(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
02. Januar 2025 (02.01.2025)

WIPO | PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2025/002776 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
G01R 27/18 (2006.01) *G01R 27/20* (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2024/065959

(22) Internationales Anmeldedatum:
10. Juni 2024 (10.06.2024)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2023 206 178.3
30. Juni 2023 (30.06.2023) DE

(71) Anmelder: **ROBERT BOSCH GMBH** [DE/DE]; Postfach 30 02 20, 70442 Stuttgart (DE).

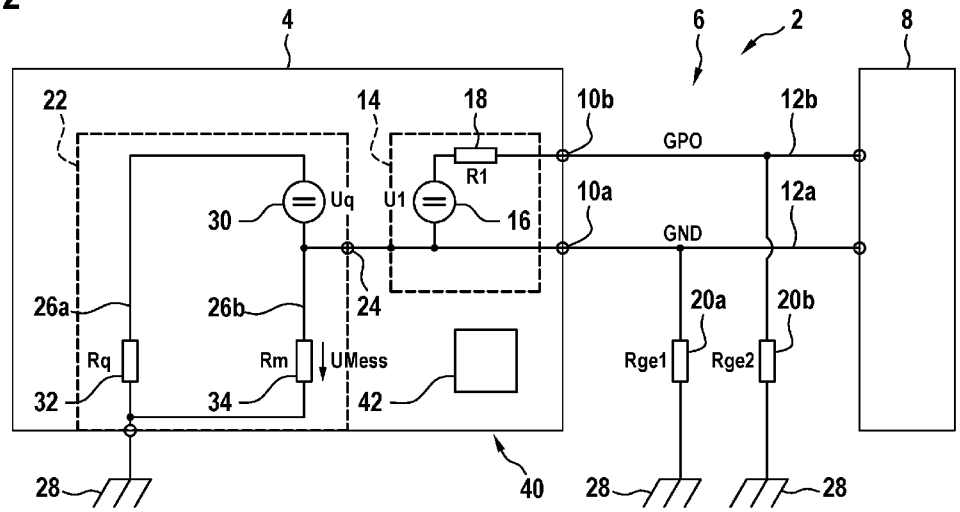
(72) Erfinder: **BAUER, Stefan**; Gottfried-Keller-Str. 4c, 94315 Straubing (DE). **DORFNER, Andreas**; Gossersdorf 41, 94357 Konzell (DE).

(81) Bestimmungsstaaten *(soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart)*: AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(54) **Title:** MEASURING THE GROUND RESISTANCE AT A TERMINAL OF AN APPLIANCE

(54) **Bezeichnung:** ERMITTLUNG DES ERDSCHLUSSWIDERSTANDES AN EINEM ANSCHLUSSPOL EINES GERÄTES

Fig. 2



(57) **Abstract:** The invention relates to a method for measuring an ohmic ground resistance (20a,b) of a terminal (10a,b) of an appliance (4), in which method: a measuring circuit (22) is connected to the terminal (10a,b), which measuring circuit comprises a voltage source (30) having a source resistor (32) in parallel with a measuring resistor (34); a first and a second measuring voltage (UMess1,2) are measured at the measuring resistor (34), and at least one value of the measuring circuit (22) is changed in the process; and the ground resistance (20a,b) is determined on the basis of the two measuring voltages (UMess1,2) and the first value and the second value. The measuring circuit (22) comprises the voltage source (30) having the source resistor (32) in parallel with the measuring resistor (34). A measurement setup (40) comprises the measuring circuit (22) and an evaluation unit (42) for carrying out the method. The appliance

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2025/002776 A1

(84) Bestimmungsstaaten *(soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart)*: ARIPO (BW, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, ME, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— *mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)*

(4) comprising the terminals (10a,b) contains the measuring circuit (22) or measurement setup (40).

(57) Zusammenfassung: Bei einem Verfahren zur Ermittlung eines ohmschen Erdwiderstandes (20,a,b) eines Pols (10a,b) eines Gerätes (4), wird eine Messschaltung (22) an den Pol (10a,b) angeschlossen, die eine Spannungsquelle (30) mit Quellwiderstand (32) parallel zu einem Messwiderstand (34) enthält, werden eine erste und zweite Messspannung (UMess1,2) am Messwiderstand (34) ermittelt, und dabei mindestens ein Wert der Messschaltung (22) verändert und der Erdwiderstand (20,a,b) aus den beiden Messspannungen (UMess1,2) und den ersten und zweiten Werten ermittelt. Die Messschaltung (22) enthält die Spannungsquelle (30) mit Quellwiderstand (32) parallel zu dem Messwiderstand (34). Eine Messanordnung (40) enthält die Messschaltung (22) und eine Auswerteeinheit (42) zur Ausführung des Verfahrens. Das Gerät (4) mit den Polen (10a,b) enthält die Messschaltung (22) oder Messanordnung (40).

Beschreibung

Titel

Ermittlung des Erdschlusswiderstandes an einem Anschlusspol eines Gerätes

Die Erfindung betrifft Geräte, die Pole bzw. Anschlusspole aufweisen, wobei wenigstens einer, mehrere oder alle der Anschlusspole bestimmungsgemäß potentialfrei zu halten sind. Mit anderen Worten ist ein Erdschluss der entsprechenden Pole zu vermeiden, d.h. ein ohmscher Erdwiderstand vom Pol zu einem Bezugspotential (Erde) muss größer einem Mindestwert sein.

Stand der Technik

Aus der DE 10 2010 028 022 A1 ist eine Einrichtung sowie ein Verfahren zur Überwachung einer Lautsprecherlinie bekannt, wobei ein an einem ersten Punkt der Lautsprecherlinie angeordnetes Hauptmodul und wenigstens ein an einem zweiten, entfernten Punkt der Lautsprecherlinie angeordnetes Überwachungsmodul kommunizieren, wobei die Impedanz zwischen der Lautsprecherlinie und einer Bezugsmasse von dem sendenden Kommunikationsteilnehmer verändert wird, um ein digitales Kommunikationssignal zu übertragen.

Offenbarung der Erfindung

Ein Gegenstand der Erfindung ist ein Verfahren nach Anspruch 1. Bevorzugte oder vorteilhafte Ausführungsformen der Erfindung sowie anderer Erfindungskategorien ergeben sich aus den weiteren Ansprüchen, der nachfolgenden Beschreibung sowie den beigefügten Figuren.

Das Verfahren dient zur bzw. bewirkt im Ergebnis die Ermittlung (und damit einhergehende Bereitstellung zur weiteren Verarbeitung etc.) eines Wertes eines ohmschen Erdwiderstandes. Der Erdwiderstand ist der ohmsche Widerstand, der zwischen einem Pol eines elektrischen Gerätes und einem Bezugspotential, insbesondere dem Erdpotential, besteht. Das Gerät weist also mindestens einen Pol oder auch "Anschlusspol" auf. Der Pol dient zur elektrischen Verbindung des Gerätes mit anderen Elementen, z.B. einem weiteren Gerät. Z.B. wird hierzu eine elektrische Leitung an dem Pol angeschlossen, die dann von dem Gerät wegführt. Mindestens einer, insbesondere mehrere oder alle der Pole des Gerätes ist bestimmungsgemäß potentialfrei zu halten, d.h. der Erdwiderstand des Pols muss einen Mindestwert aufweisen und darf z.B. je nach gesetzlichen / nationalen / usw. Vorgaben z.B. nicht kleiner als 50kOhm oder 100kOhm sein.

Für das Verfahren wird also ein entsprechendes Gerät vorausgesetzt bzw. wird das Verfahren an dem Gerät durchgeführt.

Bei dem Verfahren wird ein Anschlusspunkt einer Messschaltung elektrisch an wenigstens einem, insbesondere genau einem der Pole angeschlossen. "Anschluss" bedeutet hier stets: mittelbar oder unmittelbar, insbesondere allenfalls unter Zwischenschaltung einer elektrischen Leitung, jedoch keiner weiteren elektrischen Bauteile wie z.B. Widerständen oder Kondensatoren usw. Die Messschaltung weist also den Anschlusspunkt auf. Auch eine entsprechende Messschaltung wird also für das Verfahren vorausgesetzt bzw. diese im Verfahren eingesetzt.

Die Messschaltung enthält eine vom Anschlusspunkt zu dem Bezugspotential führende Parallelschaltung. Die Parallelschaltung enthält einen ersten Zweig. Dieser enthält eine Reihenschaltung einer Spannungsquelle und eines ohmschen Quellwiderstandes. Die Parallelschaltung enthält einen parallel zum ersten Zweig geschalteten zweiten Zweig. Dieser enthält einen ohmschen Messwiderstand. Beide Zweige sind parallel zwischen den Anschlusspol und das Bezugspotential bzw. einen das Bezugspotential aufweisenden bzw. am Bezugspotential angeschlossenen Knotenpunkt geschaltet.

Insbesondere enthält die Messschaltung keine weiteren als die genannten Komponenten.

Bei dem Verfahren wird eine erste Messung durchgeführt: Eine erste Messspannung wird über dem Messwiderstand bei ersten Werten der Messschaltung ermittelt bzw. gemessen. "Erste Werte der Messschaltung" bedeutet, dass sowohl ein erster Wert der von der Spannungsquelle erzeugten Quellspannung als auch ein erster Wert des Quellwiderstandes als auch ein erster Wert des Messwiderstandes vorliegt. Alle Werte sind dabei ungleich Null.

Bei dem Verfahren wird anschließend eine zweite Messung durchgeführt: Eine zweite Messspannung wird über dem Messwiderstand bei zweiten Werten der Messschaltung ermittelt bzw. gemessen. "Zweite Werte der Messschaltung" bedeutet, dass sowohl ein zweiter Wert der von der Spannungsquelle erzeugten Quellspannung als auch ein zweiter Wert des Quellwiderstandes als auch ein zweiter Wert des Messwiderstandes vorliegt. Alle Werte sind dabei ungleich Null.

Für beide Messungen gilt: die Spannungsquelle erzeugt eine Quellspannung in Form einer Gleichspannung.

Von der ersten zur zweiten Messung hin bzw. von den ersten zu den zweiten Werten der Messschaltung hin wird mindestens einer der Werte der Quellspannung der Spannungsquelle und / oder des Quellwiderstandes und / oder des Messwiderstandes verändert. D.h., erster und zweiter Wert der Quellspannung sind unterschiedlich und/oder erster und zweiter Wert des Quellwiderstandes sind unterschiedlich und/oder erster und zweiter Wert des Messwiderstandes sind unterschiedlich.

Bei dem Verfahren wird anschließend der Wert des Erdwiderstandes aus den beiden Messspannungen und den ersten und zweiten Werten ermittelt. Dies wird fachüblich durch eine Ermittlung von Gleichungen aus Ersatzschaltbildern der Verschaltung von Gerät und Messschaltung und Auswertung der Gleichungen erreicht.

Für die Aufstellung der Gleichungen werden insbesondere Spannungen, ohmsche Widerstände und Ströme entlang eines Messpfades betrachtet. Der Messpfad führt von dem Bezugspotential durch die Messschaltung über den Anschlusspunkt, den Pol und den Erdwiderstand wieder zum Bezugspotential. Über das Bezugspotential wird der Messpfad zu einem Stromkreis geschlossen.

Dank des erfindungsgemäßen Verfahrens ist es möglich, zwei Gleichungen aufzustellen, die sich hinsichtlich der Werte der Messschaltung unterscheiden. Dadurch ist es möglich, in den Gleichungen eine Unbekannte zu eliminieren. Diese ist insbesondere der Wert einer Gleichspannung einer Störquelle in Form einer Gleichspannungsquelle. Dabei ist lediglich vorauszusetzen, dass der Wert der zu eliminierenden Gleichspannung / Störspannung der Störquelle bei beiden Messungen gleich ist.

Mit anderen Worten werden anhand der beiden Messungen bei unterschiedlichen Werten der Messschaltung zwei Gleichungen erstellt, aus der sich ein bekanntermaßen unveränderter Wert bzw. eine Größe eliminieren lässt. Der eliminierte Werte bzw. Größe muss daher nicht bekannt sein; der Erdwiderstand kann trotzdem sicher und zuverlässig ermittelt werden.

Im Rahmen der Erfindung wird der Erdwiderstand als konkretes einzelnes Ersatzschaltelement in einem Ersatzschaltbild angenommen, dessen Wert kann aber auch den Wert unendlich annehmen. Das heißt, streng genommen muss ein solcher Erdwiderstand also nicht tatsächlich vorhanden sein. Der Erdwiderstand kann sich aus verschiedenen Anteilen zusammensetzen. Diese können innerhalb oder außerhalb des Gerätes vorhanden sein. Für die vorliegenden Betrachtungen wird im Ersatzschaltbild von einem einzigen konzentrierten Element als Erdwiderstand ausgegangen, der dann alle tatsächlich vorhandenen Anteile in sich vereint.

Der Erdwiderstand ist der des Gerätes bzw. Pols selbst und beinhaltet nicht Anteile der am Pol angeschlossenen Messschaltung. Vorliegend weist der Messwiderstand bei beiden Messungen, insbesondere dauerhaft eine endliche Größe auf, stellt also keinen Leerlauf dar. Der zweite Zweig ist also kein Leerlauf zwischen Anschlusspol und Bezugspotential.

Am Ende des Verfahrens wird der ermittelte Wert des Erdwiderstandes bereitgestellt, z.B. zu einer Weiterverarbeitung übermittelt oder in einem Speicher auslesbar abgelegt usw. Insbesondere wird der ermittelte Wert des Erdwiderstandes mit einem vorgegebenen minimalen Schwellenwert verglichen. Falls der Vergleich ergibt, dass der ermittelte Wert des Erdwiderstandes kleiner ist als der vorgegebene, minimale Schwellenwert, wird vorzugsweise ein Alarm, beispielsweise ein akustischer und/oder optischer Alarm, ausgegeben.

In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung wird als Bezugspotential das Erdpotential gewählt. So lässt sich das Verfahren besonders einfach durchführen, da die Messschaltung lediglich mit Erdpotential zu verbinden ist.

In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung wird von den ersten zu den zweiten Werten der Messschaltung hin der Wert der Quellspannung nicht verändert. Mit anderen Worten ist bei beiden Messungen der Wert der Quellspannung gleich und ungleich Null. Das Verfahren bzw. die Messschaltung benötigt also keine in ihrer erzeugten Spannung veränderbare Spannungsquelle und wird dadurch besonders einfach.

In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung werden in der Messschaltung die Werte des Quellwiderstandes und des Messwiderstandes unterschiedlich zueinander gewählt. Hierdurch lässt sich die Messschaltung schaltungstechnisch besonders gut an das Gerät anpassen.

In einer bevorzugten Variante dieser Ausführungsform werden von den ersten zu den zweiten Werten der Messschaltung hin die Werte des Quellwiderstandes und des Messwiderstandes vertauscht. Dies hat den Vorteil, dass bei beiden Messungen die Impedanz der Messschaltung (vom Pol aus in das Gerät hinein betrachtete Eingangsimpedanz) gleich bleibt. Mit anderen Worten ändert sich die Eingangs- / Ausgangsimpedanz des Gerätes trotz enthaltener Messschaltung und zwischen den beiden Messungen veränderter Werte der Messschaltung aus Sicht der Pole nicht. Somit steht trotz der Messeigenschaften der Messschaltung und auch während der Ausführung des Verfahrens ein Gerät mit Messschaltung

zur Verfügung, dass unveränderte elektrische Impedanz hinsichtlich seiner Pole aufweist.

In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung enthalten der Messwiderstand und / oder der Quellwiderstand wenigstens zwei Teilwiderstände in Reihenschaltung. Der Wert des Messwiderstandes bzw. des Quellwiderstandes (wenn dieser jeweils mit Teilwiderständen ausgeführt ist, insofern entsprechend "und / oder") ist dann dadurch veränderbar, dass einer der Teilwiderstände vermittels eines Schalters überbrückbar ist. Mit anderen Worten kann durch Schließen des Schalters ein Kurzschluss über dem Teilwiderstand erzeugt werden und dieser somit schaltungstechnisch bzw. hinsichtlich seiner Widerstandswirkung aus der Messschaltung "entfernt" werden. Somit sind veränderbare Messwiderstände bzw. Quellwiderstände besonders einfach realisierbar.

In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist in einem oben bereits erläuterten Messpfad (dieser wird im Ersatzschaltbild betrachtet), der von der Messschaltung / Anschlusspunkt über den Erdwiderstand zum Bezugspotential (und auch durch die Messschaltung vom Anschlusspunkt zum Erdpotential) führt, eine Störquelle enthalten. Die Störquelle liegt also zwischen Anschlusspunkt und Erdpotential außerhalb der Messschaltung im Messpfad. Die Störquelle weist eine Störspannung in Form einer Gleichspannung auf. Mit anderen Worten ist eine Gleichspannungsquelle im Messpfad enthalten, zumindest in dessen Ersatzschaltbild. Der Wert des Erdwiderstandes wird dann aus den beiden Messspannungen und den ersten und zweiten Werten der Messschaltung derart ermittelt, dass der Wert der Störspannung bei der Ermittlung eliminiert wird. Dies geschieht wie oben erläutert durch Aufstellen zweier Gleichungen und Eliminieren der Störspannung, zum Beispiel durch Addition oder Subtraktion der Gleichungen. Wie oben schon angedeutet, kann der Erdwiderstand also auch bei Vorhandensein einer entsprechenden Störquelle nach wie vor aus beiden Messungen ermittelt werden. Voraussetzung ist die Annahme über die unveränderte Störspannung bei beiden Messungen, wie oben erläutert.

Ein weiterer Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist die oben erläuterte Messschaltung gemäß Patentanspruch 8. Diese dient zur Ermittlung des Wertes

des Erdwiderstandes des Pols des elektrischen Gerätes wie oben erläutert. Der Erdwiderstand besteht wie erläutert zwischen dem Pol und einem Bezugspotential. Die Messschaltung enthält wie oben erläutert den Anschlusspunkt, der mit dem Pol des Gerätes elektrisch verbindbar oder verbunden ist. Die Messschaltung enthält die zwischen den Pol und das Bezugspotential geschaltete Parallelschaltung aus der Reihenschaltung der Spannungsquelle und dem ohmschen Quellwiderstand einerseits und dem ohmschen Messwiderstand andererseits. Mindestens einer der Werte der Spannungsquelle und / oder des Quellwiderstandes und / oder des Messwiderstandes ist veränderbar.

Die Messschaltung und zumindest ein Teil deren möglicher Ausführungsformen sowie die jeweiligen Vorteile wurden sinngemäß bereits im Zusammenhang mit dem erfindungsgemäßen Verfahren erläutert.

Die Messschaltung dient insbesondere zum Einsatz in dem oben genannten Gerät, um mit Hilfe dieser das erfindungsgemäße Verfahren ausführen zu können.

Ein weiterer Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist eine Messanordnung gemäß Patentanspruch 9. Diese enthält die erfindungsgemäße Messschaltung und eine Auswerteeinheit. Die Auswerteeinheit ist dazu eingerichtet, das oben genannte Verfahren auszuführen. Die Auswerteeinheit ist z.B. eine Mess-und Recheneinrichtung mit Messfähigkeit für in dem Verfahren zu verwendende bzw. zu messende Größen (Messspannung) und Rechenfähigkeit zur Ermittlung des Erdwiderstandes.

Die Messanordnung ist also dazu geeignet, in Verbindung mit dem oben erläuterten Gerät das entsprechende Verfahren ausführen zu können und somit den Wert des Erdwiderstandes ermitteln zu können.

Einen weiteren Gegenstand der Erfindung bildet das oben bereits erläuterte Gerät gemäß Patentanspruch 10. Dieses weist den wenigstens einen bestimmungsgemäß potentialfrei zu haltenden Pol auf. Das Gerät enthält außerdem die oben erläuterte Messschaltung oder die oben erläuterte

Messanordnung. Der Anschlusspunkt der Messschaltung ist dabei an wenigstens, insbesondere genau einem der Pole elektrisch angeschlossen.

Das Gerät und zumindest ein Teil dessen möglicher Ausführungsformen sowie die jeweiligen Vorteile wurden sinngemäß bereits im Zusammenhang mit dem erfindungsgemäßen Verfahren, der Messschaltung und der Messanordnung erläutert.

In einer bevorzugten Ausführungsform ist das Gerät eine Komponente eines bzw. für ein Audiosystem, insbesondere ein Beschallungs- und / oder Sprachalarmierungssystem. Zum Beispiel handelt es sich bei dem Gerät um ein Hauptmodul oder Überwachungsmodul einer Lautsprecherlinie. Für derartige Komponenten ist die Erfindung besonders hilfreich bzw. geeignet.

In einer bevorzugten Ausführungsform weist das Gerät mindestens zwei Pole auf, die - insbesondere intern im Gerät - über eine Gleichstromverbindung miteinander verbindbar oder verbunden sind. Durch den Anschluss der Messschaltung an einem Pol kann der Erdwiderstand beider Pole in einem einzigen oben erläuterten Verfahrensdurchgang (erste und zweite Messungen) ermittelt werden. Liegt der Messwiderstand oberhalb der mindestnotwendigen Werte, kann also mit Hilfe eines einzigen Verfahrensdurchgangs sichergestellt werden, dass beide Pole bestimmungsgemäß potentialfrei sind. Liegt der ermittelte Erdwiderstand unterhalb des mindestnotwendigen Wertes, kann zwar gegebenenfalls nicht identifiziert werden, welcher der Pole wo und wie einen Erdschluss aufweist, jedoch kann die fehlende Sicherheit des Gerätes in Form des unzulässig geringen Erdwiderstandes durch einen einzigen Verfahrensdurchlauf / mit einem einzigen Messzyklus (zwei Messungen) festgestellt werden und das Gerät z.B. sicherheitshalber außer Betrieb gesetzt werden.

Die Ermittlung bzw. das erfindungsgemäße Verfahren funktioniert auch, wenn an die Pole bestimmungsgemäß weitere Komponenten eines Gerätesystems (z.B. des oben genannten Audiosystems) angeschlossen sind. Mithilfe des Verfahrens kann der Erdwiderstand des aktuell an den Polen angeschlossenen / konfigurierten Gesamtsystems bezogen auf den jeweiligen Pol ermittelt werden.

In einer bevorzugten Variante dieser Ausführungsform enthält die Gleichstromverbindung die oben genannte Störquelle, die die Störspannung in Form der Gleichspannung aufweist, also eine Gleichspannungsquelle. Dank des erfindungsgemäßen Verfahrens / der Messschaltung kann diese wie erläutert rechnerisch eliminiert werden und stört so nicht bei der Ermittlung des Erdwiderstandes. Es muss lediglich davon auszugehen sein, dass die Spannungsquelle eine derartige Gleichspannung liefert, welche bei beiden Messungen des Verfahrens den gleichen Wert aufweist.

Die Erfindung beruht auf folgenden Erkenntnissen, Beobachtungen bzw. Überlegungen und weist noch die nachfolgenden bevorzugten Ausführungsformen auf. Diese Ausführungsformen werden dabei teils vereinfachend auch "die Erfindung" genannt. Die Ausführungsformen können hierbei auch Teile oder Kombinationen der oben genannten Ausführungsformen enthalten oder diesen entsprechen und/oder gegebenenfalls auch bisher nicht erwähnte Ausführungsformen einschließen.

Die Erfindung beruht auf der Idee einer verbesserten Erdschlussüberwachung.

Die Erfindung beruht auf der Überlegung, dass einige Normen wie die EN54-Reihe oder die UL2572 potentialfreie Netze inklusive Überwachung fordern, wie z.B. Lautsprechernetze oder Steuerungen zwischen unterschiedlichen Gewerken. Verschiedene aus der Praxis bekannte Geräte haben eine Erdschluss-Überwachung und prüfen die angeschlossenen Lautsprechernetze auf Erdfreiheit.

Denkbar ist z.B. bei einem Gerät eine mit Erde verbundene hochohmige DC-Quelle in Kombination mit einer einfachen DC-Spannungsmessung. Der Erdwiderstand bzw. Widerstand gegen Erde Rge kann über die Spannungsteiler-Formel berechnet werden.

$$Rge = Rq * \left(\frac{Uq}{UMess} - 1\right)$$

Diese Methode der Überwachung ist sehr einfach, günstig zu implementieren und eignet sich für alle zu überwachenden Netze, die keine zusätzliche DC-Quelle im Messstromkreis enthalten.

Die Erfindung besteht darin, die oben beschriebene Überwachung zu verbessern, so dass auch Netze mit DC-Quelle(n) überwacht werden können. Mit anderen Worten soll es gelingen, den Wert des Erdwiderstandes zu bestimmen, auch wenn sich im Messpfad eine Störquelle befindet, die eine Gleichspannung erzeugt.

Die Erfindung ist nicht an bestimmte Gerätegruppen gebunden. Jedes Gerät, das eine Erdschluss-Überwachung benötigt, kann das beschriebene Verfahren verwenden.

Insbesondere kann die Erfindung für Interface-Module als Geräte eingesetzt werden.

Weitere Merkmale, Wirkungen und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung eines bevorzugten Ausführungsbeispiels der Erfindung sowie der beigefügten Figuren. Dabei zeigen, jeweils in einer schematischen Prinzipskizze:

Figur 1 ein Ersatzschaltbild eines Audiosystems mit Gerät mit nicht erfindungsgemäßer Messschaltung,

Figur 2 ein Ersatzschaltbild eines alternativen Audiosystems mit Gerät mit Störquelle und mit erfindungsgemäßer Messschaltung,

Figur 3 ein vereinfachtes Ersatzschaltbild eines Gerätes mit erfindungsgemäßer Messschaltung,

Figur 4a ein alternatives Ersatzschaltbild eines Gerätes mit erfindungsgemäßer Messschaltung,

Figur 4b sowie dessen Vereinfachung nach Umzeichnung,

Figur 5a für das Gerät aus Figur 2 eine erste und

Figur 5b zweite Variante von Erdwiderständen, die das gleiche Gesamtergebnis nach dem erfindungsgemäßen Verfahren liefern.

Figur 1 zeigt folgendes: An einem nicht erfindungsgemäßen Gerät 500 ist über eine Leitungsverbindung 6 ein weiteres Gerät 8 angeschlossen. Denkbar ist z.B. bei dem Gerät 500 eine mit Erde 502 verbundene hochohmige DC-Quelle 504 (erzeugt Spannung Uq) in Kombination mit einer einfachen DC-Spannungsmessung (Messspannung UMess am Messwiderstand 506, Wert Rq). Der Wert Rge des Erdwiderstandes 20 bzw. Widerstandes gegen Erde kann über die Spannungsteiler-Formel berechnet werden.

$$Rge = Rq * \left(\frac{Uq}{UMess} - 1\right)$$

Diese Methode der Überwachung ist sehr einfach, günstig zu implementieren und eignet sich für alle zu überwachenden Netze, die keine zusätzliche DC-Quelle (Störquelle 16, siehe Figur 2) im Messstromkreis enthalten.

Figur 2 zeigt ein elektrisches Ersatzschaltbild eines Ausschnitts aus einem Audiosystem 2, hier einem Beschallungs- und / oder Sprachalarmierungssystem. Dieses enthält ein Gerät 4, welches über eine Leitungsverbindung 6 an einem weiteren Gerät 8 angeschlossen ist. Das Gerät 4 enthält zwei Pole 10a,b in Form von Anschlusspolen, die dem Anschluss je einer Leitung 12a,b der Leitungsverbindung 6 dienen. Die Leitung 12a ist hier eine Masse bzw. GND-Verbindung, die Leitung 12b eine Signal- oder GPO Leitung (General Purpose Output).

Beide Pole 10a,b weisen je einen Erdwiderstand 20a,b oder Erdschlusswiderstand mit den jeweiligen Werten Rge1,2 auf, der hier in Form eines diskreten ohmschen Widerstandes als Element des Ersatzschaltbildes gezeigt ist.

Das Gerät 4 enthält eine Gleichstromverbindung 14, d.h. eine DC-leitfähige Verbindung zwischen beiden Polen 10a,b, wie, die hier durch einen gestrichelten Rahmen angedeutet ist. Die Gleichstromverbindung 14 enthält eine Störquelle 16, die eine Störspannung U1 in Form einer Gleichspannung ungleich Null

aufweist. Außerdem enthält sie einen ohmschen Störwiderstand 18, der hier den Wert R1 aufweist.

Das Gerät 4 enthält eine Messschaltung 22, die hier ebenfalls durch einen gestrichelten Rahmen angedeutet ist. Die Messschaltung 22 enthält einen Anschlusspunkt 24, der hier an dem Pol 10a des Gerätes 4 angeschlossen ist. Die Messschaltung 22 enthält eine Parallelschaltung eines ersten Zweiges 26a und eines zweiten Zweiges 26b, welche beide parallel vom Anschlusspunkt 24 zu einem Bezugspotential 28, hier Erdpotential, führen. Auch die Erdwiderstände 20a,b führen von den Leitungen 12a,b bzw. Polen 10a,b zum Bezugspotential 28. Der erste Zweig 26a enthält eine Reihenschaltung einer Spannungsquelle 30 (erzeugt die Gleichspannung mit Wert Uq) mit einem Quellwiderstand 32 (Wert Rq). Der Zweig 26b enthält einen Messwiderstand 34 mit Wert Rm.

Figur 2 zeigt also im Gegensatz zu Figur 1 ein Beispiel mit einer DC-Quelle (Störquelle 16, erzeugt Spannung U1) im Messstromkreis. Durch eine einfache Messung, wie sie oben in Bezug auf Figur 1 erläutert wurde, kann eine Erdverbindung an der Leitung GND (Rge1) sicher erkannt werden, eine Erdverbindung an der Leitung GPO (Rge2) hingegen nicht:

Hier sein ein einfaches Beispiel genannt: Das Gerät 4 stellt einen schaltbaren 24VDC Ausgang (an den Polen 10a,b, Spannung U1 erzeugt durch die Störquelle 16) zur Verfügung, um eine Warnlampe (im weiteren Gerät 8, nicht dargestellt) aktivieren zu können. Wenn Uq und U1 den gleichen Wert haben dann fließt kein Strom über dem Messwiderstand 34 (unabhängig des Wertes Rge2 des Erdwiderstandes 20b). Damit ist UMess = Uq und für Rge ergibt sich mathematisch der Wert „Unendlich“.

Dabei ist es unerheblich, wo sich die DC-Quelle (Störquelle 18) befindet (im Gerät 4, im weiteren Gerät 8) oder ob mehrere DC-Quellen im Messzweig sind (nicht dargestellt).

Gemäß Figur 2 kann die Überwachung gemäß Figur 1 verbessert werden, so dass auch Netze mit DC-Quelle(n) überwacht werden können.

Figur 3 zeigt ein vereinfachtes Ersatzschaltbild zu Figur 2. Mit anderen Worten kann es so gelingen, gemäß Figur 3 den Wert Rg des Erdwiderstandes 20 zu bestimmen, auch wenn sich im Messpfad eine Störquelle 16 befindet, die eine Gleichspannung Ug erzeugt. Dies gelingt wie folgt:

Figur 3 zeigt ein weiter vereinfachtes Ersatzschaltbild des Gerätes 4 aus Figur 2. Die Störquelle 16 sowie weitere Störquellen, welches sich an der Leitungsverbindung 6 oder im weiteren Gerät 8 befinden, sind durch eine einzige effektive Störquelle 16 (Wert Ug) ersatzweise zusammengefasst. Sämtliche Störwiderstände 18, die gegebenenfalls ebenfalls in der Leitungsverbindung 6 und / oder dem weiteren Gerät 8 vorhanden sind, sind im Erdwiderstand 20 zusammengefasst (Wert Rg).

Mathematisch ergibt sich zu Figur 3 eine Formel mit den beiden unbekannten Variablen Rg und Ug. Der Widerstand gegen Erde Rg kann nur dann berechnet werden, wenn Ug bekannt ist oder aus der Formel eliminiert werden kann.

$$UMess = \frac{Uq * Rg + Ug * Rq}{Rg * Rq + Rg * Rm + Rq * Rm} * Rm$$

Mit Hilfe von zwei Messung, bei der einer oder mehrere der bekannten Parameter Uq, Rq oder Rm verändert wird, kann die störende DC-Quelle mathematisch eliminiert werden. Der Erdwiderstand 20 (Widerstand gegen Erde, Wert Rg) wird damit berechenbar.

Aus Symmetrie- und Kosten-Gründen können Rq und Rm für die beiden Messungen verändert werden. Die Spannung Uq bleibt konstant. Die folgenden Berechnungen beziehen sich speziell auf diese Konstellation.

Figur 4a zeigt eine alternative Messschaltung 22, die in einem ersten Schritt vereinfacht und in eine Ersatzschaltung gemäß Figur 4b überführt wird.

Figur 4a zeigt ein weiter verändertes Ersatzschaltbild einer alternativen Lösung: Hier ist eine Umschaltbarkeit des Quellwiderstandes 32 sowie des Messwiderstandes 34 angedeutet. Die Spannungsquelle 30 ist hier eine Festspannungsquelle, deren Spannungswert Uq nicht veränderbar ist.

Quellwiderstand 32 und Messwiderstand 34 sind aus je zwei Teilwiderstände in 36a,b in Reihenschaltung gebildet, wobei jeweils der Teilwiderstand 36a durch einen Schalter S1,2 überbrückbar ist. Durch Schließen und Öffnen des Schalters S1,2 kann also jeweils der Quellwiderstand 32 bzw. der Messwiderstand 34 hinsichtlich seines Wertes Rq1,2 und Rm1,2 verändert werden.

In der Realität verteilt auftretende ohmsche Widerstände (Werte Rgv, Rgi, Rge) sind hier sämtlich als Anteile eines gemeinsamen effektiven Erdwiderstandes mit Wert Rg zu verstehen.

Figur 4b zeigt schließlich ein weiter vereinfachtes Ersatzschaltbild der Figur 4a. Hier sind sämtliche Anteile, die zum effektiven Erdwiderstand Rg beitragen, durch ein einziges Ersatzschaltelement bzw. einen einzigen Erdwiderstand 20 dargestellt.

Es ergibt sich folgende Formel für einen Widerstandsaddierer mit zwei Quellen:

$$UMess = \frac{Uq * Rg + Ug * Rq}{Rg * Rq + Rg * Rm + Rq * Rm} * Rm$$

Bei zwei Messungen mit unterschiedlichen Werten Rq1,2 und Rm1,2 der Messschaltung 22 ergeben sich folgende Formeln: Dabei ergeben sich bei der ersten Messung (UMess1) Rq1 und Rm1 bei Schalter S1 geschlossen und Schalter S2 nicht geschlossen. Bei der zweiten Messung (UMess2) ergeben sich Rq2 und Rm2 bei Schalter S1 nicht geschlossen und Schalter S2 geschlossen.

Die ersten Werte der Messschaltung 22 sind also Uq, Rq1 und Rm1, die zweiten Werte der Messschaltung 22 sind Uq, Rq2 und Rm2. Im Beispiel sind die Werte von Quellwiderstand 32 und Messwiderstand 34 so gewählt, dass gilt: Rq1=100kOhm, Rm1=200kOhm und Rq2=200kOhm, Rm2=100kOhm, diese werden also vertauscht und sind unterschiedlich groß.

$$UMess1 = \frac{Uq * Rg + Ug * Rq1}{Rg * Rq1 + Rg * Rm1 + Rq * Rm1} * Rm1$$

$$UMess2 = \frac{Uq * Rg + Ug * Rq2}{Rg * Rq2 + Rg * Rm2 + Rq * Rm2} * Rm2$$

Nun kann die unbekannte Variable Ug eliminiert und die Formel nach Rg aufgelöst werden:

$$Rg = \frac{Umess1 - Umess2}{\frac{Rm1 * Umess1 - Rm1 * Uq + Rq1 * Umess1}{Rm1 * Rq1} - \frac{Rm2 * Umess2 - Rm2 * Uq + Rq2 * Umess2}{Rm2 * Rq2}}$$

Die Berechnung liefert immer den resultierenden Erdwiderstand 20 (Widerstand gegen Erde, Wert Rg). Dabei ist es unerheblich welche externe Stelle (GPI (General Purpose Input), GPO, Masse (GND), usw.) eine Verbindung zu Erde (Bezugspotential 28) hat. Auch mehrfache Verbindungen gegen Erde werden richtig gemessen.

Um das erläuterte Verfahren auszuführen, d.h. die beiden Messungen der Messspannungen UMess1,2 durchzuführen und um die Werte der Messschaltung 22 zu verändern, enthält das Gerät noch eine in der Figur nur symbolisch angedeutete Auswerteinheit 42 in Form einer Mess- und Recheneinrichtung. Diese zusammen mit der Messschaltung 22 bildet eine Messanordnung 40. Diese sind symbolisch in Figur 2 dargestellt.

Es ist aber nicht immer möglich die externe Stelle einer Erdverbindung zu lokalisieren, weil die internen Widerstände im resultieren Widerstand enthalten sind und damit von einem externen Widerstand mit gleichem Wert nicht unterschieden werden kann.

Dies zeigt Figur 5: In Figur 5a ist ein interner Störwiderstand 18 mit Wert 10kOhm vorhanden. Der externe Erdwiderstand 20a ist unendlich groß und daher nicht eingezeichnet. Der externe Erdwiderstand 20b dagegen weist 0kOhm auf. Gemäß obiger Formel wird der Gesamtwert Rg=10kOhm ermittelt.

In Figur 5b hingegen ist der externe Erdwiderstand 20b unendlich groß und daher nicht eingezeichnet. Der externe Erdwiderstand 20a dagegen beträgt 10kOhm. Gemäß obiger Formel wird auch hier der identische Gesamtwert Rg=10kOhm ermittelt, obschon sich dieser auf andere reale Widerstände / Strompfade verteilt.

In Figur 5 liefern also beide Varianten das gleiche Ergebnis mit einer Bestimmung von 10kOhm für Rge.

Ansprüche

1. Verfahren zur Ermittlung eines Wertes (Rge,1,2) eines ohmschen Erdwiderstandes (20,a,b) eines bestimmungsgemäß potentialfrei zu haltenden Pols (10a,b) eines elektrischen Gerätes (4) zu einem Bezugspotential (28), bei dem:
- ein Anschlusspunkt (24) einer Messschaltung (22) elektrisch an den Pol (10a,b) angeschlossen wird, wobei die Messschaltung (22) eine vom Anschlusspunkt (24) zu dem Bezugspotential (28) führende Parallelschaltung aus einer Reihenschaltung einer Spannungsquelle (30) und einem ohmschen Quellwiderstand (32) einerseits und einem ohmschen Messwiderstand (34) andererseits enthält,
- eine erste Messspannung (UMess1) über dem Messwiderstand (34) bei ersten Werten der Messschaltung (22) ermittelt wird,
- eine zweite Messspannung (UMess2) über dem Messwiderstand (34) bei zweiten Werten der Messschaltung (22) ermittelt wird,
- wobei von den ersten zu den zweiten Werten der Messschaltung (22) hin mindestens einer der Werte einer Quellspannung (Uq) der Spannungsquelle (30) und / oder des Quellwiderstandes (32) und / oder des Messwiderstandes (34) verändert wird,
- der Wert (Rge,1,2) des Erdwiderstandes (20,a,b) aus den beiden Messspannungen (UMess1,2) und den ersten und zweiten Werten ermittelt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass
als Bezugspotential (28) das Erdpotential gewählt wird.

3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
von den ersten zu den zweiten Werten der Messschaltung (22) hin der Wert (Uq) der Quellspannung der Spannungsquelle (30) nicht verändert wird.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
- in der Messschaltung (22) die Werte des Quellwiderstandes (32) und des Messwiderstandes (34) unterschiedlich zueinander gewählt werden.

5. Verfahren nach Anspruch 4,
dadurch gekennzeichnet, dass
- von den ersten zu den zweiten Werten der Messschaltung (22) hin die Werte des Quellwiderstandes (32) und des Messwiderstandes (34) vertauscht werden.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
- der Quellwiderstand (32) und/oder der Messwiderstand (34) wenigstens zwei Teilwiderstände (36a,b) in Reihenschaltung enthalten und
- der Wert des Quellwiderstandes (32) und/oder des Messwiderstandes (34) dadurch veränderbar ist, dass einer der Teilwiderstände (36a) vermittels eines Schalters (S1,2) überbrückbar ist.

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
- in einem Messpfad vom Anschlusspunkt (24) über den Erdwiderstand (20,a,b) zum Bezugspotential (28) hin eine Störquelle (16) enthalten ist, die eine Störspannung in Form einer Gleichspannung aufweist, und
- der Wert (Rge,1,2) des Erdwiderstandes (20,a,b) aus den beiden Messspannungen (UMess1,2) und den ersten und zweiten Werten derart ermittelt wird, dass der Wert (U1) der Störspannung bei der Ermittlung eliminiert wird.

8. Messschaltung (22) zur Ermittlung eines Wertes (Rge,1,2) eines Erdwiderstandes (20,a,b) eines Pols (10a,b) eines elektrischen Gerätes (4), wobei der Erdwiderstand (20,a,b) zwischen dem Pol (10a,b) und einem Bezugspotential (28) besteht,
- mit einem Anschlusspunkt (24), der mit dem Pol (10a,b) elektrisch verbindbar oder verbunden ist,

- mit einer zwischen den Pol (10a,b) und das Bezugspotential (28) geschalteten Parallelschaltung aus einer Reihenschaltung einer Spannungsquelle (30) und einem ohmschen Quellwiderstand (32) einerseits und einem ohmschen Messwiderstand (34) andererseits ist,
- wobei mindestens einer der Werte der Quellspannung der Spannungsquelle (30) und / oder des Quellwiderstandes (32) und / oder des Messwiderstandes (34) veränderbar ist.

9. Messanordnung (40) mit der Messschaltung (22) nach Anspruch 8 und mit einer Auswerteeinheit (42), die dazu eingerichtet ist, das Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7 auszuführen.

10. Gerät (4),
- das wenigstens einen bestimmungsgemäß potentialfrei zu haltenden Pol (10a,b) aufweist,
- mit der Messschaltung (22) nach Anspruch 8 oder der Messanordnung (40) nach Anspruch 9,
- wobei der Anschlusspunkt (24) der Messschaltung (22) an wenigstens einem der Pole (10a,b) elektrisch angeschlossen ist.

11. Gerät (4) nach Anspruch 10,
dadurch gekennzeichnet, dass
das Gerät (4) eine Komponente eines Audiosystems (2) ist.

12. Gerät (4) nach einem der Ansprüche 10 bis 11,
dadurch gekennzeichnet, dass
das Gerät (4) mindestens zwei Pole (10a,b) aufweist, die über eine Gleichstromverbindung (14) miteinander verbunden sind.

13. Gerät (4) nach Anspruch 12,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Gleichstromverbindung (14) eine Störquelle (16) enthalten ist, die eine Störspannung in Form einer Gleichspannung aufweist.

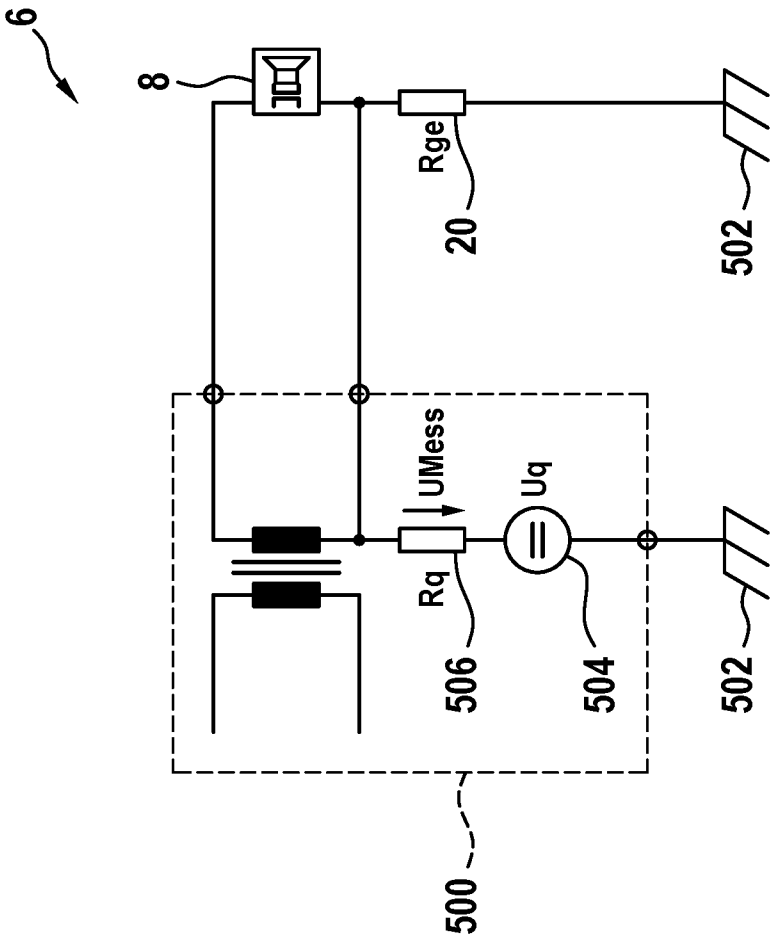


Fig. 1

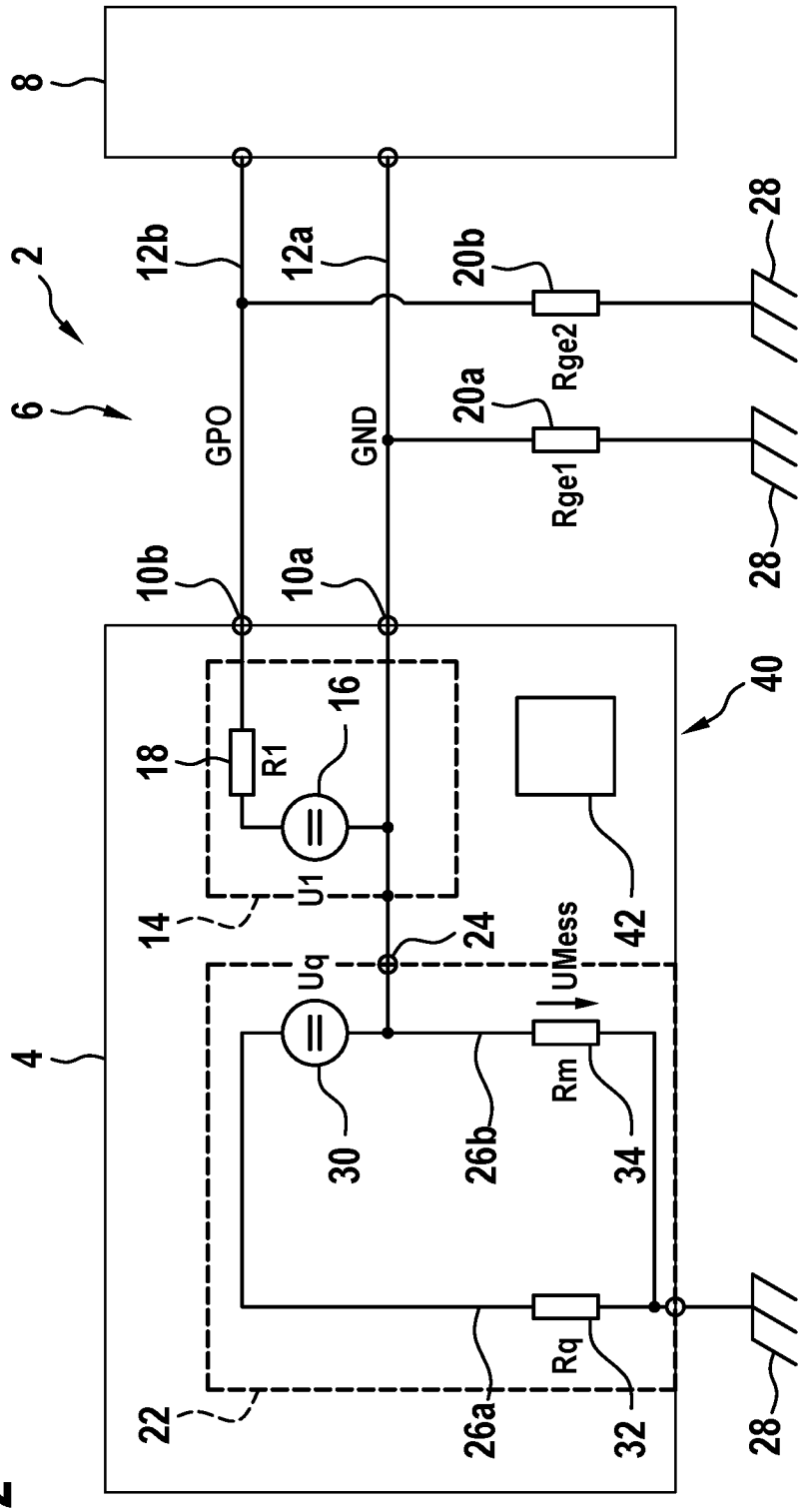

8
2
6
12b
12a
20b
28
Rge2
20a
GPO
GND
Rge1
28
10b
10a
40
16
18
R1
U1
14
24
42
UMess
Uq
4
30
26b
Rm
34
Rq
22
26a
32
28

Fig. 2

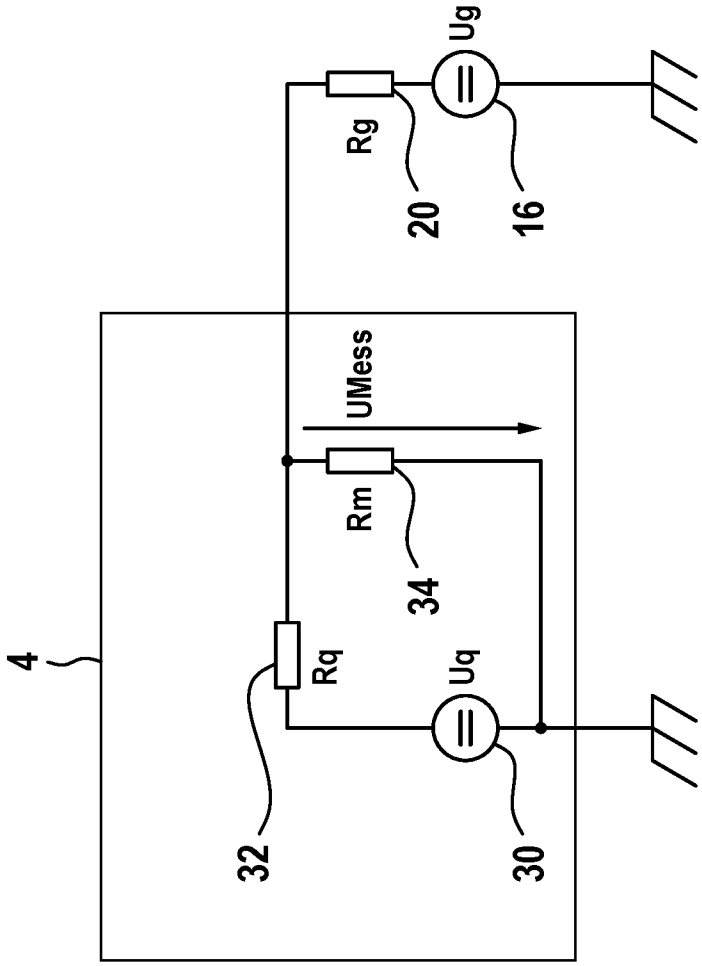


Fig. 3

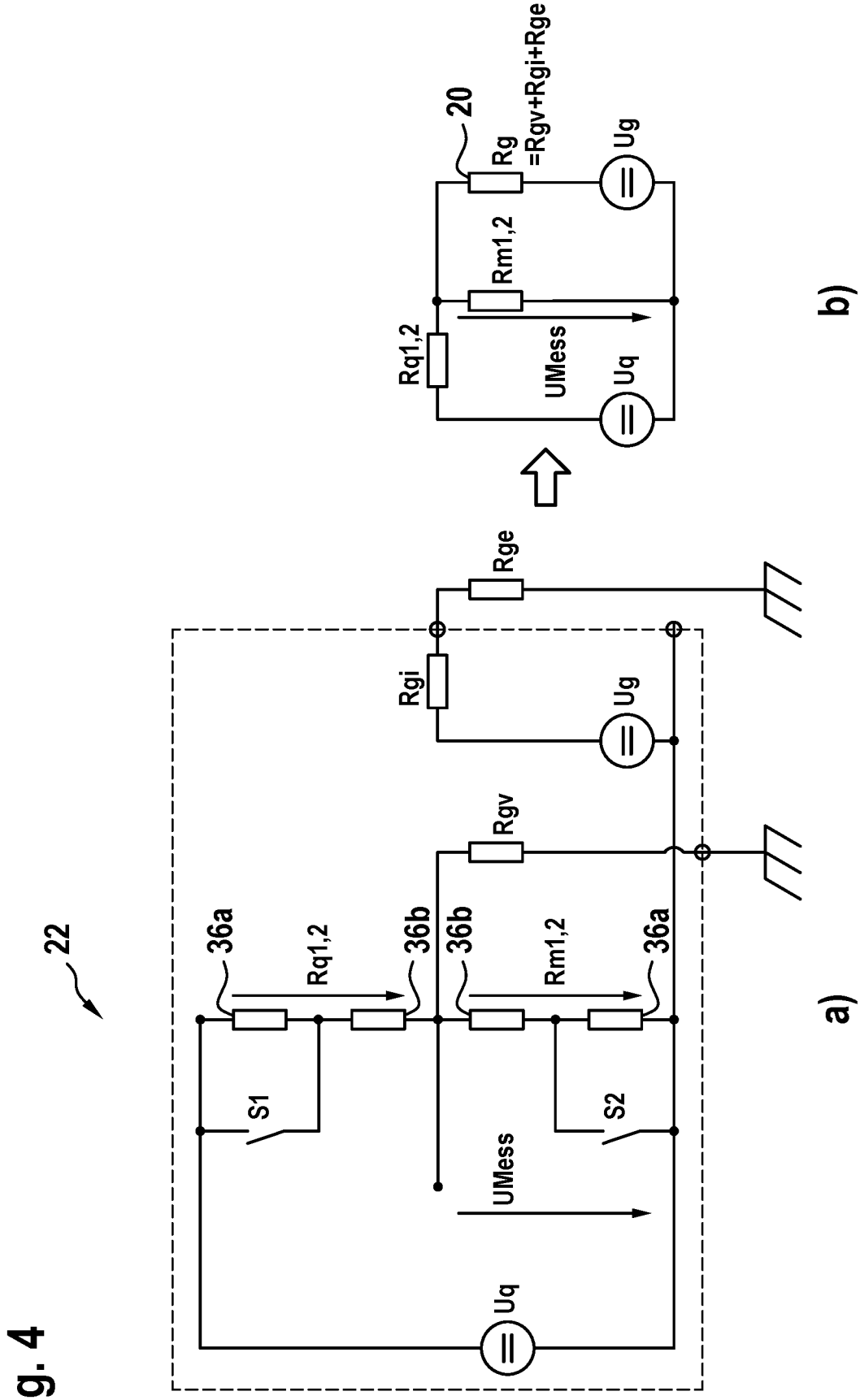
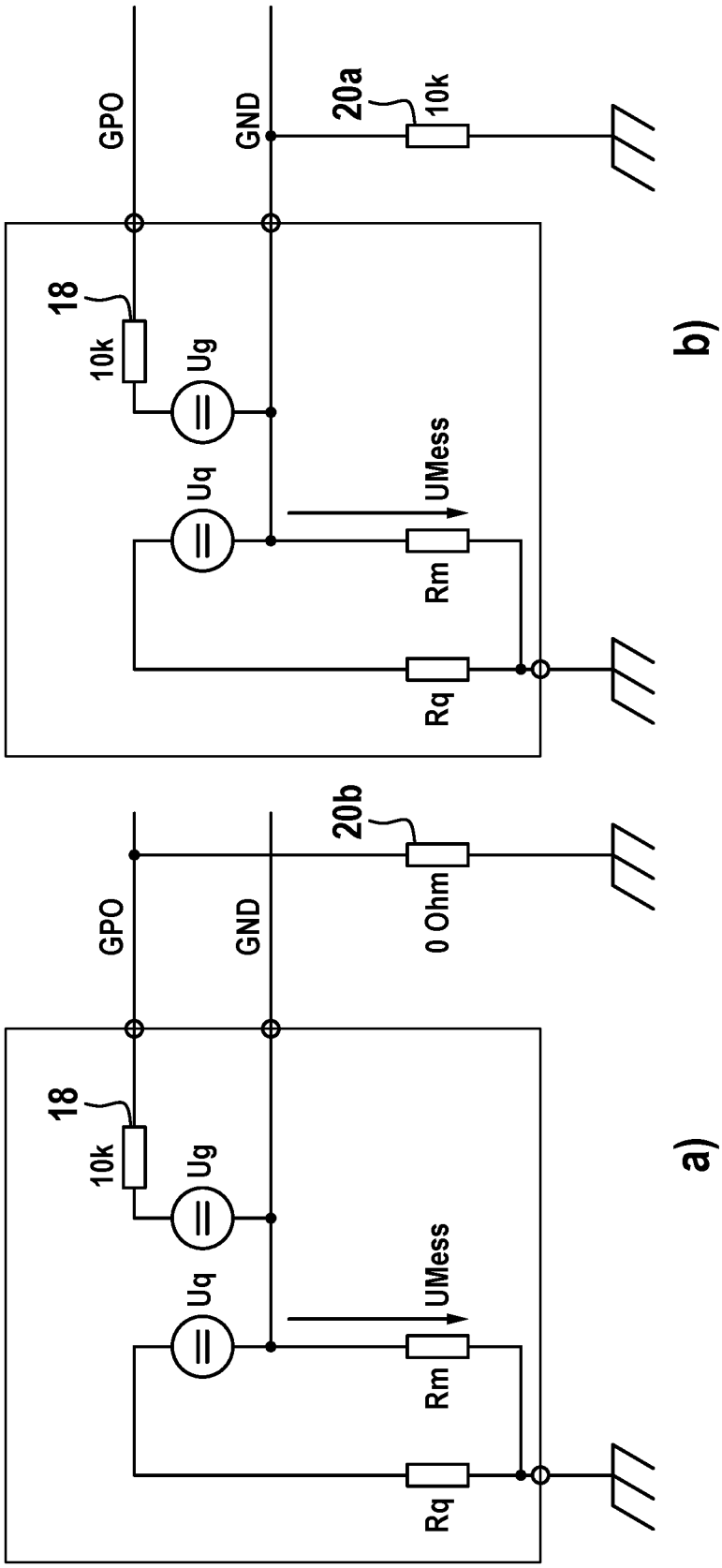

22
36a
Rq1,2
36b
36b
Rm1,2
36a
Rgv
Rgi
Rge
Ug
S1
S2
UMess
Uq
a)
20
Rg
=Rgv+Rgi+Rge
Ug
Rm1,2
Rq1,2
UMess
Uq
b)

Fig. 4

Fig. 5


GPO
GND
20a
10k
18
10k
Ug
Uq
UMess
Rm
Rq
b)
GPO
GND
20b
0 Ohm
18
10k
Ug
Uq
UMess
Rm
Rq
a)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/EP2024/065959

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01R 27/18(2006.01)i; ***G01R 27/20***(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G01R

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 102010028022 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 27 October 2011 (2011-10-27) cited in the application the whole document	1-13
A	CN 1687799 A (NANJING UNIVERSITY OF TECHNOLOGY [CN]) 26 October 2005 (2005-10-26) the whole document	1-13
A	CN 106291117 A (SUNGROW POWER SUPPLY CO LTD) 04 January 2017 (2017-01-04) the whole document	1-13

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☑ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
06 September 2024	**20 September 2024**

Name and mailing address of the ISA/EP	Authorized officer
European Patent Office **p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk** **Netherlands (Kingdom of the)** Telephone No. **(+31-70)340-2040** Facsimile No. **(+31-70)340-3016**	**Kleiber, Michael** Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/EP2024/065959

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
DE 102010028022 A1	27 October 2011	DE 102010028022 A1	27 October 2011
		EP 2381703 A2	26 October 2011
CN 1687799 A	26 October 2005	NONE	
CN 106291117 A	04 January 2017	NONE	

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2024/065959

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. G01R27/18 G01R27/20
ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
G01R

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)
EPO-Internal

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 10 2010 028022 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 27. Oktober 2011 (2011-10-27) in der Anmeldung erwähnt das ganze Dokument	1-13
A	CN 1 687 799 A (NANJING UNIVERSITY OF TECHNOLOGY [CN]) 26. Oktober 2005 (2005-10-26) das ganze Dokument	1-13
A	CN 106 291 117 A (SUNGROW POWER SUPPLY CO LTD) 4. Januar 2017 (2017-01-04) das ganze Dokument	1-13

☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen ☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :
"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist
"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung;; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden
"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung;; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist
"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
6. September 2024	20/09/2024

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde	Bevollmächtigter Bediensteter
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Kleiber, Michael

Formblatt PCT/ISA/210 (Blatt 2) (April 2005)

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2024/065959

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102010028022 A1	27-10-2011	DE 102010028022 A1	27-10-2011
		EP 2381703 A2	26-10-2011
CN 1687799 A	26-10-2005	KEINE	
CN 106291117 A	04-01-2017	KEINE	