corriente de servicio y/o una medición sin pin ST insertado. El resultado de esta determinación puede utilizarse en la ejecución y/o evaluación de la medición real posterior para mejorar su fiabilidad.
- 10 Otra ampliación de la invención se ilustra en la Figura 20. Este enfoque consiste en la detección independiente del estado en que se inserta un pin ST en el conector hembra BU. Esto permite distinguir entre los casos en que no hay ningún pin insertado y aquellos con resistencia de contacto infinitamente alta.

Preferiblemente, la detección del estado enchufado se realiza mecánicamente para que sea independiente de la conducción de la corriente. Como se indica en la Figura 20, el sensor F puede, por ejemplo, estar acoplado mecánicamente al interruptor de un circuito DS de detección. Al entrar en contacto con un pin ST insertado, el sensor F se mueve y este movimiento se convierte mecánicamente en una apertura (o cierre) del interruptor del circuito DS de detección. A su vez, el estado del interruptor puede consultarse desde el exterior.
- 15 20 La Figura 21 muestra una variación de la disposición de la Figura 11, por lo que a continuación solo se describirán las diferencias y, para las demás cuestiones, se hará referencia a la descripción anterior.

En la disposición modificada, se induce de nuevo un campo magnético alterno en el núcleo magnético MK a través de la bobina primaria PSP conectando una fuente Up de tensión alterna a la bobina primaria PSP (esta fuente de
25 tensión alterna forma parte del circuito AS de evaluación que no se muestra con más detalle en la Figura 11).

Sin embargo, en esta disposición, los efectos (de retroalimentación) de un flujo de corriente inducido por el campo magnético alterno del núcleo en la ruta de corriente de interés ya no se detectan a través de la bobina primaria PSP. En su lugar, se dispone otra bobina alrededor de la ruta de corriente, que se conecta al circuito AS de evaluación como bobina MS de medición. Una magnitud eléctrica medible (por ejemplo, la tensión) es inducida en la bobina MS
30 de medición directamente por el flujo de corriente en la ruta de corriente que la rodea.

Toda la ruta de corriente puede pasar por la bobina MS de medición, como se indica en la figura, si la bobina MS de medición encierra todas las lengüetas de contacto de una dirección de corriente (aquí KF2 y KF4 o KF1 y KF3).
35 Alternativamente, solo se podría detectar una parte de la ruta de corriente, por ejemplo, si la bobina MS de medición solo cubriera una sola lengüeta de contacto.

REIVINDICACIONES

1. Método para determinar las propiedades (R_{ij}) de transición eléctrica en el área de contacto entre un primer elemento (BU) de contacto de un primer dispositivo enchufable (SV1) y un segundo elemento (ST) de contacto complementario al mismo de un segundo dispositivo enchufable (SV2),
5
en donde el primer elemento de contacto es un conector hembra (BU) y el segundo elemento de contacto es un pin (ST) o viceversa, y
10 en donde se evalúan las propiedades de una ruta de corriente que incluye el primer elemento (BU) de contacto, el área de contacto y, del segundo dispositivo enchufable (SV2), solo el segundo elemento (ST) de contacto;
caracterizado por que
15 - la ruta de corriente está cerrada e incluye solo el primer elemento (BU) de contacto, el área de contacto y el segundo elemento (ST) de contacto;
- se genera una tensión (U_{ind}) de inducción en la ruta de corriente, con ayuda de la cual se realizan mediciones en la ruta de corriente que permiten sacar conclusiones sobre las propiedades de transición de interés.
20 2. Método según el preámbulo de la reivindicación 1, en particular, método según la reivindicación 1,
caracterizado por que
25 - la ruta de corriente incluye al menos dos sensores (F, F1, F2) que están dispuestos en el primer dispositivo enchufable (SV1) y que, en el estado enchufado, entran en contacto con el segundo elemento (ST) de contacto, cada uno con su propia área de contacto independiente;
en donde
30 a) se evalúan tres o más rutas de corriente que incluyen diferentes combinaciones de las al menos tres áreas de contacto formadas entre i) el segundo elemento de contacto y ii) el primer elemento de contacto y/o los diferentes sensores, y/o
b) se aplica una corriente a través del primer elemento (BU) de contacto, el segundo elemento (ST) de contacto y uno de los sensores (F2), en donde se mide la caída de tensión entre el primer elemento (BU) de contacto y el otro sensor (F1).
35 3. Método según el preámbulo de la reivindicación 1, en particular, método según al menos una de las reivindicaciones anteriores,
caracterizado por que la evaluación se sincroniza con el curso de una corriente alterna (I_B) de servicio a través del área de contacto, realizándose mediciones preferiblemente en el rango de los cruces de cero de la corriente alterna de servicio.
40 4. Método según el preámbulo de la reivindicación 1, en particular, método según al menos una de las reivindicaciones anteriores,
45 en donde la ruta de corriente incluye al menos un sensor (F, F1, F2) que está dispuesto en el primer dispositivo enchufable (SV1) y que, en el estado enchufado, entra en contacto con el segundo elemento (ST) de contacto,
caracterizado por que la ruta de corriente entre el sensor (F, F1, F2) y el segundo elemento (ST) de contacto solo es conductiva de forma capacitiva y en ella se forma una capacitancia de más de aproximadamente 10 pF, lo que permite un flujo de corriente alterna en la ruta de corriente.
50 5. Método según al menos una de las reivindicaciones anteriores,
caracterizado por que a través de la ruta de corriente se mide la caída (U_B) de tensión que se produce cuando una corriente (I_B) de servicio fluye a través del área de contacto.
55 6. Método según al menos una de las reivindicaciones anteriores,
caracterizado por que se establecen propiedades de transición definidas entre el sensor (F, F1, F2) y el segundo elemento (ST) de contacto, preferiblemente aplicando una tensión (U_D) de ruptura.
60 7. Método según al menos una de las reivindicaciones anteriores,
caracterizado por que la ruta de corriente forma la bobina secundaria en un núcleo magnético (MK), en el que se dispone además una bobina primaria (PSP).
8. Método según al menos una de las reivindicaciones anteriores,
caracterizado por que la ruta de corriente incluye al menos dos lengüetas (KF1, KF2, KF3, KF4) de contacto que contactan ambas con el mismo pin (ST) de contacto.
65

9. Dispositivo enchufable (SV1) con al menos un primer elemento (BU) de contacto, que entra en contacto en un área de contacto con un segundo elemento (ST) de contacto complementario de un segundo dispositivo enchufable (SV2) en el estado enchufado,

5 en donde el primer elemento de contacto es un conector hembra (BU) y el segundo elemento de contacto es un pin (ST) o viceversa,
 y en donde el dispositivo enchufable (SV1) tiene una ruta de corriente que incluye el primer elemento (BU) de contacto, el área de contacto y, del segundo dispositivo enchufable (SV2), solo el segundo elemento (ST) de contacto complementario,
10 **caracterizado por que**

 - la ruta de corriente está cerrada e incluye solo el primer elemento (BU) de contacto, el área de contacto y el segundo elemento (ST) de contacto;
 - comprende medios para generar una tensión (U_{ind}) de inducción para un método según la reivindicación 1.
15

10. Dispositivo enchufable según el preámbulo de la reivindicación 9,
 caracterizado por que incluye al menos dos sensores (F, F1, F2) que, en el estado enchufado, entran en contacto con un segundo elemento (ST) de contacto complementario del segundo dispositivo enchufable (SV2), teniendo cada uno de ellos un área de contacto propia e independiente, e incluye medios para llevar a cabo un método según la reivindicación 2.
20

11. Dispositivo enchufable según la reivindicación 9 o 10,
 caracterizado por que incluye un núcleo magnético (MK) que rodea el primer elemento (BU) de contacto y/o un sensor (F) y/o el área de contacto.
25

12. Dispositivo enchufable según al menos una de las reivindicaciones 9, 10 o 11,
 caracterizado por que incluye un circuito (AS) de evaluación para evaluar las propiedades de una ruta de corriente de acuerdo con un método según una de las reivindicaciones 1 a 8.

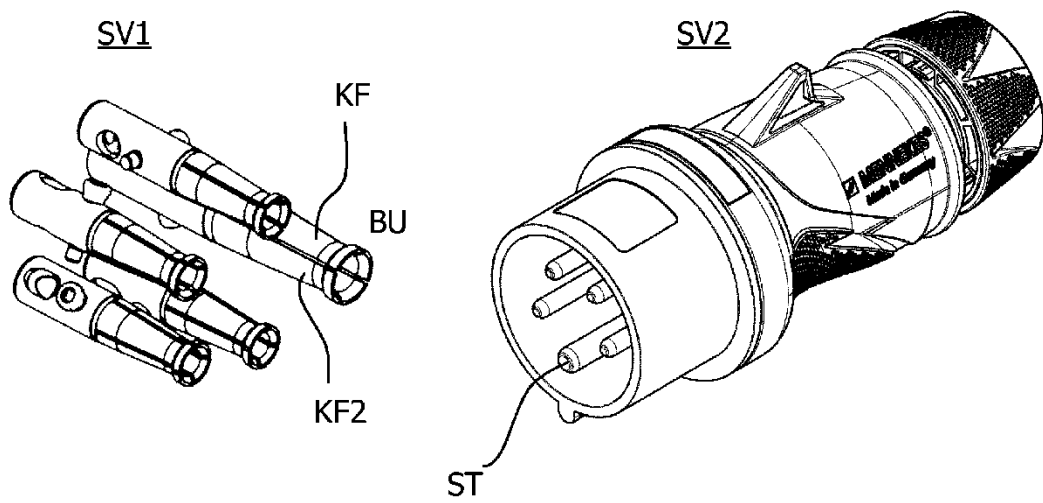


Fig. 1

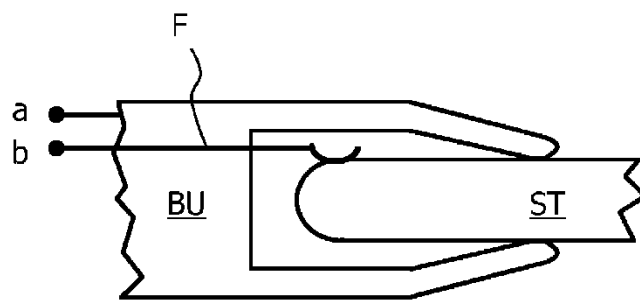


Fig. 2

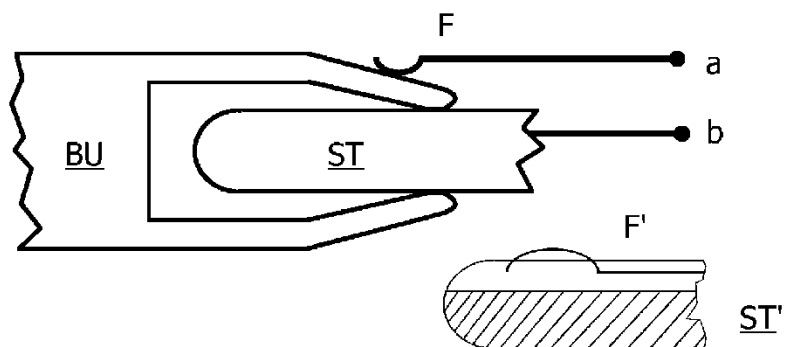


Fig. 3

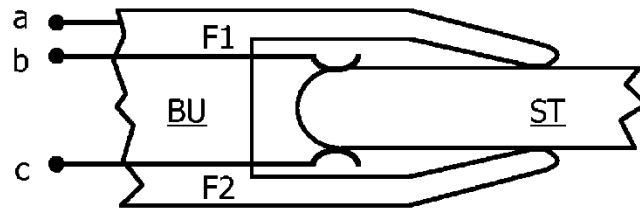


Fig. 4

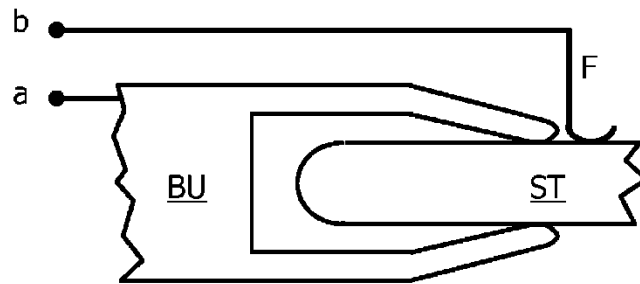


Fig. 5

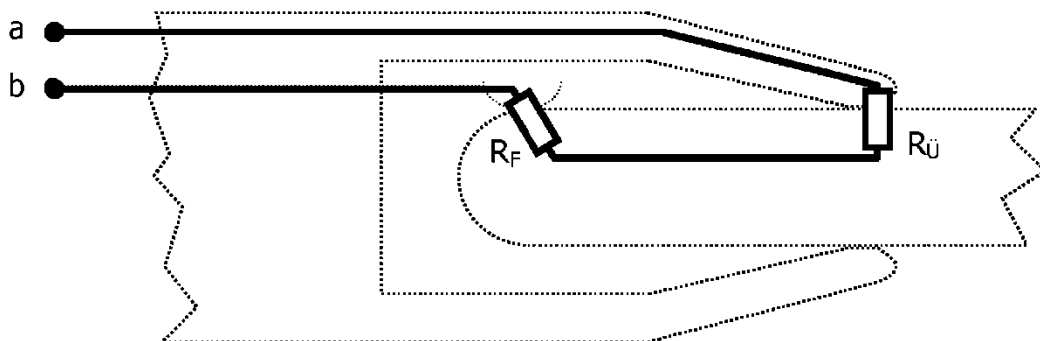


Fig. 6

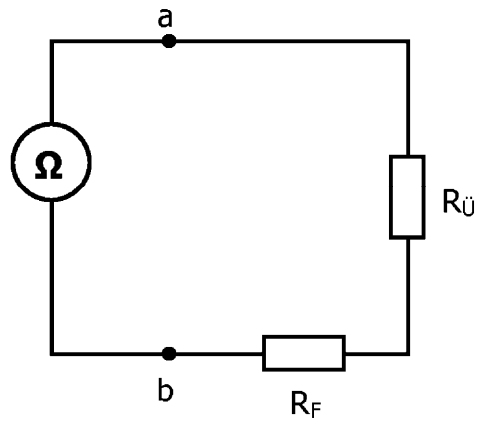


Fig. 7

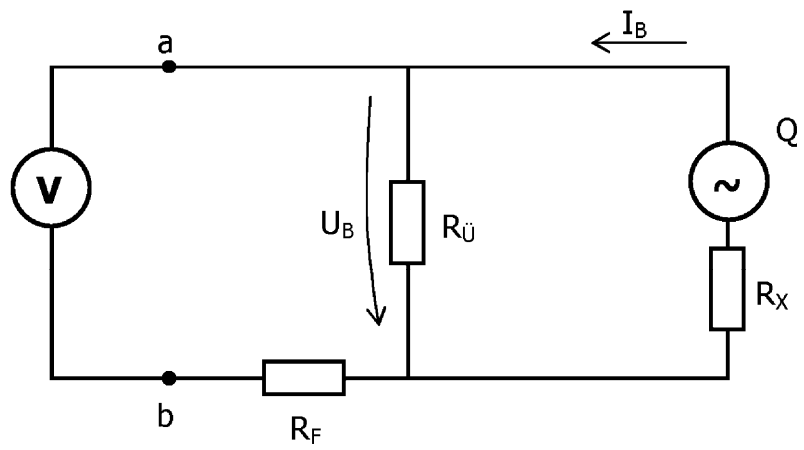


Fig. 8

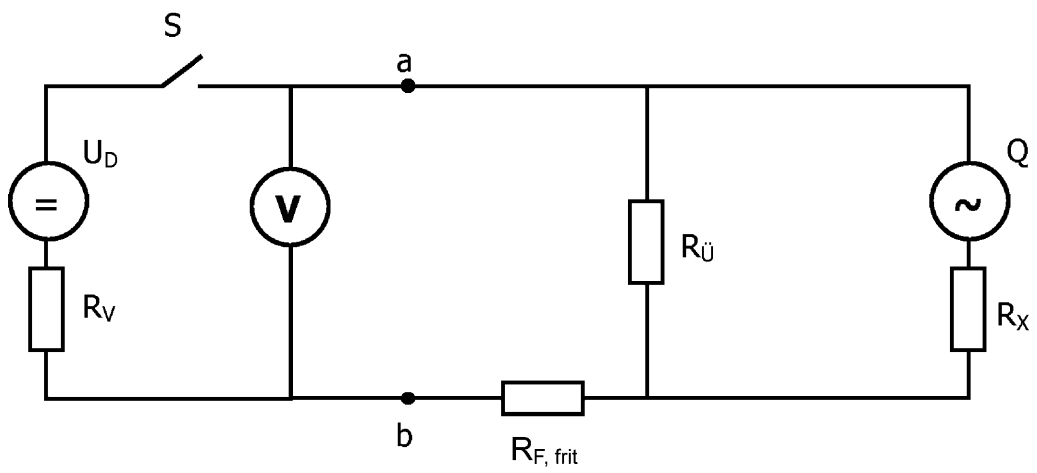


Fig. 9

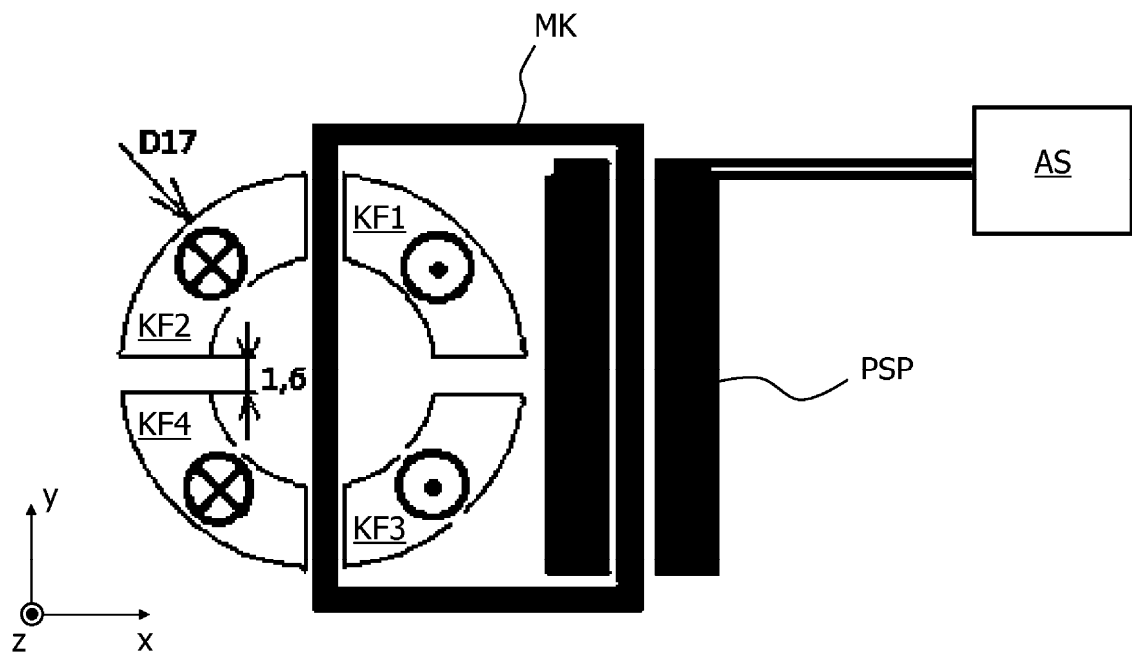


Fig. 10

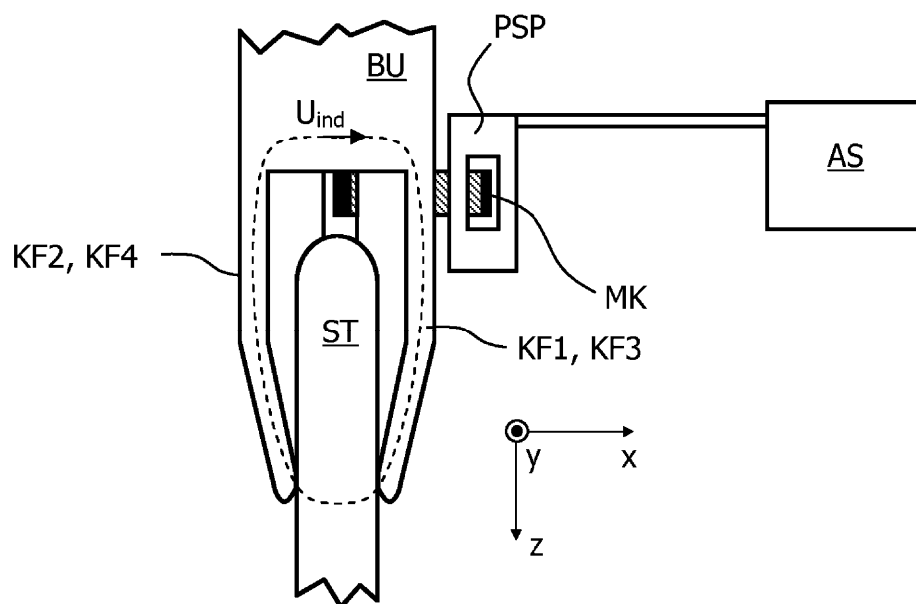


Fig. 11

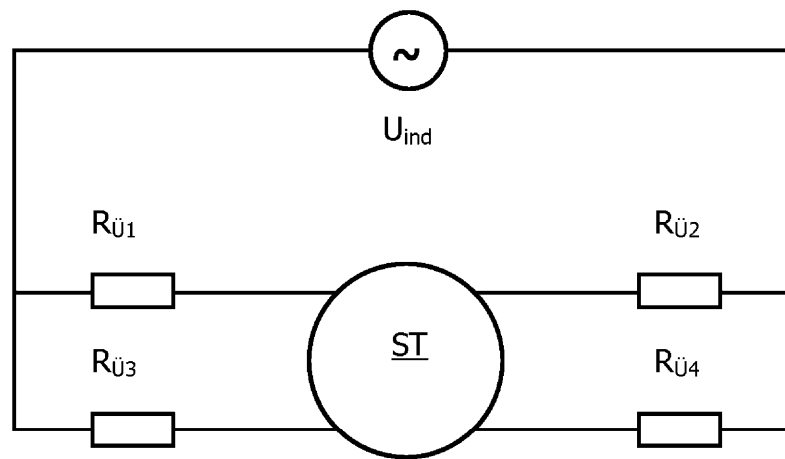


Fig. 12

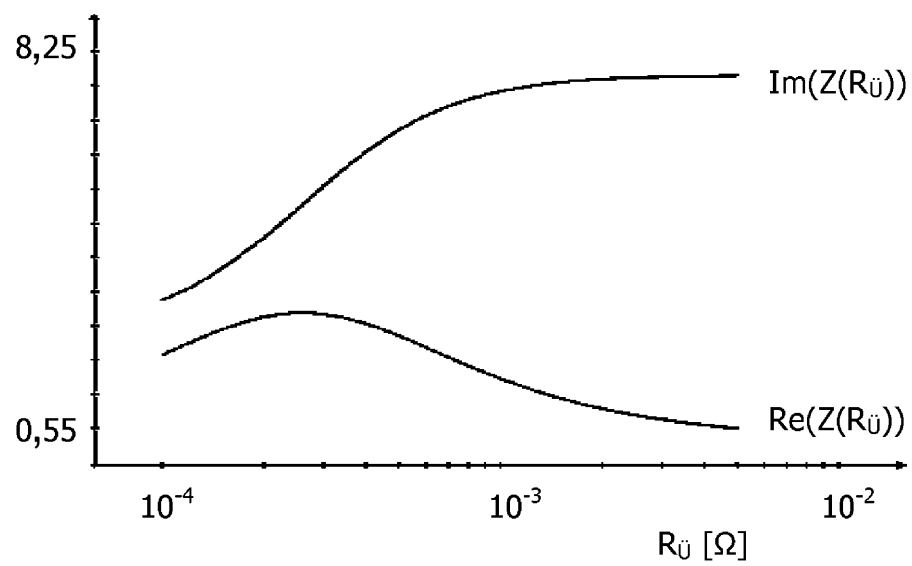


Fig. 13

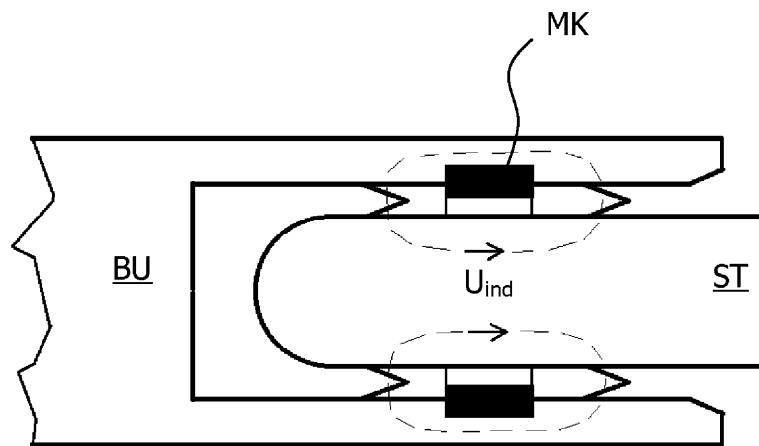


Fig. 14

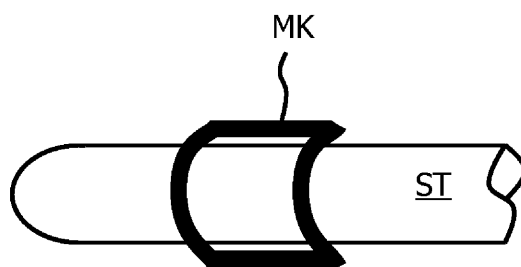


Fig. 15

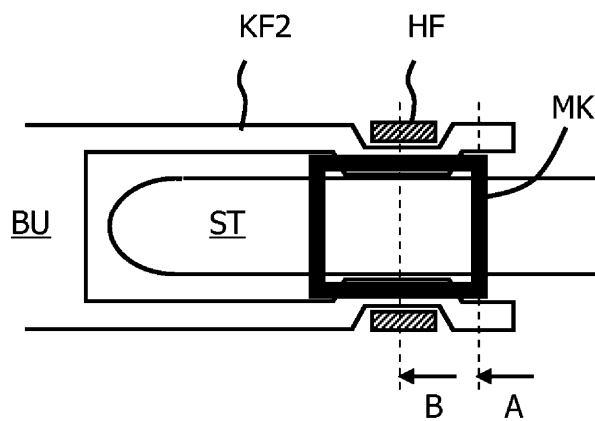


Fig. 16

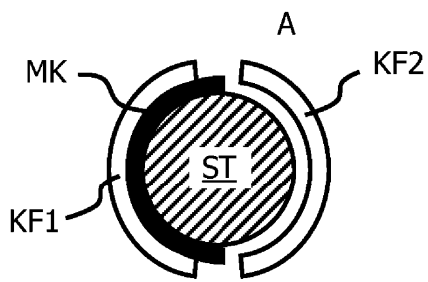


Fig. 17

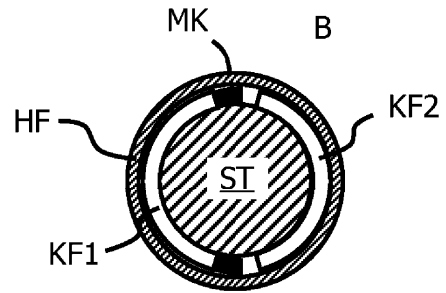


Fig. 18

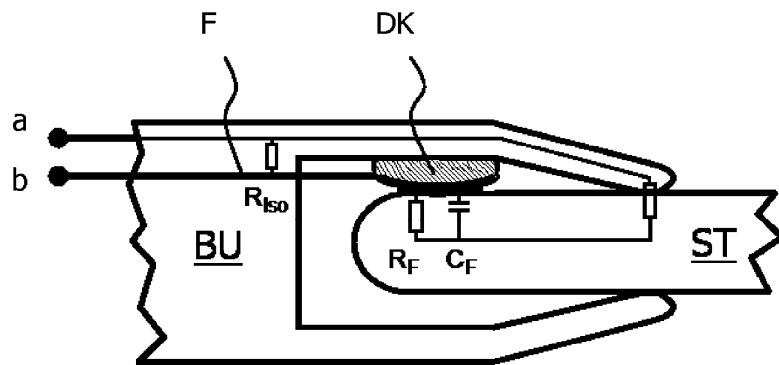


Fig. 19

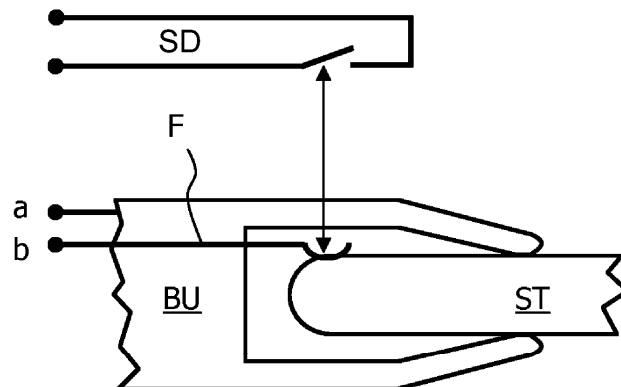


Fig. 20

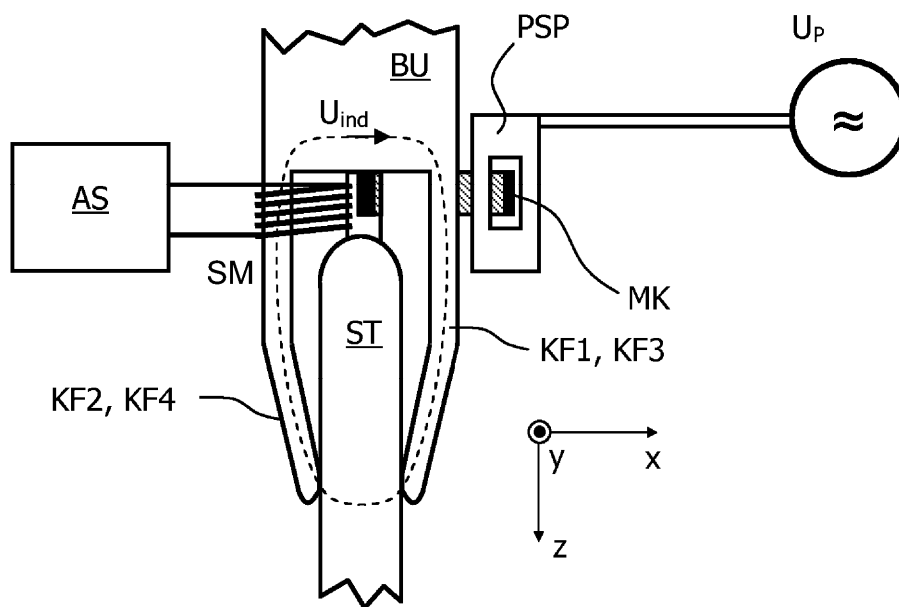


Fig. 21