



(10) **DE 10 2021 005 425 A1** 2022.05.25

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2021 005 425.3**

(22) Anmeldetag: **03.11.2021**

(43) Offenlegungstag: **25.05.2022**

(51) Int Cl.: **H02J 50/10** (2016.01)

H02H 3/16 (2006.01)

(66) Innere Priorität
10 2020 007 217.8 25.11.2020

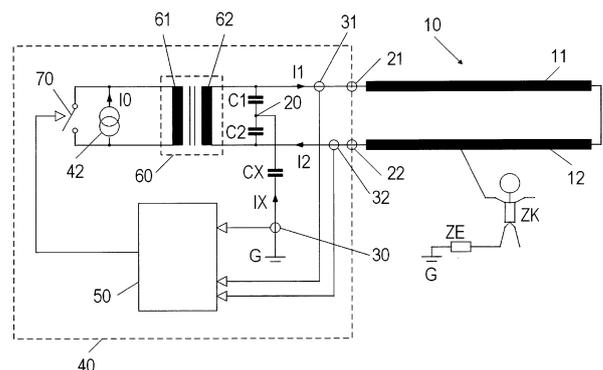
(71) Anmelder:
**SEW-EURODRIVE GmbH & Co KG, 76646
Bruchsal, DE**

(72) Erfinder:
**Schwesinger, Klaus, 76646 Bruchsal, DE; Geißler,
Michael, 76709 Kronau, DE; Kutz, Michael, 76661
Philippsburg, DE**

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **System zur berührungslosen Energieübertragung und Verfahren zum Betreiben eines Systems zur berührungslosen Energieübertragung**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein System zur berührungslosen Energieübertragung, umfassend ein Primärleitersystem (10), welches einen Hinleiter (11) und einen Rückleiter (12) aufweist, und eine Energiequelle (40), welche einen ersten Anschlusspunkt (21) und einen zweiten Anschlusspunkt (22) aufweist, wobei der erste Anschlusspunkt (21) mit dem Hinleiter (11) elektrisch verbunden ist, und der zweite Anschlusspunkt (22) mit dem Rückleiter (12) elektrisch verbunden ist, und wobei die Energiequelle (40) einen mittelfrequenten Hinstrom (I1) in den Hinleiter (11) einspeist, wobei die Energiequelle (40) einen ersten Kondensator (C1), der zwischen dem ersten Anschlusspunkt (21) und einem Mittelpunkt (20) angeschlossen ist, und einen zweiten Kondensator (C2), der zwischen dem zweiten Anschlusspunkt (22) und dem Mittelpunkt (20) angeschlossen ist, aufweist, und der Mittelpunkt (20) elektrisch mit einem Erdpotential (G) verbunden ist, und die Energiequelle (40) einen Fehlerstromsensor (30) zur Messung eines Fehlerstroms (IX), der zwischen dem Mittelpunkt (20) und dem Erdpotential (G) fließt, aufweist. Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben eines erfindungsgemäßen Systems zur berührungslosen Energieübertragung, wobei von dem Fehlerstromsensor (30) ein Fehlerstrom (IX), der zwischen dem Mittelpunkt (20) und dem Erdpotential (G) fließt, gemessen wird, und die Energiequelle (40) abgeschaltet wird, wenn der Fehlerstrom (IX) einen vorgegebenen Schwellenwert übersteigt.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein System zur berührungslosen Energieübertragung, das ein Primärleitersystem, welches einen Hinleiter und einen Rückleiter aufweist, und eine Energiequelle, welche einen ersten Anschlusspunkt und einen zweiten Anschlusspunkt aufweist, umfasst, wobei der erste Anschlusspunkt mit dem Hinleiter elektrisch verbunden ist, und der zweite Anschlusspunkt mit dem Rückleiter elektrisch verbunden ist, und wobei die Energiequelle einen mittelfrequenten Hinstrom in den Hinleiter einspeist. Die Erfindung betrifft auch ein Verfahren zum Betreiben eines erfindungsgemäßen Systems zur berührungslosen Energieübertragung.

[0002] Aus der DE 100 53 373 B4 ist ein System zur berührungslosen Energieübertragung bekannt. Das System umfasst eine Einspeisung, die einen mittelfrequenten Wechselstrom in einen langgestreckten Primärleiter einspeist. Mobile Verbraucher sind entlang dem Primärleiter bewegbar und weisen jeweils eine Spule auf, die mit dem Primärleiter induktiv gekoppelt ist. Durch diese induktive Kopplung ist Energie von dem Primärleiter zu dem Verbraucher übertragbar.

[0003] Auch aus der DE 10 2006 013 004 A1 ist ein System zur berührungslosen Energieübertragung bekannt, das eine Einspeisung, die einen mittelfrequenten Wechselstrom in einen langgestreckten Primärleiter einspeist, umfasst.

[0004] Aus der DE 10 2004 055 1543 B4 ist ein System zur berührungslosen Energieübertragung bekannt. Das System umfasst eine Stromquelle, die mit einem langgestreckten Primärleiter verbunden ist. Ein mobiler Verbraucher, der entlang dem Primärleiter bewegbar ist, weist einen Übertragerkopf auf. Der Übertragerkopf weist eine Wicklung auf, die mit dem Primärleiter induktiv gekoppelt ist. Durch diese induktive Kopplung ist Energie von dem Primärleiter zu dem Übertragerkopf des Verbrauchers übertragbar.

[0005] Ein System und ein Verfahren zur berührungslosen Energieübertragung sind ebenfalls aus der EP 2 067 231 B1 bekannt. Das System umfasst ein Primärleitersystem, das mit einer Energiequelle verbunden ist. In dem Primärleitersystem ist dabei eine stromkompensierte Drossel vorgesehen, die auftretende Fehlerströme begrenzt.

[0006] Aus der DE 10 2014 103 321 A1 ist eine Vorrichtung zur berührungslosen Energieübertragung bekannt, welche primärseitige und sekundärseitige Reihenschwingkreise aufweist. Die Reihenschwingkreise umfassen jeweils einen Fehlererkennungswiderstand.

[0007] Aus Wikipedia sind kapazitive Spannungsteiler zur Messung von hohen elektrischen Spannungen bekannt. Ein solcher kapazitiver Spannungsteiler umfasst zwei in Reihe geschaltete Kondensatoren.

[0008] Aus dem Lehrbuch „Hochspannungsmesstechnik, Grundlagen-Messgeräte-Messverfahren, Klaus SCHON, Springer Fachmedien Wiesbaden, 2016, S. 18-27. - ISBN 978-3-658-15178-2“ sind Schaltungen zur Messung von hohen Wechselspannungen bekannt.

[0009] Aus der US 2019 / 0006885 A1 ist ein Sensornetzwerk für ein kabelloses Energieübertragungssystem bekannt. Das Sensornetzwerk umfasst einen Schaltkreis zur Spannungsmessung und einen Schaltkreis zur Strommessung.

[0010] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein System zur berührungslosen Energieübertragung sowie ein Verfahren zum Betreiben eines Systems zur berührungslosen Energieübertragung weiterzubilden.

[0011] Die Aufgabe wird erfindungsgemäß durch ein System zur berührungslosen Energieübertragung mit den in Anspruch 1 angegebenen Merkmalen gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen sind Gegenstand der Unteransprüche. Die Aufgabe wird auch durch ein Verfahren zum Betreiben eines Systems zur berührungslosen Energieübertragung mit den in Anspruch 9 angegebenen Merkmalen gelöst.

[0012] Ein erfindungsgemäßes System zur berührungslosen Energieübertragung umfasst ein Primärleitersystem, welches einen Hinleiter und einen Rückleiter aufweist, und eine Energiequelle, welche einen ersten Anschlusspunkt und einen zweiten Anschlusspunkt aufweist. Dabei ist der erste Anschlusspunkt mit dem Hinleiter elektrisch verbunden, und der zweite Anschlusspunkt ist mit dem Rückleiter elektrisch verbunden. Die Energiequelle speist einen mittelfrequenten Hinstrom in den Hinleiter ein.

[0013] Die Energiequelle weist dabei einen ersten Kondensator, der zwischen dem ersten Anschlusspunkt und einem Mittelpunkt angeschlossen ist, und einen zweiten Kondensator, der zwischen dem zweiten Anschlusspunkt und dem Mittelpunkt angeschlossen ist, auf. Der Mittelpunkt ist elektrisch mit einem Erdpotential verbunden, und die Energiequelle weist einen Fehlerstromsensor zur Messung eines Fehlerstroms, der zwischen dem Mittelpunkt und dem Erdpotential fließt, auf.

[0014] Der besagte Hinstrom fließt durch den ersten Anschlusspunkt in den Hinleiter des Primärleitersystems.

tems. Ein Rückstrom fließt von dem Rückleiter des Primärleitersystems durch den zweiten Anschlusspunkt in die Energiequelle. Im fehlerfreien Betrieb des erfindungsgemäßen Systems ist der Rückstrom gleich dem Hinstrom, und der Fehlerstrom ist gleich null. Im Fehlerfall, wenn aufgrund einer defekten Isolation eine Person oder ein Gegenstand in Kontakt mit dem Primärleitersystem kommt, so fließt ein Körperstrom zum Erdpotential ab. Der Rückstrom ist in diesem Fall ungleich dem Hinstrom. Ferner fließt ein Fehlerstrom zwischen dem Mittelpunkt und dem Erdpotential, der von dem Fehlerstromsensor gemessen wird. Durch die Messung des Fehlerstroms ist somit erkennbar, wenn aufgrund einer defekten Isolation ein Körperstrom über eine Person oder einen Gegenstand aus dem Primärleitersystem abfließt.

[0015] Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist das Primärleitersystem in Form einer langgestreckten Primärschleife gelegt, wobei der Hinleiter einen ersten Teil der Primärschleife bildet, und der Rückleiter einen zweiten Teil der Primärschleife bildet. Dabei sind der Hinleiter und der Rückleiter im Wesentlichen parallel zueinander verlegt, und der Hinleiter und der Rückleiter sind an ihrem der Energiequelle jeweils abgewandten Ende elektrisch miteinander verbunden. Somit ist elektrische Energie von der Energiequelle über das Primärleitersystem berührungslos zu einem mobilen Verbraucher übertragbar, der sich entlang der Primärschleife bewegt.

[0016] Gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung weist der Hinstrom eine Frequenz zwischen 10 kHz und 100 kHz auf. Der Rückstrom weist die gleiche Frequenz auf wie der Hinstrom. Bei der besagten Frequenz ist die berührungslose Übertragung von Energie zu einem mobilen Verbraucher besonders effektiv und wenig verlustbehaftet.

[0017] Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung weist die Energiequelle einen Zusatzkondensator auf, der zwischen dem Mittelpunkt und dem Erdpotential angeschlossen ist, so dass der Fehlerstrom den Zusatzkondensator durchfließt. Durch den Zusatzkondensator ist sichergestellt, dass ausschließlich ein Wechselstrom als Fehlerstrom zwischen dem Mittelpunkt und dem Erdpotential fließt. Für Gleichströme ist der Zusatzkondensator nicht durchgängig.

[0018] Gemäß einer bevorzugten Weiterbildung der Erfindung weist die Energiequelle eine Auswerteeinheit auf, welche mit dem Fehlerstromsensor verbunden ist, und welche die Energiequelle abschaltet, wenn der Fehlerstrom einen vorgegebenen Schwellenwert übersteigt. Unter Abschalten ist in diesem Zusammenhang zu verstehen, dass die Energiequelle in einen Zustand versetzt wird, in welchem kein Hinstrom in den Hinleiter eingespeist wird. Durch das Abschalten der Energiequelle werden ins-

besondere Personen geschützt, die in Kontakt mit dem Primärleitersystem sind, und durch die ein Körperstrom zum Erdpotential fließt.

[0019] Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung weist die Energiequelle einen ersten Stromsensor zur Messung des durch den ersten Anschlusspunkt fließenden Hinstroms und einen zweiten Stromsensor zur Messung eines durch den zweiten Anschlusspunkt fließenden Rückstroms auf. Dabei ist eine Auswerteeinheit mit dem ersten Stromsensor und mit dem zweiten Stromsensor verbunden, und die Auswerteeinheit schaltet die Energiequelle ab, wenn eine Differenz zwischen dem Hinstrom und dem Rückstrom einen vorgegebenen Schwellenwert übersteigt. Eine Differenz zwischen dem Hinstrom und dem Rückstrom tritt dann auf, wenn ein Körperstrom fließt. Durch Erfassung der Differenz zwischen dem Hinstrom und dem Rückstrom ist somit zusätzlich erkennbar, wenn aufgrund einer defekten Isolation ein Körperstrom über eine Person oder einen Gegenstand aus dem Primärleitersystem abfließt.

[0020] Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung weist die Energiequelle eine Stromquelle und einen Transformator auf, wobei die Stromquelle einen Einspeisestrom in eine Primärwicklung des Transformators einspeist, und wobei eine mit der Primärwicklung magnetisch gekoppelte Sekundärwicklung des Transformators mit dem ersten Anschlusspunkt und mit dem zweiten Anschlusspunkt elektrisch verbunden ist. Diese Ausgestaltung ermöglicht die galvanische Trennung des Primärleitersystems von der Stromquelle.

[0021] Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung weist die Energiequelle einen Kurzschlusschalter zum Kurzschließen der Stromquelle auf, welcher von einer Auswerteeinheit ansteuerbar ist. Durch Kurzschließen der Stromquelle mittels des Kurzschlusschalters ist die Energiequelle abschaltbar.

[0022] Es wird auch ein Verfahren zum Betreiben eines erfindungsgemäßen Systems zur berührungslosen Energieübertragung vorgeschlagen. Dabei wird von dem Fehlerstromsensor ein Fehlerstrom, der zwischen dem Mittelpunkt und dem Erdpotential fließt, gemessen, und die Energiequelle wird abgeschaltet, wenn der Fehlerstrom einen vorgegebenen Schwellenwert übersteigt.

[0023] Durch die Messung des Fehlerstroms wird somit erkannt, wenn aufgrund einer defekten Isolation ein Körperstrom über eine Person oder einen Gegenstand aus dem Primärleitersystem abfließt. Durch das Abschalten der Energiequelle werden insbesondere Personen geschützt, die in Kontakt mit

dem Primärleitersystem sind, und durch die der Körperstrom zum Erdpotential fließt.

[0024] Die Erfindung ist nicht auf die Merkmalskombination der Ansprüche beschränkt. Für den Fachmann ergeben sich weitere sinnvolle Kombinationsmöglichkeiten von Ansprüchen und/oder einzelnen Anspruchsmerkmalen und/oder Merkmalen der Beschreibung und/oder der Figuren, insbesondere aus der Aufgabenstellung und/oder der sich durch Vergleich mit dem Stand der Technik stellenden Aufgabe.

[0025] Die Erfindung wird nun anhand von Abbildungen näher erläutert. Die Erfindung ist nicht auf die in den Abbildungen dargestellten Ausführungsbeispiele beschränkt. Die Abbildungen stellen den Gegenstand der Erfindung nur schematisch dar. Es zeigt:

Fig. 1: eine schematische Darstellung eines Systems zur berührungslosen Energieübertragung.

[0026] Fig. 1 zeigt eine schematische Darstellung eines Systems zur berührungslosen Energieübertragung. Das System umfasst ein Primärleitersystem 10, welches einen Hinleiter 11 und einen Rückleiter 12 aufweist. Das System umfasst ferner eine Energiequelle 40, welche einen ersten Anschlusspunkt 21 und einen zweiten Anschlusspunkt 22 aufweist. Der erste Anschlusspunkt 21 ist mit dem Hinleiter 11 elektrisch verbunden, und der zweite Anschlusspunkt 22 ist mit dem Rückleiter 12 elektrisch verbunden.

[0027] Die Energiequelle 40 weist eine Stromquelle 42 und einen Transformator 60 auf. Die Stromquelle 42 speist einen Einspeisestrom 10 in eine Primärwicklung 61 des Transformators 60 ein. Eine mit der Primärwicklung 61 magnetisch gekoppelte Sekundärwicklung 62 des Transformators 60 ist mit dem ersten Anschlusspunkt 21 und mit dem zweiten Anschlusspunkt 22 elektrisch verbunden. Der Einspeisestrom 10 induziert somit einen Strom in der Sekundärwicklung 62 des Transformators 60, welcher vorwiegend durch die Anschlusspunkte 21, 22 fließt.

[0028] Die Energiequelle 40 speist dabei einen Hinstrom 11 in den Hinleiter 11 ein. Der Einspeisestrom 10 ist ein mittelfrequenter Wechselstrom und hat eine Grundfrequenz von beispielweise 10 kHz, 25 kHz, 50 kHz, 75 kHz oder 100 kHz. Somit ist auch der Hinstrom 11 ein mittelfrequenter Wechselstrom und hat eine Grundfrequenz von beispielweise 10 kHz, 25 kHz, 50 kHz, 75 kHz oder 100 kHz. Eine Stromstärke des Hinstroms 11 beträgt beispielweise 60 A oder 90 A. Der besagte Hinstrom 11 fließt durch den ersten Anschlusspunkt 21 in den Hinleiter 11 des Primärleitersystems 10. Ein Rückstrom 12 fließt von dem

Rückleiter 12 des Primärleitersystems 10 durch den zweiten Anschlusspunkt 22 in die Energiequelle 40.

[0029] Das Primärleitersystem 10 ist in Form einer langgestreckten Primärschleife gelegt. Dabei bildet der Hinleiter 11 einen ersten Teil der Primärschleife, und der Rückleiter 12 bildet einen zweiten Teil der Primärschleife. Der Hinleiter 11 und der Rückleiter 12 sind im Wesentlichen parallel zueinander verlegt. Der Hinleiter 11 und der Rückleiter 12 sind an ihrem der Energiequelle 40 jeweils abgewandten Ende elektrisch miteinander verbunden. Der Hinleiter 11 und der Rückleiter 12 weisen jeweils eine Induktivität auf. Das Primärleitersystem 10 ist beispielsweise in einem Boden und nahe an der Oberfläche des Bodens in einer technischen Anlage, wie beispielsweise einem Produktionswerk, verlegt.

[0030] Das System dient insbesondere zur berührungslosen Energieübertragung zu einem mobilen Verbraucher. Bei dem mobilen Verbraucher handelt es sich beispielsweise um ein autonom fahrendes Fahrzeug. Der mobile Verbraucher fährt auf dem Boden, in welchem das Primärleitersystem 10 verlegt ist. Der mobile Verbraucher weist einen Übertragerkopf zur Aufnahme von Energie auf. Der Übertragerkopf umfasst dazu mindestens eine Wicklung. Der Übertragerkopf des mobilen Verbrauchers befindet sich dabei in unmittelbarer Nähe des Bodens über dem Primärleitersystem 10. Insbesondere ist der Übertragerkopf dabei derart angeordnet, dass die Wicklung mit dem Hinleiter 11 und/oder dem Rückleiter 12 induktiv gekoppelt ist. Somit ist Energie von der Energiequelle 40 über das Primärleitersystem 10 zu der Wicklung des Übertragerkopfs und damit zu dem Verbraucher übertragbar.

[0031] Die Energiequelle 40 weist einen ersten Kondensator C1, der zwischen dem ersten Anschlusspunkt 21 und einem Mittelpunkt 20 angeschlossen ist, und einen zweiten Kondensator C2, der zwischen dem zweiten Anschlusspunkt 22 und dem Mittelpunkt 20 angeschlossen ist, auf. Der erste Kondensator C1 und der zweite Kondensator C2 weisen die gleiche Kapazität auf. Die Kapazitäten der besagten Kondensatoren C1, C2 sind derart gewählt, dass der in der Sekundärwicklung 62 des Transformators 60 induzierte Strom vorwiegend durch die Anschlusspunkte 21, 22 und das Primärleitersystem 10 fließt, und nur ein verhältnismäßig geringer Anteil dieses Stroms durch die Kondensatoren C1, C2 fließt.

[0032] Die Energiequelle 40 weist auch einen Zusatzkondensator CX auf, der zwischen dem Mittelpunkt 20 und einem Erdpotential G angeschlossen ist. Der Mittelpunkt 20 ist somit über den besagten Zusatzkondensator CX elektrisch mit dem Erdpotential G verbunden. Weder der Hinleiter 11 noch der Rückleiter 12 des Primärleitersystems 10 sind unmittelbar mit dem Erdpotential G verbunden.

[0033] Die Energiequelle 40 weist auch einen Fehlerstromsensor 30 auf. Der Fehlerstromsensor 30 dient zur Messung eines Fehlerstroms IX. Ein solcher Fehlerstrom IX fließt in einem Fehlerfall zwischen dem Mittelpunkt 20 und dem Erdpotential G. Der besagte Fehlerstrom IX fließt dabei durch den Zusatzkondensator CX.

[0034] Die Energiequelle 40 weist einen ersten Stromsensor 31 zur Messung des Hinstroms 11, der durch den ersten Anschlusspunkt 21 fließt, auf. Die Energiequelle 40 weist auch einen zweiten Stromsensor 32 zur Messung des Rückstroms 12, der durch den zweiten Anschlusspunkt 22 fließt, auf.

[0035] Die Energiequelle 40 weist ferner eine Auswerteeinheit 50 auf. Die Auswerteeinheit 50 ist mit dem Fehlerstromsensor 30 verbunden. Die Auswerteeinheit 50 ist auch mit dem ersten Stromsensor 31 und mit dem zweiten Stromsensor 32 verbunden. Die Auswerteeinheit 50 dient zur Erfassung des von dem Fehlerstromsensor 30 gemessenen Fehlerstroms IX. Die Auswerteeinheit 50 dient auch zur Erfassung des von dem ersten Stromsensor 31 gemessenen Hinstroms 11 sowie des von dem zweiten Stromsensor 32 gemessenen Rückstroms 12. Die Auswerteeinheit 50 berechnet auch eine Differenz zwischen dem Hinstrom 11 und dem Rückstrom 12.

[0036] Die Energiequelle 40 weist einen Kurzschlusschalter 70 auf. Der Kurzschlusschalter 70 dient zum Kurzschließen der Stromquelle 60 in einem Fehlerfall. Wenn der Kurzschlusschalter 70 geschlossen ist, so fließt der von der Stromquelle 60 erzeugte Einspeisestrom 10 zumindest annähernd vollständig durch den Kurzschlusschalter 70 und nicht mehr durch die Primärwicklung 61 des Transformators 60. Somit wird auch kein Strom in der Sekundärwicklung 62 des Transformators 60 induziert. Die Energiequelle 40 ist dann abgeschaltet, und der in den Hinleiter 11 eingespeiste Hinstrom 11 ist zumindest annähernd gleich null.

[0037] Die Auswerteeinheit 50 ist mit dem Kurzschlusschalter 70 verbunden. Der Kurzschlusschalter 70 ist von der Auswerteeinheit 50 ansteuerbar. Wenn die Auswerteeinheit 50 den Kurzschlusschalter 70 entsprechend ansteuert, so wird der Kurzschlusschalter 70 geschlossen, und die Energiequelle 40 wird abgeschaltet.

[0038] Im fehlerfreien Betrieb des erfindungsgemäßen Systems ist der Rückstrom 12 durch den zweiten Anschlusspunkt 22 und den Rückleiter 12 gleich dem Hinstrom 11 durch den ersten Anschlusspunkt 21 und den Hinleiter 11. Die Differenz zwischen dem Hinstrom 11 und dem Rückstrom 12 ist also null. An dem Mittelpunkt 20 stellt sich ein Potential ein, das zumindest annähernd dem Erdpotential G entspricht. Es fließt kein Strom zwischen dem Mittelpunkt 20

und dem Erdpotential G durch den Zusatzkondensator CX. Der Fehlerstrom IX ist also gleich null.

[0039] In einem Fehlerfall, wenn beispielsweise aufgrund einer defekten Isolation eine Person oder ein Gegenstand in Kontakt mit dem Primärleitersystem 10 kommt, so fließt ein Körperstrom von dem Primärleitersystem 10 zum Erdpotential G ab. In dem hier dargestellten Beispiel fließt ein Körperstrom von dem Rückleiter 12 durch eine Körperimpedanz ZK einer Person und eine Erdimpedanz ZE zu dem Erdpotential G.

[0040] In diesem Fehlerfall ist der Rückstrom 12 durch den zweiten Anschlusspunkt 22 somit ungleich dem Hinstrom 11 durch den ersten Anschlusspunkt 21. Die Differenz zwischen dem Hinstrom 11 und dem Rückstrom 12 wird von der Auswerteeinheit 50 berechnet. Wenn die Differenz zwischen dem Hinstrom 11 und dem Rückstrom 12 einen vorgegebenen Schwellenwert übersteigt, so steuert die Auswerteeinheit 50 den Kurzschlusschalter 70 entsprechend an, so dass der Kurzschlusschalter 70 geschlossen wird. Die Energiequelle 40 wird somit abgeschaltet.

[0041] In diesem Fehlerfall fließt auch ein Fehlerstrom IX zwischen dem Mittelpunkt 20 und dem Erdpotential G. Der Fehlerstrom IX wird von dem Fehlerstromsensor 30 gemessen und von der Auswerteeinheit 50 erfasst. Wenn der Fehlerstrom IX einen vorgegebenen Schwellenwert übersteigt, so steuert die Auswerteeinheit 50 den Kurzschlusschalter 70 entsprechend an, so dass der Kurzschlusschalter 70 geschlossen wird. Die Energiequelle 40 wird somit abgeschaltet.

[0042] Das System zur berührungslosen Energieübertragung umfasst also redundante Mittel zur Erkennung eines Fehlers in Form eines Körperstroms, nämlich einerseits den Fehlerstromsensor 30 und andererseits die Kombination der Stromsensoren 31, 32. Wenn durch mindestens eines der besagten Mittel ein Fehler erkannt wird, so wird die Energiequelle 40 abgeschaltet.

Bezugszeichenliste

| | |
|----|------------------------|
| 10 | Primärleitersystem |
| 11 | Hinleiter |
| 12 | Rückleiter |
| 20 | Mittelpunkt |
| 21 | erster Anschlusspunkt |
| 22 | zweiter Anschlusspunkt |
| 30 | Fehlerstromsensor |
| 31 | erster Stromsensor |

| | |
|----|---------------------|
| 32 | zweiter Stromsensor |
| 40 | Energiequelle |
| 42 | Stromquelle |
| 50 | Auswerteeinheit |
| 60 | Transformator |
| 61 | Primärwicklung |
| 62 | Sekundärwicklung |
| 70 | Kurzschlusschalter |
| G | Erdpotential |
| C1 | erster Kondensator |
| C2 | zweiter Kondensator |
| CX | Zusatzkondensator |
| 10 | Einspeisestrom |
| 11 | Hinstrom |
| 12 | Rückstrom |
| IX | Fehlerstrom |
| ZE | Erdimpedanz |
| ZK | Körperimpedanz |

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Zitierte Patentliteratur

- DE 10053373 B4 [0002]
- DE 102006013004 A1 [0003]
- DE 1020040551543 B4 [0004]
- EP 2067231 B1 [0005]
- DE 102014103321 A1 [0006]
- US 2019/0006885 A1 [0009]

Patentansprüche

1. System zur berührungslosen Energieübertragung, umfassend

ein Primärleitersystem (10), welches einen Hinleiter (11) und einen Rückleiter (12) aufweist, und eine Energiequelle (40), welche einen ersten Anschlusspunkt (21) und einen zweiten Anschlusspunkt (22) aufweist, wobei

der erste Anschlusspunkt (21) mit dem Hinleiter (11) elektrisch verbunden ist, und

der zweite Anschlusspunkt (22) mit dem Rückleiter (12) elektrisch verbunden ist, und wobei die Energiequelle (40) einen mittelfrequenten Hinstrom (11) in den Hinleiter (11) einspeist,

dadurch gekennzeichnet, dass

die Energiequelle (40) einen ersten Kondensator (C1), der zwischen dem ersten Anschlusspunkt (21) und einem Mittelpunkt (20) angeschlossen ist, und

einen zweiten Kondensator (C2), der zwischen dem zweiten Anschlusspunkt (22) und dem Mittelpunkt (20) angeschlossen ist, aufweist, und dass

der Mittelpunkt (20) elektrisch mit einem Erdpotential (G) verbunden ist, und dass

die Energiequelle (40) einen Fehlerstromsensor (30) zur Messung eines Fehlerstroms (IX), der zwischen dem Mittelpunkt (20) und dem Erdpotential (G) fließt, aufweist.

2. System nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet, dass

das Primärleitersystem (10) in Form einer langleistreckten Primärschleife gelegt ist, wobei der Hinleiter (11) einen ersten Teil der Primärschleife bildet, und

der Rückleiter (12) einen zweiten Teil der Primärschleife bildet, und wobei der Hinleiter (11) und der Rückleiter (12) im Wesentlichen parallel zueinander verlegt sind, und wobei

der Hinleiter (11) und der Rückleiter (12) an ihrem der Energiequelle (40) jeweils abgewandten Ende elektrisch miteinander verbunden sind.

3. System nach mindestens einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Hinstrom (11) eine Frequenz zwischen 10 kHz und 100 kHz aufweist.

4. System nach mindestens einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Energiequelle (40) einen Zusatzkondensator (CX) aufweist, der zwischen dem Mittelpunkt (20) und dem Erdpotential (G) angeschlossen ist, so dass der Fehlerstrom (IX) den Zusatzkondensator (CX) durchfließt.

5. System nach mindestens einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Energiequelle (40) eine Auswerteeinheit

(50) aufweist, welche mit dem Fehlerstromsensor (30) verbunden ist, und welche die Energiequelle (40) abschaltet, wenn der Fehlerstrom (IX) einen vorgegebenen Schwellenwert übersteigt.

6. System nach mindestens einem der vorangehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, dass

die Energiequelle (40) einen ersten Stromsensor (31) zur Messung des durch den ersten Anschlusspunkt (21) fließenden Hinstroms (11) und

einen zweiten Stromsensor (32) zur Messung eines durch den zweiten Anschlusspunkt (22) fließenden Rückstroms (12) aufweist, wobei

eine Auswerteeinheit (50) mit dem ersten Stromsensor (31) und mit dem zweiten Stromsensor (32) verbunden ist, und wobei

die Auswerteeinheit (50) die Energiequelle (40) abschaltet, wenn eine Differenz zwischen dem Hinstrom (11) und dem Rückstrom (12) einen vorgegebenen Schwellenwert übersteigt.

7. System nach mindestens einem der vorangehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, dass

die Energiequelle (40) eine Stromquelle (42) und einen Transformator (60) aufweist, wobei die Stromquelle (42) einen Einspeisestrom (10) in eine Primärwicklung (61) des Transformators (60) einspeist, und wobei

eine mit der Primärwicklung (61) magnetisch gekoppelte Sekundärwicklung (62) des Transformators (60) mit dem ersten Anschlusspunkt (21) und mit dem zweiten Anschlusspunkt (22) elektrisch verbunden ist.

8. System nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Energiequelle (40) einen Kurzschlusschalter (70) zum Kurzschließen der Stromquelle (60) aufweist, welcher von einer Auswerteeinheit (50) ansteuerbar ist.

9. Verfahren zum Betreiben eines Systems zur berührungslosen Energieübertragung nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei von dem Fehlerstromsensor (30) ein Fehlerstrom (IX), der zwischen dem Mittelpunkt (20) und dem Erdpotential (G) fließt, gemessen wird, und die Energiequelle (40) abgeschaltet wird, wenn der Fehlerstrom (IX) einen vorgegebenen Schwellenwert übersteigt.

Es folgt eine Seite Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

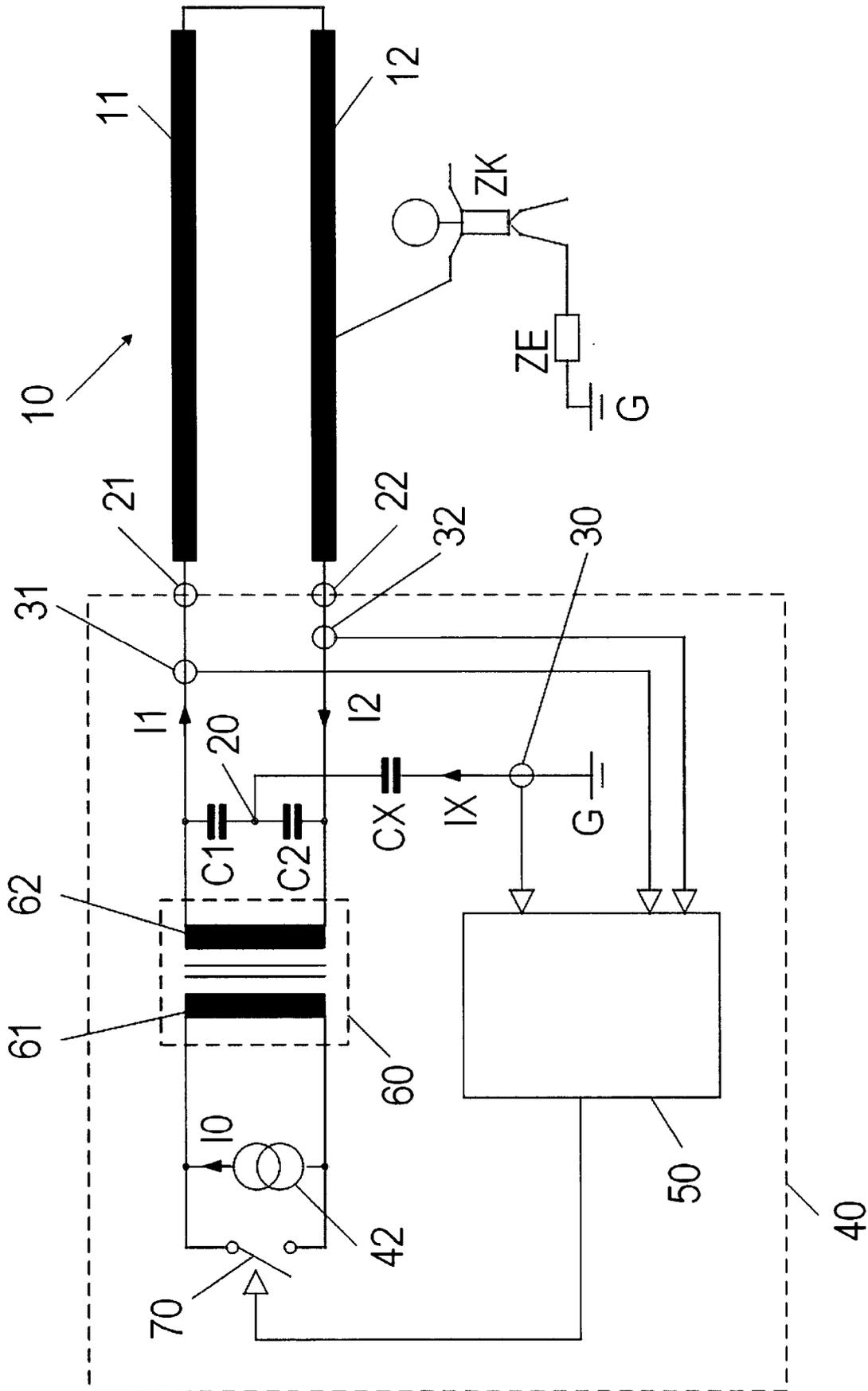


Fig. 1