

(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
2. Juli 2009 (02.07.2009)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2009/080686 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
G01R 31/36 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2008/067841

(22) Internationales Anmeldedatum:
18. Dezember 2008 (18.12.2008)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2007 061 539.8
20. Dezember 2007 (20.12.2007) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): CONTINENTAL AUTOMOTIVE GMBH [DE/DE]; Vahrenwalder Strasse 9, 30165 Hannover (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): ZIMMERMANN, Uwe [DE/DE]; Obere Dorfstr. 31, 09350 Lichtenstein Ot Roedlitz (DE). BÜCHEL, Mathias [DE/DE]; Furtmayrstr. 30A, 93053 Regensburg (DE). GILCH, Markus [DE/DE]; Tulpenstr. 14, 85419 Mauern (DE).

(74) Gemeinsamer Vertreter: CONTINENTAL AUTOMOTIVE GMBH; Postfach 22 16 39, 80506 München (DE).

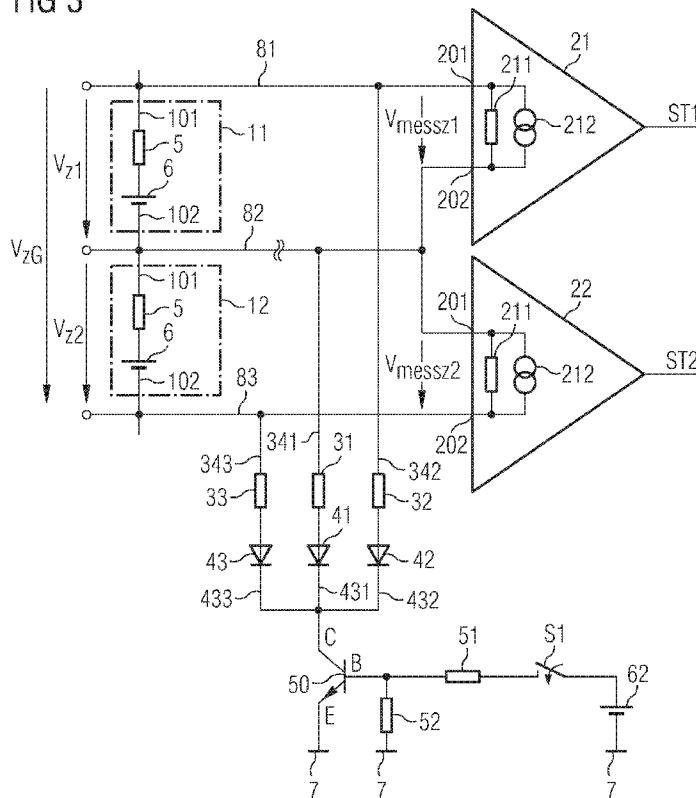
(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: MONITOR CIRCUIT FOR AN ENERGY STORAGE AND METHOD FOR MONITORING AN ENERGY STORAGE

(54) Bezeichnung: ÜBERWACHUNGSSCHALTUNG FÜR EINEN ENERGIESPEICHER UND VERFAHREN ZUM ÜBERWACHEN EINES ENERGIESPEICHERS

FIG 3



(57) Abstract: The invention relates to a monitoring circuit for an energy storage, wherein the energy storage has a plurality of cells (1, 11, 12) which each provide voltage between their first (101) and second connections (102) and are switched in series. At least two voltage measuring circuits (21, 22) are provided, wherein the voltage measuring circuits (21, 22) each measure the voltage (V_{messZ1} , V_{messZ2}) between a first measurement input (201) and a second measurement input (202). A first connection conductor (81) connects the first terminal (101) of the first cell (11) to the first measurement input (201) of a first voltage measurement circuit (21). A second connection conductor (82) connects the second terminal (102) of the first cell (11) to the second measurement input (202) of a first voltage measurement circuit (21). A first load resistor (31) can be switched between the first measurement input (201) of the second voltage measurement circuit (22) and a first fixed potential (7).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2009/080686 A1



LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK,

Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht
- vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen

(57) Zusammenfassung: Es wird eine Überwachungsschaltung für einen Energiespeicher bereitgestellt, wobei der Energiespeicher eine Vielzahl von Zellen (1, 11, 12) aufweist, die jeweils eine Spannung zwischen ihrem ersten (101) und ihrem zweiten Anschluss (102) bereitstellen und die in Reihe geschaltet sind. Es sind mindestens zwei Spannungsmessschaltungen (21, 22) vorgesehen, wobei die Spannungsmessschaltungen (21, 22) jeweils die Spannung (V_{messZ1} , V_{messZ2}) zwischen einem ersten Messeingang (201) und einem zweiten Messeingang (202) messen. Eine erste Verbindungsleitung (81) verbindet den ersten Anschluss (101) der ersten Zelle (11) mit dem ersten Messeingang (201) einer ersten Spannungsmessschaltung (21). Eine zweite Verbindungsleitung (82) verbindet den zweiten Anschluss (102) der ersten Zelle (11) mit dem zweiten Messeingang (202) der ersten Spannungsmessschaltung (21). Ein erster Belastungswiderstand (31) ist schaltbar zwischen dem ersten Messeingang (201) der zweiten Spannungsmessschaltung (22) und einem ersten festen Potential (7) vorgesehen.

Beschreibung

Überwachungsschaltung für einen Energiespeicher und Verfahren zum Überwachen eines Energiespeichers

5

Die Erfindung betrifft eine Überwachungsschaltung für einen Energiespeicher und ein Verfahren zur Überwachung eines Energiespeichers. Eine in einem Elektrofahrzeug verwendete Batterie muss zum Betrieb des Fahrantriebs eine hohe Spannung erzeugen. Üblicherweise weist die Batterie eine Mehrzahl von Zellen auf, die jeweils eine Spannung bereitstellen und die in Reihe geschaltet sind. Die einzelnen Zellen sollten dabei gegen Überspannung geschützt sein. Deshalb in der US 2002/0047685 A1 eine Überwachungsschaltung gezeigt, die die einzelnen Zellen überwacht, wobei eine Vielzahl von Spannungsmessschaltungen die Spannungen an den einzelnen Zellen misst.

Um die Messungen durchführen zu können, müssen Verbindungsleitungen zwischen den Zellen und den Spannungsmessschaltungen vorgesehen werden. Dabei wurde festgestellt, dass bei herkömmlichen Überwachungsschaltungen die Überspannungen nicht zuverlässig gemessen wurden, besonders wenn die Energiespeicher und die Überwachungsschaltung schon lange im Betrieb sind.

Es ist daher Aufgabe der Erfindung, eine möglichst kostengünstige Überwachungsschaltung anzugeben, mit der die Zellen eines Energiespeichers zuverlässig erkannt werden können. Es ist auch Aufgabe der Erfindung, ein Verfahren zum Überwachen von Zellen eines Energiespeichers bereitzustellen.

Diese Aufgaben werden durch den Gegenstand der unabhängigen Ansprüche gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen ergeben sich aus den jeweiligen Unteransprüchen.

Erfindungsgemäß wird eine Überwachungsschaltung für einen Energiespeicher bereitgestellt. Dieser Energiespeicher weist

eine Vielzahl von Zellen mit jeweils einem ersten und einem zweiten Anschluss auf. Die Zellen stellen jeweils zwischen ihrem ersten und zweiten Anschluss eine Spannung bereit. Die Zellen sind in Reihe geschaltet, wobei jeweils ein zweiter
5 Anschluss einer ersten Zelle mit einem ersten Anschluss einer zweiten Zelle verbunden ist.

Die Überwachungsschaltung enthält mindestens zwei Spannungsmessschaltungen, die jeweils eine Spannung zwischen einem
10 ersten Messeingang und einem zweiten Messeingang messen. Der zweite Anschluss einer ersten Spannungsmessschaltung ist mit dem ersten Messeingang einer zweiten Spannungsmessschaltung verbunden. Eine erste Verbindungsleitung dient zum Verbinden des ersten Anschlusses der ersten Zelle mit dem zweiten Mess-
15 eingang der ersten Spannungsmessschaltung.

Weiterhin enthält die Überwachungsschaltung eine erste Verbindungsleitung zur Verbindung des ersten Anschlusses der ersten Zelle mit dem ersten Messeingang einer ersten Spannungsmessschaltung und eine zweite Verbindungsleitung zur
20 Verbindung des zweiten Anschlusses der ersten Zelle mit dem zweiten Messeingang der ersten Spannungsmessschaltung.

Zusätzlich ist ein erster Belastungswiderstand vorgesehen.
25 Der erste Belastungswiderstand ist schaltbar zwischen dem zweiten Messeingang der ersten Spannungsmessschaltung und einem ersten festen Potential vorgesehen. Dies bedeutet, dass der Belastungswiderstand entweder so geschaltet wird, dass er eine ohmsche Verbindung zwischen dem ersten Messeingang der
30 ersten Messschaltung und dem ersten festen Potential bereitstellt, oder so geschaltet wird, dass er keine ohmsche Verbindung zwischen dem Messeingang der ersten Spannungsmessschaltung und dem ersten festen Potential bildet.

35 Die Überwachungsschaltung ermöglicht durch den Belastungswiderstand, Messeingänge, die nicht mehr mit den Zellen verbunden sind, auf ein anderes Potential zu bringen. Da der Belastungswiderstand den Messwert der Spannung an den Spannungs-

messschaltungen beeinflusst, ist der Belastungswiderstand schaltbar vorgesehen, damit einmal mit der und einmal ohne die Belastung die Spannungen an den Zellen gemessen werden. Besonders im Fahrzeugbau sollten die Energiespeicher Jahre lang beziehungsweise Jahrzehnte lang halten. Die Energiespeicher werden üblicherweise auf einem Blech verschweißt und somit mechanisch stabil befestigt, aber die Verbindungsleitungen zwischen den Zellen und den Spannungsmessgeräten haben sich als Schwachstellen erwiesen. Wenn diese Verbindungsleitungen korrodieren oder durch mechanischen Stress brechen, konnte dies mit den herkömmlichen Überwachungsschaltungen nicht zuverlässig detektiert werden.

Eine erfindungsgemäße Überwachungsschaltung verbessert herkömmliche Überwachungsschaltungen dahingehend, dass auch Brüche in den Verbindungsleitungen nicht dazu führen, dass Zellen als gut getestet werden, obwohl an ihnen eigentlich eine Überspannung anliegt. Dadurch wird die Lebensdauer der Zellen und somit des gesamten Energiespeichers verlängert.

Vorzugsweise ist zusätzlich ein zweiter Belastungswiderstand schaltbar zwischen dem zweiten Messeingang der ersten Spannungsmessschaltung und einem zweiten festen Potential vorgesehen. Dabei kann in diesem Zusammenhang das zweite feste Potential, dasselbe oder ein anderes festes Potential als das erste feste Potential für den ersten Belastungswiderstand sein. Durch den zweiten Belastungswiderstand wird kann zusätzlich die zweite Verbindungsleitung überwacht werden.

In einer Ausführungsform weist die Spannungsmessschaltung einen Innenwiderstand zwischen ihren beiden Messeingängen auf. Dieser Innenwiderstand hat einen ohmschen Widerstand von R_h . Der erste Belastungswiderstand und der zweite Belastungswiderstand haben jeweils ohmsche Widerstandswerte R_n und es gilt $R_n < R_h$. Damit wird sichergestellt, dass die Belastungswiderstände die zu messenden Spannungen im Fehlerfall merklich verändern, so dass die Spannungsmessschaltung eine gebrochene Leitung auch detektiert.

Vorzugsweise werden Werte von R_h und R_n so gewählt, dass $R_n < 10 \cdot R_h$ gilt. Dadurch wird auch bei Zellen, deren Potentiale sehr weit von dem festen Potential entfernt sind, beispielsweise bei 300 V, das Potential bei gebrochener oder sehr hochohmiger Verbindungsleitung auf ein Niveau gebracht, das nah dem festen Potential ist.

Der erste Belastungswiderstand und der zweite Belastungswiderstand werden in einer Ausführungsform jeweils mit einer Diode in Reihe geschaltet. Diese Reihenschaltungen aus Belastungswiderstand und Diode weisen jeweils einen ersten und einen zweiten Außenanschluss auf. Weiterhin ist ein Transistor vorgesehen, der eine erste Laststrecke mit einem ersten Anschluss und einem zweiten Anschluss aufweist. Der erste Anschluss der Laststrecke des Transistors ist mit dem festen Potential verbunden, während der zweite Anschluss der Laststrecke des Transistors mit den ersten Anschlüssen der Reihenschaltungen aus Belastungswiderstand und Diode verbunden ist. Durch den Transistor werden alle Belastungswiderstände gleichzeitig mit dem festen Potential verbunden bzw. werden von diesem gemeinsam getrennt. Diese Ausführungsform hat den Vorteil, dass nur ein Transistor als Schalter vorgesehen werden muss. Die Dioden dienen dazu, dass die Ströme durch einen Belastungswiderstand nicht das Potential an einer Verbindungsleitung, die mit dem ersten Belastungswiderstand nicht verbunden ist, zu sehr beeinflusst.

In einer weiteren Ausführungsform wird ein Schalter vorgesehen, der in Reihe mit dem ersten Belastungswiderstand geschaltet ist. Die Reihenschaltung aus Schalter und erstem Widerstand ist zwischen den ersten Messanschluss der Spannungsmessschaltung und das feste Potential geschaltet ist, wobei der Schalter zyklisch an- und ausgeschaltet wird. Durch das zyklische An- und Ausschalten werden die Spannungen an den Spannungsmessschaltungen regelmäßig mit und ohne die Verbindungen zum festen Potential über den Belastungswiderstand ge-

messen. Dadurch wird regelmäßig überprüft, ob die Verbindungsleitungen defekt sind.

Besonders geeignet ist die Überwachungsschaltung für Zellen, die als wieder aufladbare Akkumulatoren ausgebildet sind. Solche sind besonders gegen Überspannung zu schützen, um die Lebensdauer des Energiespeichers nicht zu beeinträchtigen. Zu beachten ist, dass bei Energiespeichern mit einer Vielzahl, beispielsweise 100, von Zellen die Ausfallwahrscheinlichkeit steigt. Bei diesen ist deshalb besonders auf die Funktionalität jeder einzelnen Zelle zu achten.

Eine andere Anwendung bilden Kondensatorstapel, die zum Beispiel in Fahrzeugen zum Bereitstellen einer Spannung von beispielsweise 40 V für Hochstromverbraucher eingesetzt werden. Hier muss besonders darauf geachtet werden, dass nicht einzelne Kondensatoren durchbrechen und leiten, weil dann an den anderen Kondensatoren erhöhte Spannungen anliegen. Auch hier bewirken Brüche in den Verbindungsleitungen, dass die Spannungen an den einzelnen Kondensatoren nicht gemessen werden können.

Vorzugsweise sind das erste feste Potential und das zweite feste Potential beide auf Masse. Die Verwendung von Masse als festem Potential hat den Vorteil, dass dieses Potential in der Regel unabhängig von der Spannungserzeugung ist und somit auch bei fehlerhafter Spannungsversorgung stabil bleibt.

Weiterhin wird vorzugsweise eine dritte Verbindungsleitung zur Verbindung des zweiten Anschlusses der zweiten Zelle mit dem zweiten Messeingang der zweiten Spannungsmessschaltung und ein dritter Belastungswiderstand zur schaltbaren Verbindung zwischen dem zweiten Messeingang der zweiten Spannungsmessschaltung und einem festen Potential vorgesehen. Somit wird auch diese dritte Verbindungsleitung überwacht. Die Überwachungsschaltung kann für eine Vielzahl von Zellen ausweitert werden, indem jeweils pro Verbindungsleitung ein Belastungswiderstand vorgesehen wird.

Die Erfindung stellt auch ein Verfahren zur Überwachung eines Energiespeichers bereit. Der Energiespeicher weist dabei eine Vielzahl von Zellen auf, die jeweils einen ersten und einen zweiten Anschluss aufweisen und die jeweils eine Spannung zwischen ihrem ersten und zweiten Anschluss bereitstellen. Die Zellen sind in Reihe geschaltet, wobei jeweils ein zweiter Anschluss einer ersten Zelle mit einem ersten Anschluss einer zweiten Zelle verbunden ist.

10

In einem Schritt a) des Verfahrens wird eine erfindungsgemäße Überwachungsschaltung bereitgestellt. Der erste Belastungswiderstand wird in einem Schritt b) derart geschaltet, dass der erste Belastungswiderstand keine Verbindung zwischen dem zweiten Messeingang der ersten Spannungsmessschaltung und dem ersten festen Potential bildet.

15

In einem weiteren Schritt c) wird die Spannung an den Messeingängen der ersten Spannungsmessschaltung gemessen, wonach in einem Schritt d) der erste Belastungswiderstand derart geschaltet wird, dass der erste Belastungswiderstand eine Verbindung zwischen dem zweiten Messeingang der ersten Spannungsmessschaltung und dem ersten festen Potential bildet. Anschließend wird in einem Schritt e) die Spannung an den Messeingängen der ersten Spannungsmessschaltung erneut gemessen. Nun wird gemäß einem Schritt f) die erste Messung mit der zweiten Messung verglichen.

20

25

Durch die zwei Messungen werden Brüche in der zweiten Verbindungsleitung entdeckt. Der erste Belastungswiderstand, falls er eine Verbindung zwischen dem Eingang der Spannungsmessschaltung und dem festen Potential bildet, zwingt den Knoten, der aufgrund des Defekts nicht mehr über die Verbindungsleitung versorgt wird, auf ein vorbestimmtes Potential. Dies wird von Überwachungsschaltung erkannt.

30

35

In einer Ausführungsform des Verfahrens wird im Schritt a) eine Überwachungsschaltung bereit gestellt, bei der ein zwei-

ter Belastungswiderstand schaltbar zwischen dem erste Mess-
eingang der ersten Spannungsmessschaltung und einem zweiten
festen Potential vorgesehen ist. Vor dem Schritt c) wird ein
Schritt des Schaltens vorgesehen, bei dem der zweite Belas-
5 tungswiderstands derart geschaltet wird, dass der zweite Be-
lastungswiderstand keine Verbindung zwischen dem ersten Mess-
eingang der ersten Spannungsmessschaltung und dem zweiten
festen Potential bildet.

10 Bei dem Schritt e) wird der zweite Belastungswiderstands der-
art geschaltet, dass der zweite Belastungswiderstand eine
Verbindung zwischen dem ersten Messeingang der ersten Span-
nungsmessschaltung und dem zweiten festen Potential bildet.

15 Vorzugsweise wird bei dem Messen in Schritt c) und bei dem
Messen in Schritt e) jeweils eine Statusinformation ausgege-
ben. Diese Statusinformation besagt, ob Unterspannung, Über-
spannung oder Normalspannung vorliegt. Im Schritt f) wird die
in Schritt c) ausgegebene Statusinformation mit der in
20 Schritt e) ausgegebenen Statusinformation verglichen. Die
Verwendung der Statusinformation ermöglicht, dass der Ver-
gleich sehr einfach durchgeführt werden kann und enthebt ei-
nen Benutzer der Frage, welche Messabweichungen noch tole-
riert werden sollen und welche einen Defekt anzeigen.

25 Die Erfindung ist in den Zeichnungen anhand eines Ausführ-
ungsbeispiels näher veranschaulicht.

Figur 1 zeigt einen Energiespeicher aus mehreren Zellen,
30 der mit einer erfindungsgemäßen Überwachungsschal-
tung überwacht wird.

Figur 2 zeigt eine Überwachungsschaltung für einen fehler-
freiem Energiespeicher.

35 Figur 3 zeigt die gleiche Überwachungsschaltung wie in Fi-
gur 2 bei defektem Energiespeicher.

Figur 1 zeigt einen Energiespeicher, der aus einer Vielzahl von Zellen besteht. Diese Zellen stellen jeweils eine Spannung von nominal 2 V zur Verfügung und sind in Reihe geschaltet, sodass der Energiespeicher eine Spannung bereitstellt, deren nominaler Wert sich aus dem Produkt der Anzahl der Zellen und 2 V berechnet. In Figur 1 ist mit fünf Zellen nur ein Ausschnitt des Energiespeichers gezeigt.

Die Zellen weisen jeweils einen ersten Anschluss 101 und einen zweiten Anschluss 102 auf, an denen die Zellen ihre Spannung bereitstellen. Der erste Anschluss 101 einer Zelle 1 ist jeweils mit dem zweiten Anschluss 102 der benachbarten Zellen 1 über eine Kontaktierungsleitung 2 verbunden. Zur Überwachung der Spannungen an den einzelnen Zellen ist eine Überwachungsschaltung 4 vorgesehen. Verbindungsleitungen 3 greifen die Spannungen an den Kontaktierungsleitungen 2 jeweils ab, um die Spannung zwischen benachbarten Kontaktierungsleitungen 2 zu messen.

Figur 2 zeigt einen Ausschnitt aus dem Energiespeicher mit der dazugehörigen Überwachungsschaltung. Gezeigt sind die Zellen 11 und 12 des Energiespeichers, die in Reihe geschaltet sind. Die Zellen 11 und 12 enthalten jeweils eine Batterie 6 mit einem Innenwiderstand 5, dessen Widerstandswert lediglich bis einige Ohm beträgt. Der Verbindungsknoten zwischen Batterie 6 und Innenwiderstand 5 wird als Zwischenknoten 103 bezeichnet. Die Zellen weisen jeweils einen ersten Anschluss 101 und einen zweiten Anschluss 102 auf. Der zweite Anschluss 102 der ersten Zelle 11 ist mit dem ersten Anschluss 101 der zweiten Zelle 12 verbunden. Nicht gezeigt in Figur 2 sind weitere Zellen, die in Reihe geschaltet sich an den zweiten Anschluss 102 der zweiten Zelle 12 und einen ersten Anschluss 101 der ersten Zelle 11 anschließen.

Die Überwachungsschaltung enthält eine erste Spannungsmessschaltung 21 und eine zweite Spannungsmessschaltung 22, die jeweils einen ersten Messeingang 201 und einen zweiten Messeingang 202 aufweisen. Der zweite Messeingang 202 der ersten

Spannungsmessschaltung 21 ist mit dem ersten Messeingang 201 der zweiten Spannungsmessschaltung 22 verbunden. Ebenfalls nicht gezeigt in Figur 2 sind weitere Spannungsmessschaltungen, die in Reihe geschaltet sich an den ersten Messeingang 201 der ersten Spannungsmessschaltung 21 und den zweiten Messeingang 202 der zweiten Spannungsmessschaltung 21 anschließen.

Der erste Anschluss 101 der ersten Zelle 11 ist über die erste Verbindungsleitung 81 mit dem ersten Messeingang 201 der ersten Spannungsmessschaltung 21 verbunden, während der zweite Anschluss 102 der ersten Zelle 11 über die Verbindungsleitung 82 mit dem zweiten Messeingang 202 der ersten Spannungsmessschaltung 21 verbunden ist.

Die Verbindungsleitung 82 bildet somit auch die Verbindung zwischen dem ersten Anschluss 101 der zweiten Zelle 12 und dem ersten Messeingang 201 der zweiten Spannungsmessschaltung 22. Der zweite Messeingang 202 der zweiten Zelle 12 ist über die Verbindungsleitung 83 mit dem zweiten Messeingang 202 der zweiten Spannungsmessschaltung 22 verbunden.

Die erste Spannungsmessschaltung 21 und die zweite Spannungsmessschaltung 22 messen jeweils die Spannung zwischen ihrem ersten Messeingang 201 und ihrem zweiten Messeingang 202. Die Spannungsmessschaltung 21 und 22 enthält hier symbolisch gezeigt einen Innenwiderstand 211 und eine Stromquelle 212, die parallel zwischen dem ersten Messeingang 201 und dem zweiten Messeingang 202 geschaltet sind. Die Spannungsmessschaltungen 21 und 22 geben an ihren Ausgängen jeweils eine Statusinformation ST1 bzw. ST2 aus. Die Statusinformationen ST1 und ST2 können jeweils drei Werte annehmen: Überspannung, Unterspannung und Normalspannung.

Mit dem ersten Messeingang 201 der zweiten Spannungsmessschaltung 22 ist über den Außenanschluss 341 eine Reihenschaltung von einem ersten Belastungswiderstand 31 und einer ersten Diode 41 verbunden. Dagegen ist der erste Messeingang

201 der ersten Spannungsmessschaltung 21 über den Außenanschluss 342 mit einer Reihenschaltung aus dem zweiten Belastungswiderstand 32 und der zweiten Diode 42 verbunden. Der-
gleichem ist der zweite Messeingang 202 der zweiten Span-
nungsmessschaltung 22 über den Außenanschluss 343 mit der
5 Reihenschaltung aus drittem Belastungswiderstand und dritter
Diode 43 verbunden.

Die Reihenschaltung aus erstem Belastungswiderstand 31 und
10 erster Diode 41 weisen Außenanschlüsse 341 und 431 auf, wäh-
rend die Reihenschaltung aus zweitem Belastungswiderstand 32
und zweiter Diode 42 die Außenanschlüsse 342 und 432 und die
Reihenschaltung aus drittem Belastungswiderstand 33 und drit-
ter Diode 43 die Außenanschlüsse 343 und 433 aufweisen.

15 Die Dioden 41, 42 und 43 sind mit ihrer Anode mit ihren je-
weiligen Belastungswiderständen 31, 32 bzw. 33 verbunden,
während ihre Kathoden über die Außenanschlüsse 431, 432 und
433 gemeinsam mit dem Kollektor eines Transistors 50 verbun-
den ist. Der Emitter des Transistors 50 ist mit der Masse 7
20 verbunden. Die Kollektor-Emitter-Strecke wird auch als Last-
strecke bezeichnet.

Die Basis des Transistors 50 ist mit einem ersten Anschluss
25 eines zweiten Schaltwiderstands 52 und einem ersten Anschluss
eines ersten Schaltwiderstands 51 verbunden. Der zweite An-
schluss des zweiten Schaltwiderstands 52 ist mit der Masse 7
und der zweite Anschluss des ersten Schaltwiderstands 51 ist
mit einem ersten Anschluss eines Schalters S1 verbunden. Der
30 Schalter S1 ist an seinem zweiten Anschluss mit der Batterie
62 verbunden.

Ist der Schalter S1 geöffnet, wird das Basispotential auf-
grund des Stroms durch den Widerstand 52 auf Masse gezogen.
35 Daraufhin sperrt der Transistor 50. Ist der Schalter S1 dage-
gen geschlossen, liegt das Potential der Basis auf einem Po-
tential, das sich aus der Verhältnis der Schaltwiderstände 51
und 52 ergibt.

Die Widerstände 51 und 52 sind so dimensioniert, dass bei geschlossenem Schalter das Potential der Basis so hoch ist, dass der Transistor 50 sicher leitet, d. h. dass ein Strom zwischen Kollektor und Emitter fließt. Der Transistor 50 bildet einen Schalter, der dafür sorgt, dass die Belastungswiderstände 31, 32 und 33 entweder den ersten Messeingang 201 der zweiten Spannungsmessschaltung 22, den ersten Messeingang 201 der ersten Spannungsmessschaltung 21 und den zweiten Messeingang 202 der zweiten Spannungsmessschaltung 22 mit der Masse 7 verbinden oder dass keine Verbindung über die Belastungswiderstände 31, 32 und 33 mit der Masse vorliegt.

Es versteht sich, dass die Belastungswiderstände 31, 32 und 33 auf andere Weise mit dem festen Potential Masse schaltbar verbunden werden können. Beispielsweise könnten Schalter jeweils zwischen den Belastungswiderständen 31, 32 sowie 33 und den Messeingängen 201 bzw. 202 der Spannungsmessschaltungen 21 und 22 vorgesehen werden.

Die Belastungswiderstände 31, 32 oder 33 können als diskrete Bauelemente realisiert sein, aber können auch beispielsweise durch einen integrierte MOS-Transistoren mit einer hochohmigen Laststrecke implementiert werden.

In Figur 2 sind die Verbindungsleitungen alle fehlerfrei. Dadurch ist im fehlerfreien Zustand, wenn der Schalter S1 geöffnet ist, eine exakte Messung der Spannungen an den Zellen möglich. Die erste Spannungsmessschaltung 21 misst die Spannung V_{z1} , die zwischen dem ersten Anschluss 101 und dem zweiten Anschluss 102 der ersten Zelle 11 anliegt. Die zweite Spannungsmessschaltung 22 misst desgleichen die Spannung V_{z2} , die von der zweiten Zelle 12 zwischen ihren Anschlüssen 101 und 102 bereitgestellt wird.

Dabei ist zu beachten, dass die Widerstände 211 der ersten Messschaltung 21 und der zweiten Messschaltung 22 jeweils einige M Ω aufweisen, während der Innenwiderstand 5 der Zellen

11 und 12 im Bereich von Ohm liegt, beispielsweise 1 Ohm beträgt, und somit das Messergebnis höchstens in der Größenordnung 10^{-6} verfälschen kann.

5 Wird dagegen der Schalter S1 geschlossen, gibt es einen zusätzlichen Pfad von den Eingängen der Spannungsmessschaltung nach Masse.

Der Widerstandswert des Widerstands 5 der ersten 11 bzw.
 10 zweiten Zelle 12 wird als R_i bezeichnet, der Widerstandswert der Widerstände 211 der Spannungsmessschaltungen 21 und 22 beträgt R_h und die Belastungswiderstände 31, 32 und 33 haben jeweils Widerstandswerte von R_n .

15 Das Potential an dem Zwischenknoten 103 der ersten Zelle 11 wird als V_A und das Potential an dem zweiten Eingang der ersten Zelle wird als V_B bezeichnet. Die Potentiale sind jeweils auf Masse bei 0V bezogen. Bei geschlossenem Schalter S1 ergibt sich zwischen erstem Messeingang 201 und zweitem Mess-
 20 eingang 202 der ersten Spannungsmessschaltung 21 die folgende Spannung V_{messZ1} :

$$V_{messZ1} = \frac{V_B}{1 + \frac{R_i}{R_n} + \frac{R_i}{R_h}} - V_A \left(\frac{1 + \frac{R_i}{R_h}}{1 + \frac{R_i}{R_n} + \frac{R_i}{R_h}} \right) \quad \text{Formel 1}$$

25 Der Wert für den Belastungswiderstand R_n wird zu einigen kOhm bis einigen 10 kOhm gewählt. Wird als Beispiel $R_i = 1$ Ohm, $R_n = 1$ kOhm und $R_h = 1$ MOhm gewählt, so erkennt man, dass die Änderung der Spannung durch den Belastungswiderstand sich im Bereich 10^{-3} bewegt. Die erste gemessene Spannung bei geöff-
 30 netem Schalter S1 und die zweite gemessene Spannung bei geschlossenem Schalter S1 unterscheiden sich nur in der Größenordnung eines Tausendstels.

Da die Spannungsmessschaltungen 21 und 22 jeweils lediglich
 35 eine Statusinformation als Messergebnis ausgeben, bleiben die

Ausgaben üblicherweise gleich. Wird bei der ersten Messung eine Normalspannung ausgegeben, so gibt es bei der zweiten Messung in der Regel auch das gleiche Ergebnis. Sind die Messleitungen funktionsfähig, d. h. sehr niederohmig, ändern sich die gemessenen Spannungen und damit auch die Statusausgabe in der Regel nicht.

Sollte die Spannung an der ersten Zelle 11 wirklich so nah an der Über- bzw. Unterspannung sein, dass sich die Statusinformationen von erster zu zweiter Messung ändern, so ist die gemessene Spannung schon so nah an der Ausfallgrenze, dass eine Fehlermeldung auch angebracht ist.

Figur 3 zeigt einen Ausschnitt aus einem Energiespeicher sowie die dazu gehörige Überwachungsschaltung, wobei sich die Figur 3 von der Figur 2 dadurch unterscheidet, dass aufgrund eines Defektes der Verbindungsleitung 82 der zweite Anschluss 102 der ersten Zelle 11 nicht mehr mit dem zweiten Messeingang 202 der ersten Spannungsmessschaltung 21 sowie dem ersten Messeingang 201 der zweiten Spannungsmessschaltung 22 verbunden ist.

Ist eine Verbindungsleitung bzw. sind mehrere Verbindungsleitungen 81, 82, 83 unterbrochen, d. h. hochohmig, ändern sich die gemessenen Spannungen aufgrund des zugeschalteten Belastungsnetzwerks. Ist der Schalter S1 geöffnet, fällt zwischen der Verbindungsleitung 81 und der Verbindungsleitung 83 eine Spannung V_{ZG} ab, die der Summe aus der Spannung V_{Z1} und der Spannung an der zweiten Zelle V_{Z2} entspricht.

Da die Innenwiderstände 211 der Spannungsmessschaltung 21 und 22 gleich sind, fällt an den Spannungsmessschaltungen 21 und 22 jeweils $0,5 \cdot V_{ZG}$ ab. Ist nun im Fehlerfall eine Verbindungsleitung 82 unterbrochen, werden die Spannungen fehlerhaft gemessen. Dies ist durch die immer vorhandene, wenn auch hochohmige, Eingangsimpedanz der Messschaltungen 21 und 22 bedingt.

Die resultierende gemessene Spannung ist im Fehlerfall bei der ersten Spannungsmessschaltung 21 $V_{\text{messZ1}} = 0,5 \cdot (V_{Z1} + V_{Z2})$ und die von der zweiten Spannungsmessschaltung 22 gemessene Spannung beträgt $V_{\text{messZ2}} = 0,5 \cdot (V_{Z1} + V_{Z2})$. Es könnte im Fehlerfall durchaus eine Zelle 3 V Zellspannung besitzen und trotzdem würde keine Überspannung angezeigt werden. Während der Überspannungsgrenzwert bei 2,5 V liegt, würde eine Spannung von $(3 \text{ V} + 1 \text{ V})/2 = 2 \text{ V}$ an den beiden Spannungsmessschaltungen 21 und 22 gemessen. Damit würden beide Messschaltungen aufgrund ihrer eigenen gleichen Termination jeweils nur 2 V messen, obwohl bereits 3 V Zellspannung anliegen.

Bei Batterie- oder Kondensator-Überwachungssystemen wäre dadurch im Fehlerfall des Messleitungsdurchbruchs keine Monitorfunktion der Schaltungsteile möglich. Der Fehler bliebe unentdeckt und das Energiespeichersystem würde schneller verschleiß oder gar zerstört werden. Aus diesem Grund wird erfindungsgemäß bei geöffnetem Schalter S1 nur eine erste Messung durchgeführt, und eine zweite Kontrollmessung bei geschlossenem Schalter S1 durchgeführt.

Das Potential V_B sei das Potential am ersten Eingang 101 der ersten Zelle 11 und das Potential V_A sei das Potential am zweiten Eingang 102 der zweiten Zelle 12. Bei Vernachlässigung der Innenwiderstände 5 der Zellen 11 und 12 ergibt sich für die von der ersten Spannungsmessschaltung 21 gemessenen Spannung V_{messZ1} :

$$V_{\text{messZ1}} = U_B - \frac{(V_A + V_B) \frac{R_n}{R_h}}{1 + 2 * \frac{R_n}{R_h}} \quad \text{Formel 2}$$

$$V_{\text{messZ2}} = -U_A + \frac{(V_A + V_B) \frac{R_n}{R_h}}{1 + 2 * \frac{R_n}{R_h}} \quad \text{Formel 3}$$

Der Wert $\frac{(V_A + V_B) \frac{R_n}{R_h}}{1 + 2 * \frac{R_n}{R_h}}$ entspricht dem Potential V_{Zw} an dem ersten Messeingang 201 der zweiten Spannungsmessschaltung 22.

Das Belastungsnetzwerk aus Belastungswiderständen 31, 32 und 33, Dioden 41, 42 und 43 und Transistor 50 sollte dabei so niederohmig gewählt sein, dass sich die an der Messschaltung anliegende Spannung im Fehlerfall so signifikant ändert, dass eine Statusänderung bei Zuschalten des Belastungsnetzwerkes auftritt.

10

Der im Fehlerfalle entstehende hochohmige Spannungsteiler, bedingt durch die Eingangsimpedanzen der Messschaltungen, wird durch das Belastungsnetzwerk zum belasteten Spannungsteiler. Dabei fließt Strom aus den hochohmigen terminierten / floatenden Netzknoten nach Masse bzw. in Ground (GND).

15

Da in der Regel die Messschaltungen (Spannungsmessung) Widerstände im Bereich $> 100 \text{ k}\Omega$ bis einige Megaohm besitzen, ist ein Widerstandsbereich für das Belastungsnetzwerk von einigen $20 \text{ k}\Omega$ bis einigen $10 \text{ k}\Omega$ für das Belastungsnetzwerk sinnvoll bzw. ausreichend, um eine Statusänderung zu bewirken. Der Fehler kann mit dem Belastungsnetzwerk und der resultierenden Statusänderung detektiert werden.

25

Falls der Wert R_h im Bereich von $\text{M}\Omega$ und der Wert von R_n im Bereich von $\text{k}\Omega$ gewählt wird, folgt daraus, dass dieser Wert

$\frac{(V_A + V_B) \frac{R_n}{R_h}}{1 + 2 * \frac{R_n}{R_h}}$ aus den Formeln 2 und 3 vernachlässigbar klein gegenüber dem Potential V_B bzw. V_A ist.

25

Bei einem Verhältnis von R_n zu R_h von 1 zu 1000 ist das Potential V_Z etwa ein Fünfhunderstel des Potentials V_A bzw. des Potentials V_B . Sind V_A und V_B nahe 300 V , ist die Spannung am

30

an dem ersten Messeingang 201 der ersten Spannungsmessschaltung 22 nur etwa 0,6 V groß.

Die zweite Spannungsmessschaltung 21 misst bei defekter Verbindungsleitung 81 und bei geschlossenem Schalter S1 eine Spannung, die negativ und somit sicherlich kleiner als die Spannung V_{Z2} ist. Die erste Spannungsmessschaltung misst eine Spannung, die im Wesentlichen dem Potentialunterschied zwischen dem ersten Anschluss 101 der ersten Zelle 11 und der Masse entspricht. Diese Spannung V_{messZ1} ist größer als die bei der ersten Messung festgestellten $0,5 \cdot (V_{Z1} + V_{Z2})$. Es gilt somit: $V_{messZ1} > 0,5 \cdot (V_{Z1} + V_{Z2})$; $V_{messZ2} < 0,5 \cdot (V_{Z1} + V_{Z2})$.

Die erste Spannungsmessschaltung 21 gibt als Statusinformation ST1 eine Überspannung und die zweite Spannungsmessschaltung 22 meldet als Statusinformation ST2 eine Unterspannung, während bei der ersten Messung von beiden Spannungsmessschaltungen 21 und 22 Normalspannung ausgegeben wurde. Aufgrund dieses Unterschiedes zwischen erster und zweiter Messung kann erkannt werden, dass die Verbindungsleitung 82 gebrochen ist.

Damit der Innenwiderstand R_i bei der Berechnung vernachlässigt werden kann, wird der Widerstand R_n geeignet gewählt. Wird er dieser beispielsweise zu 10 kOhm gewählt, so wird sichergestellt, dass an den Innenwiderständen keine zu große Spannung abfällt. Zudem sorgt ein R_n Wert, der groß genug ist, dafür, dass bei der zweiten Messung nicht zu viel Strom verbraucht wird.

Das Messverfahren lässt sich folgendermaßen zusammenfassen: Durch gezieltes (ggf. zyklisches) Zuschalten eines aus der Sicht der Messschaltung "niederohmigen", z. B. 10 kOhm, Belastungsnetzwerkes werden die Messleitungen unsymmetrisch gegen Masse (GND) belastet.

Das Belastungsnetzwerk wird mittels des Schalters S1 zur Diagnose in den hochohmigen Messpfad geschaltet, dabei wird eine Spannungsänderung und letztlich eine Statusänderung im

Fehlerfall bewirkt. Ändert sich also beim Zuschalten, d. h. Schließen von S1, das Statussignal, dann liegt ein Leitungsbruch vor. Bleibt der Status jedoch unverändert, sind die Messleitungen niederohmig an die Zellen angebunden und es
5 liegt somit kein Leitungsbruch vor. Über ein Signal "Diag_EN" wird der Schalter S1 aktiviert. Das Signal kann über eine separate Enable-Leitung aber auch alternativ über die Schnittstellenleitung an S1 weitergeleitet werden.

Patentansprüche

1. Überwachungsschaltung für einen Energiespeicher, wobei der Energiespeicher eine Vielzahl von Zellen (1, 11, 12) aufweist, die jeweils einen ersten (101) und einen zweiten Anschluss (102) aufweisen, die jeweils eine Spannung zwischen ihrem ersten (101) und zweiten Anschluss (102) bereitstellen und die in Reihe geschaltet sind, wobei jeweils ein zweiter Anschluss (102) einer ersten Zelle (11) mit einem ersten Anschluss (101) einer zweiten Zelle (12) verbunden ist, wobei die Überwachungsschaltung Folgendes aufweist:

- mindestens zwei Spannungsmessschaltungen (21, 22), wobei die Spannungsmessschaltungen (21, 22) jeweils die Spannung (V_{messZ1} , V_{messZ2}) zwischen einem ersten Messeingang (201) und einem zweiten Messeingang (202) der Spannungsmessschaltungen (21, 22) messen, wobei der zweite Messeingang (202) einer ersten Spannungsmessschaltung (21) mit dem ersten Messeingang (201) einer zweiten Spannungsmessschaltung (22) verbunden ist,
- eine erste Verbindungsleitung (81) zur Verbindung des ersten Anschlusses (101) der ersten Zelle (11) mit dem ersten Messeingang (201) einer ersten Spannungsmessschaltung (21),
- eine zweite Verbindungsleitung (82) zur Verbindung des zweiten Anschlusses (102) der ersten Zelle (11) mit dem zweiten Messeingang (202) der ersten Spannungsmessschaltung (21),
- ein erster Belastungswiderstand (31), der schaltbar zwischen dem zweiten Messeingang (202) der ersten Spannungsmessschaltung (21) und einem ersten festen Potential (7) vorgesehen ist.

2. Überwachungsschaltung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass ein zweiter Belastungswiderstand (32) schaltbar zwischen dem ersten Messeingang (201) der ersten Spannungsmessschaltung (21) und einem zweiten festen Potential (7) vorgesehen ist.

3. Überwachungsschaltung nach Anspruch 2,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, d a s s
die Spannungsmessschaltungen (21, 22) einen Innenwiderstand
(211) zwischen den beiden Messeingängen (201, 202) mit einem
ohmschen Widerstandswert R_n aufweisen und der erste Belas-
5 tungswiderstand (31) und der zweite Belastungswiderstand (32)
jeweils einen ohmschen Widerstandswert R_n haben, wobei gilt:
 $R_n < R_h$.

4. Überwachungsschaltung nach Anspruch 3,

10 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, d a s s
 $R_n < 10 \cdot R_h$ gilt.

5. Überwachungsschaltung nach Anspruch 1, 2, 3 oder 4,

15 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, d a s s
der erste Belastungswiderstand (31) und der zweite Belas-
tungswiderstand (32) jeweils mit einer Diode (41, 42) in Rei-
he geschaltet sind, und die Reihenschaltungen aus Belastungs-
widerstand (31, 32) und Diode (41, 42) jeweils einen ersten
(341, 342) und einen zweiten (431, 432) Außenanschluss auf-
20 weisen,

wobei ein Transistor (50) vorgesehen ist, der eine Laststre-
cke mit einem ersten Anschluss (C) und einem zweiten An-
schluss (E) aufweist, wobei der erste Anschluss (C) der Last-
strecke mit dem festen Potential (7) verbunden ist und der
25 zweite Anschluss (E) der Laststrecke mit den zweiten Außenan-
schlüssen (431, 432) der Reihenschaltungen aus Belastungswi-
derstand und Diode verbunden ist.

6. Überwachungsschaltung nach einem der Ansprüche 1 bis 5,

30 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, d a s s
ein Schalter (50) vorgesehen ist, der in Reihe mit dem ersten
Belastungswiderstand (31) geschaltet ist, wobei die Reihen-
schaltung (50, 31) und der erste Belastungswiderstand (31)
zwischen den ersten Messeingang (201) der Spannungsmessschal-
35 tung (21) und das feste Potential (7) geschaltet ist, wobei
der Schalter (50) zyklisch angeschaltet und ausgeschaltet
wird.

7. Überwachungsschaltung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Zellen (1, 11, 12) als wieder aufladbare Akkumulatoren ausgebildet sind.

5

8. Überwachungsschaltung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Zellen (1, 11, 12) als Kondensatoren ausgebildet sind.

10 9. Überwachungsschaltung nach einem der Ansprüche 2 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass das erste feste Potential (7) und das zweite feste Potential (7) auf gleichem Potential liegen.

15 10. Überwachungsschaltung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass das erste feste Potential (7) auf Masse liegt.

20 11. Überwachungsschaltung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass weiter vorgesehen sind:

- eine dritte Verbindungsleitung (83) zur Verbindung des zweiten Anschlusses (102) der zweiten Zelle (12) mit dem zweiten Messeingang (202) der zweiten Spannungsmessschaltung (22),

25

- ein dritter Belastungswiderstand (33) zur schaltbaren Verbindung zwischen dem zweiten Messeingang (202) der zweiten Spannungsmessschaltung (22) und einem festen Potential (7).

30 12. Verfahren zur Überwachung eines Energiespeichers, wobei der Energiespeicher eine Vielzahl von Zellen (1, 11, 12) aufweist, die jeweils einen ersten (101) und einen zweiten Anschluss (102) aufweisen, die jeweils eine Spannung (V_{Z1}) zwischen ihrem ersten (101) und zweiten (102) Anschluss bereitstellen und die in Reihe geschaltet sind, wobei jeweils ein
35 zweiter Anschluss (102) einer ersten Zelle (11) mit einem ersten Anschluss (101) einer zweiten Zelle (12) verbunden ist,

und wobei das Verfahren folgende Schritte aufweist:

a) Bereitstellen einer Überwachungsschaltung nach einem der Ansprüche 1 bis 11,

5 b) Schalten des ersten Belastungswiderstands (81) derart, dass der erste Belastungswiderstand (81) keine Verbindung zwischen dem zweiten Messeingang (202) der ersten Spannungsmessschaltung (21) und dem ersten festen Potential (7) bildet,

10 c) Messen der Spannung (V_{messZ1}) an den Messeingängen (201, 202) der ersten Spannungsmessschaltung (21),

d) Schalten des ersten Belastungswiderstands (81) derart, dass der erste Belastungswiderstand (81) eine Verbindung zwischen dem zweiten Messeingang (201) der ersten Spannungsmessschaltung (21) und dem ersten festen Potential (7) bildet,

15 e) Messen der Spannung (V_{messZ1}) an den Messeingängen der ersten Spannungsmessschaltung (21),

f) Vergleichen der Messung in Schritt c) mit der Messung in Schritt e).

20

13. Verfahren nach Anspruch 12,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, d a s s

- im Schritt a) eine Überwachungsschaltung vorgesehen wird, bei der ein zweiter Belastungswiderstand (32) schaltbar
25 zwischen dem ersten Messeingang (201) der ersten Spannungsmessschaltung (21) und einem zweiten festen Potential (7) vorgesehen ist,

- bei Schritt c) ein zusätzlicher Schritt des Schaltens des zweiten Belastungswiderstands (81) derart,
30 dass der zweite Belastungswiderstand (81) keine Verbindung zwischen dem ersten Messeingang (201) der ersten Spannungsmessschaltung (21) und dem zweiten festen Potential (7) bildet,

- und bei Schritt e) ein zusätzlicher Schritt des Schaltens des zweiten Belastungswiderstands (81) derart,
35 dass der zweite Belastungswiderstand (81) eine Verbindung zwischen dem ersten Messeingang (201) der ersten Spannungs-

messschaltung (21) und dem zweiten festen Potential (7) bildet,
vorgesehen ist.

- 5 14. Verfahren nach Anspruch 12 oder 13,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, d a s s
bei dem Messen in Schritt c) und dem Messen in Schritt e) je-
weils eine Statusinformation (ST1) ausgegeben wird, wobei die
Statusinformation (ST1) besagt, ob Unterspannung, Überspan-
10 nung oder Normalspannung vorliegt, und
dass in Schritt f) die in Schritt c) ausgegebene Statusinfor-
mation (ST1) mit der in Schritt e) ausgegebenen Statusinfor-
mation (ST1) verglichen wird.

FIG 1

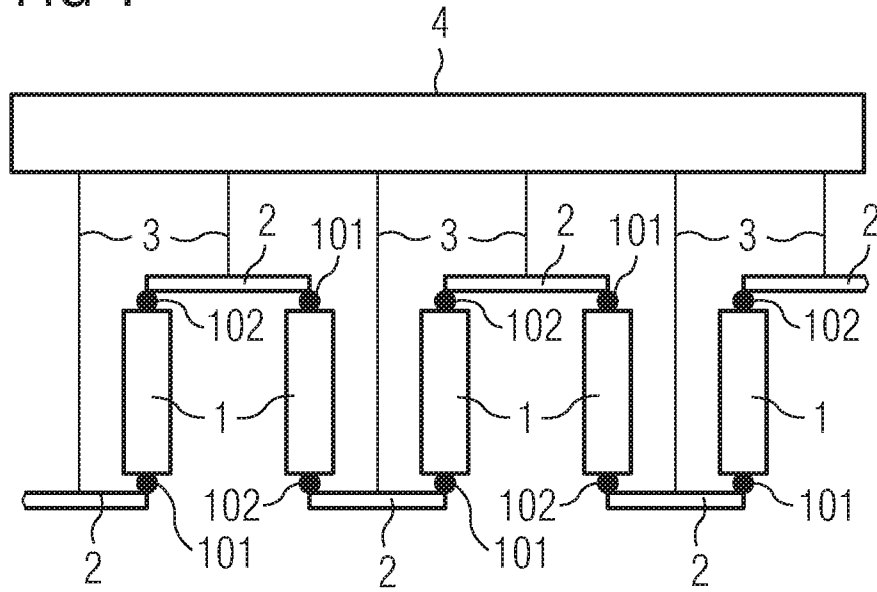


FIG 2

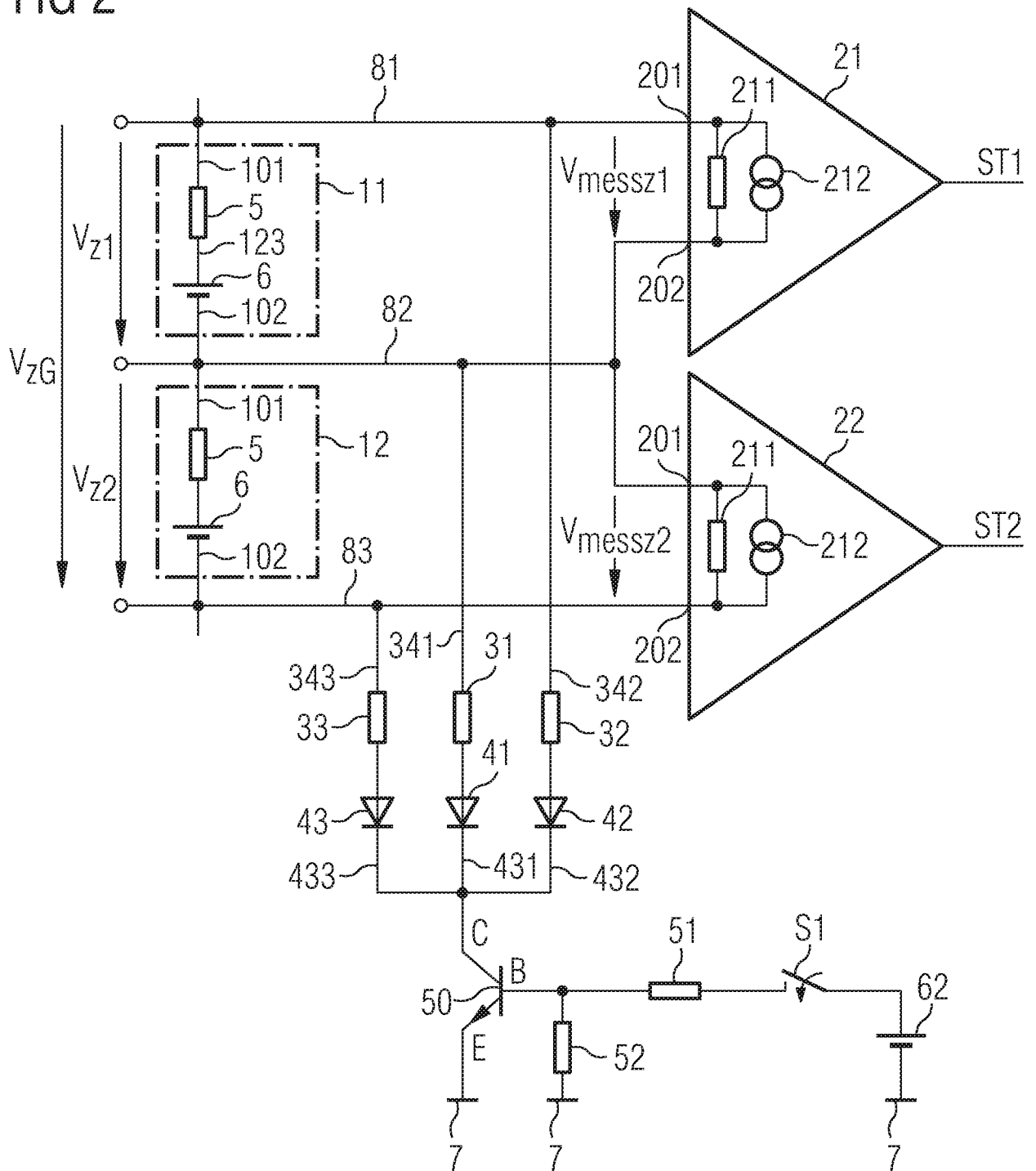
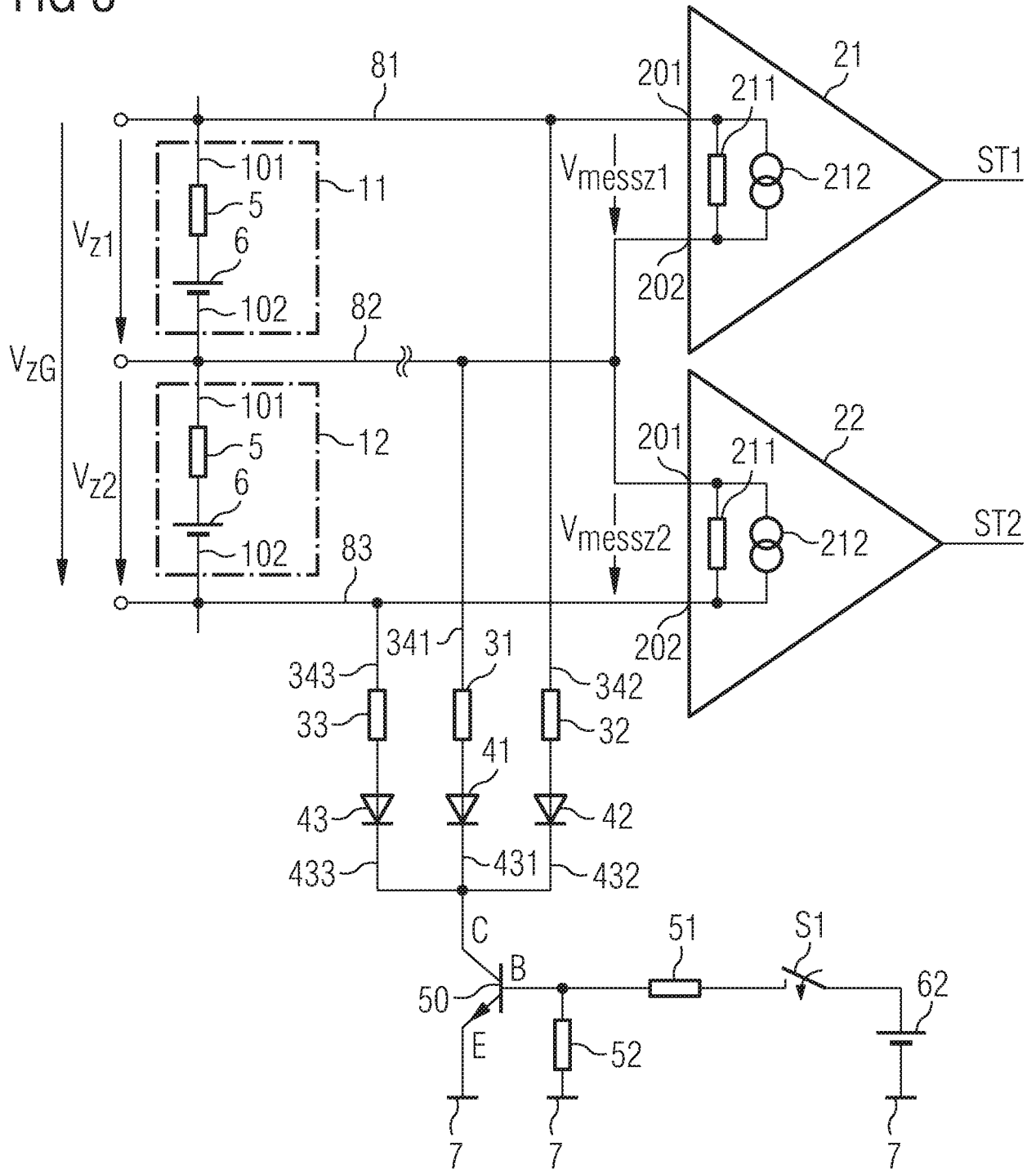


FIG 3



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2008/067841

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. G01R31/36

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 practical, search terms used)

EPO-Internal, INSPEC

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 6 329 792 B1 (DUNN JAMES H [CA] ET AL) 11 December 2001 (2001-12-11) column 3, line 41 - column 5, line 34	1-14
A	US 2004/199343 A1 (CARDINAL MARK E [US] ET AL) 7 October 2004 (2004-10-07) paragraphs [0018] - [0023]	1-14
A	US 5 438 270 A (HARPER JONATHAN P [DE] ET AL) 1 August 1995 (1995-08-01) column 3, line 1 - column 5, line 33	1-14
A	US 2002/047685 A1 (PERELLE MICHEL [FR]) 25 April 2002 (2002-04-25) cited in the application paragraphs [0016] - [0021]	1-14

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 document 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

- *I* 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

14 Mai 2009

26/05/2009

Name and mailing address of the ISA/
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Meggyesi, Zoltán

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2008/067841

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 6329792	B1	11-12-2001	NONE
US 2004199343	A1	07-10-2004	NONE
US 5438270	A	01-08-1995	NONE
US 2002047685	A1	25-04-2002	DE 60132414 T2 22-01-2009 EP 1202426 A1 02-05-2002 FR 2815786 A1 26-04-2002

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2008/067841

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. G01R31/36

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchiertes 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, INSPEC

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 6 329 792 B1 (DUNN JAMES H [CA] ET AL) 11. Dezember 2001 (2001-12-11) Spalte 3, Zeile 41 - Spalte 5, Zeile 34	1-14
A	US 2004/199343 A1 (CARDINAL MARK E [US] ET AL) 7. Oktober 2004 (2004-10-07) Absätze [0018] - [0023]	1-14
A	US 5 438 270 A (HARPER JONATHAN P [DE] ET AL) 1. August 1995 (1995-08-01) Spalte 3, Zeile 1 - Spalte 5, Zeile 33	1-14
A	US 2002/047685 A1 (PERELLE MICHEL [FR]) 25. April 2002 (2002-04-25) in der Anmeldung erwähnt Absätze [0016] - [0021]	1-14

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 älteres Dokument, 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 anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

Z Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

14. Mai 2009

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

26/05/2009

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

Bevollmächtigter Bediensteter

Meggyesi, Zoltán

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2008/067841

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 6329792	B1	11-12-2001	KEINE	
US 2004199343	A1	07-10-2004	KEINE	
US 5438270	A	01-08-1995	KEINE	
US 2002047685	A1	25-04-2002	DE 60132414 T2	22-01-2009
			EP 1202426 A1	02-05-2002
			FR 2815786 A1	26-04-2002