

(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  
16. Januar 2014 (16.01.2014)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2014/009207 A1**

(51) Internationale Patentklassifikation:  
*G01R 31/02* (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2013/063952

(22) Internationales Anmeldedatum:  
2. Juli 2013 (02.07.2013)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
10 2012 212 123.4 11. Juli 2012 (11.07.2012) DE

(71) Anmelder: CONTINENTAL AUTOMOTIVE GMBH  
[DE/DE]; Vahrenwalder Straße 9, 30165 Hannover (DE).

(72) Erfinder: SCHMAUSS, Harald; Kellerfeld 1, 93093  
Donaustauf (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, 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, KN, KP,  
KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD,  
ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI,  
NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU,  
RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ,  
TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA,  
ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für  
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,  
GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, 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, 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)

(54) Title: APPARATUS FOR DIAGNOSING A CIRCUIT ARRANGEMENT

(54) Bezeichnung : VORRICHTUNG ZUR DIAGNOSE EINER SCHALTUNGSANORDNUNG

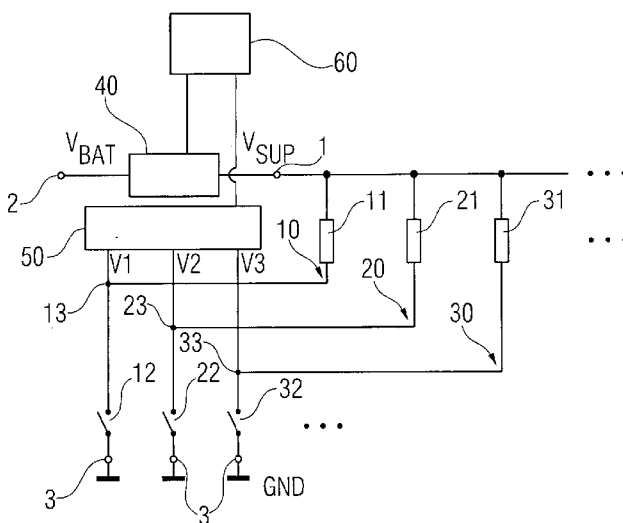


FIG 1

(57) Abstract: The invention describes an apparatus for  
diagnosing a circuit arrangement for a short circuit and/or a  
line interruption, the circuit arrangement comprising at least  
two load circuits (10, 20, 30) which are connected in parallel.  
In the apparatus according to the invention, a current  
measuring device (40) for providing a current signal  
( $V_{HS\_CUR}$ ), which represents the current in the common supply  
line, is connected in a common supply line to the at least two  
load circuits (10, 20, 30) which are connected in parallel.  
Also provided is a voltage measuring device (50) for  
detecting and providing a node point voltage ( $V_1, V_2, V_3$ ) of  
each load circuit in the two switching states of the respective  
switching element. Finally, an evaluation device (60) is  
provided, it being possible for the current signal ( $V_{HS\_CUR}$ ) and  
the node point voltages ( $V_1, V_2, V_3$ ) to be supplied to said  
evaluation device, the evaluation device being designed to  
convert the current signal into at least one logic current value  
( $OC\_HS, UC\_HS$ ) and to convert the node point voltages into  
logic voltage values ( $LS\_High, LS\_Low$ ) and to infer the type  
and location of the fault on the basis of prespecified  
combinations of the at least one logic current value ( $OC\_HS,$   
 $UC\_HS$ ) and the logic voltage values ( $LS\_High, LS\_Low$ ).

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2014/009207 A1



---

Die Erfindung beschreibt eine Vorrichtung zur Diagnose einer Schaltungsanordnung auf einen Kurzschluss und/oder eine Leitungsunterbrechung, wobei die Schaltungsanordnung zumindest zwei parallel verschaltete Lastkreise (10, 20, 30) umfasst. In der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist eine Strommesseinrichtung (40) zur Bereitstellung eines den Strom in der gemeinsamen Versorgungsleitung repräsentierenden Stromsignals ( $V_{HS\_CUR}$ ) in einer gemeinsamen Versorgungsleitung der zumindest zwei parallel verschalteten Lastkreise (10, 20, 30) verschaltet. Ferner ist eine Spannungsmesseinrichtung (50) zur Erfassung und Bereitstellung einer Knotenpunktspannung ( $V_1, V_2, V_3$ ) jedes Lastkreises bei den beiden Schaltzuständen des jeweiligen Schaltelements vorgesehen. Schließlich ist eine Auswerteeinrichtung (60) vorgesehen, der das Stromsignal ( $V_{HS\_CUR}$ ) und die Knotenpunktspannungen ( $V_1, V_2, V_3$ ) zuführbar sind, wobei die Auswerteeinrichtung dazu ausgebildet ist, das Stromsignal in zumindest einen logischen Stromwert (OC\_HS, UC\_HS) und die Knotenpunktspannungen in logische Spannungswerte (LS\_High, LS\_Low) zu konvertieren und anhand von vorgegebenen Kombinationen des zumindest einen logischen Stromwerts (OC\_HS, UC\_HS) und der logischen Spannungswerte (LS\_High, LS\_Low) auf die Art und den Ort des Fehlers zu schließen.

Beschreibung

Vorrichtung zur Diagnose einer Schaltungsanordnung

5 Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Diagnose einer Schaltungsanordnung auf einen Kurzschluss und/oder eine Lei-  
10 tungsunterbrechung. Insbesondere umfasst die Diagnose die Ermittlung von Kurzschlüssen nach einem Bezugspotential sowie nach einem Versorgungspotential. Die diagnostizierte Schal-  
10 tungsanordnung umfasst zumindest zwei parallel verschaltete Lastkreise.

Eine solche Diagnosevorrichtung wird beispielsweise zur  
Überprüfung der Elektrifizierung von Zündspulen oder Ein-  
15 spritzventilen in Kraftfahrzeugen eingesetzt. Zündspulen oder Einspritzventile, allgemein Lasten, sind in diesem beispiel-  
haften Anwendungsfall an eine gemeinsame Spannungsversorgung angeschlossen. Sie werden durch selektive, in der Regel in einem  
20 Steuergerät angeordnete, Schaltelemente ein- und ausgeschaltet, wodurch Stromkreise durch die Erzeugung von Masseverbindungen schließen bzw. öffnen. Sind die Schaltelemente zwischen der Last  
und der Masseverbindung angeordnet, werden diese als  
Low-Side-Schaltelemente bezeichnet.

25 Bei der Diagnose des beschriebenen Anwendungsfalls besteht das Problem, dass durch die in jedem Lastpfad vorhandene Strom- oder  
Spannungsmessung eine Leitungsdiagnose nicht zwischen einem Kurzschluss nach Bezugspotential oder einer offenen Leitung  
unterscheiden kann. Die Unterscheidung dieser Fälle erfordert  
30 somit neben einem Strommesswiderstand pro Lastpfad eine zusätzliche analoge Diagnosebeschaltung.

Als typische Vorgehensweise zur Erkennung eines Leitungsfehlers wird die sog. Ausschlussmethode zum Einsatz gebracht. Eine  
35 Strommessung erfolgt in der Regel mittels eines Messwiderstands (sog. Shunt), welcher in einen jeweiligen Lastpfad zwischen dem Halbleiterschaltelement und dem Bezugspotentialanschluss vorgesehen ist. Wenn bei eingeschaltetem Schaltelement der

erwartete Laststrom durch den Messwiderstand fließt, können ein Kurzschluss nach Bezugspotential sowie eine offene Verbindung der Leitung zwischen der Last und dem Schaltelement ausgeschlossen werden. Fließt der erwartete Laststrom nicht, so liegt  
5 entweder der Kurzschluss nach Bezugspotential oder eine offene Leitung vor. Eine Unterscheidung zwischen diesen beiden Fehlerfällen ist mit der Strominformation alleine nicht möglich.

Zur Unterscheidung zwischen einem Kurzschluss nach Bezugspotential und einer offenen Leitung wird daher typischerweise an  
10 den Knotenpunkt zwischen der Last und dem zugeordneten Schaltelement eine Diagnosequelle angeschlossen, deren Diagnosestrom signifikant kleiner ist als der nominale Laststrom. Die Diagnosequelle kann wahlweise als Spannungs- oder Stromquelle  
15 ausgebildet sein. Um bei einem Kurzschluss zur Versorgungsspannung einen Fehler der Diagnosespannung erkennen zu können, ist dieser typischerweise kleiner als die Versorgungsspannung.

Im Fall einer offenen Leitung würde die Spannung am Knotenpunkt  
20 zwischen der Last und dem Schaltelement sich auf den Wert der Diagnosespannung einstellen. Im Fall eines Kurzschlusses nach Bezugspotential würde die Spannung an diesem Knotenpunkt auf einen Wert nahe dem Bezugspotential absinken. Durch Kombination der Informationen der Strom- und der Spannungsmessungen können  
25 somit Kurzschlüsse nach Bezugspotential und offene Leitungen am Schaltelement des Lastpfades unterschieden werden.

Die Auswertung der Diagnose basiert somit ausschließlich auf Messwerten, die an dem zu diagnostizierenden Lastpfad ermittelt  
30 wurden. Hierdurch ist ein hoher Aufwand für die Diagnosevorrichtung zu treiben.

Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Vorrichtung zur Diagnose einer Schaltungsanordnung anzugeben, welche die sichere  
35 Unterscheidung unterschiedlicher Fehlerfälle bei vereinfachtem Schaltungsaufwand ermöglicht.

Diese Aufgabe wird gelöst durch eine Vorrichtung gemäß den Merkmalen des Patentanspruches 1. Vorteilhafte Ausgestaltungen ergeben sich aus den abhängigen Patentansprüchen.

5 Die Erfindung schafft eine Vorrichtung zur Diagnose einer Schaltungsanordnung auf einen Kurzschluss und/oder eine Leitungsunterbrechung. Insbesondere umfasst die Diagnose die Ermittlung von Kurzschlüssen nach Bezugspotential sowie nach Versorgungspotential. Die Schaltungsanordnung umfasst zumindest  
10 zwei parallel verschaltete Lastkreise. Die Diagnosevorrichtung umfasst eine Strommesseinrichtung und eine Spannungsmesseinrichtung.

Bei der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist die Strommesseinrichtung in einer gemeinsamen Versorgungsleitung der zumindest  
15 zwei parallel verschalteten Lastkreise verschaltet zur Bereitstellung eines den Strom in der gemeinsamen Versorgungsleitung repräsentierenden Stromsignals. Unter der gemeinsamen Versorgungsleitung ist hierbei eine in Bezug auf die parallel  
20 geschalteten Lastkreise gemeinsame Versorgungsleitung zu verstehen.

Die Spannungsmesseinrichtung der Diagnosevorrichtung bezweckt die Erfassung und Bereitstellung einer Knotenpunktspannung jedes  
25 Lastkreises bei den beiden Schaltzuständen des jeweiligen Schaltelements.

Ferner ist eine Auswerteeinrichtung vorgesehen, der das Stromsignal und die Knotenpunktspannungen zuführbar sind, wobei  
30 die Steuereinrichtung dazu ausgebildet ist, das Stromsignal in zumindest einen logischen Stromwert und die Knotenpunktspannungen in logische Spannungswerte zu konvertieren und anhand von vorgegebenen Kombinationen des zumindest einen logischen Stromwerts und der logischen Spannungswerte auf die Art und den  
35 Ort des Fehlers zu schließen.

Die erfindungsgemäße Diagnosevorrichtung ermöglicht die Unterscheidung der oben genannten Fehlerfälle mit einer redu-

zierten Anzahl an Messmitteln. Einerseits wird dies ermöglicht durch eine einzige Strommesseinrichtung, die anstelle im Stand der Technik nicht in den jeweiligen Lastpfaden, sondern in der gemeinsamen Versorgungsleitung angeordnet ist. Dementsprechend  
5 entfallen auch die im Stand der Technik einer jeweiligen Strommesseinrichtung zugeordneten Diagnosevorrichtungen.

Die Unterscheidung von Fehlerfällen und fehlerfreien Fällen (Gutfälle) erfolgt durch eine Kombination von Spannungsin-  
10 formationen mehrerer Lastpfade bei den beiden Schaltzuständen der jeweiligen Schaltelemente. Dadurch, dass die logische Verknüpfung jeweiliger logischer Strom- und Spannungswerte erfolgt, brauchen die zur Erfassung des Stromes und der Spannungen verwendeten Messmittel auch nicht besonders präzise  
15 sein. Die erfindungsgemäße Vorrichtung ermöglicht durch ihre konstruktive Ausgestaltung die Ermittlung von Aussagen zu Strom- und Spannungswerten mittels Vergleicherschaltungen. Aufwändige, genaue Analogmessungen sind nicht erforderlich.

20 In einer Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist die Parallelschaltung der zumindest zwei Lastkreise zwischen einem ersten Versorgungspotentialanschluss und einem Bezugspotentialanschluss verschaltet. Diese Ausgestaltung ergibt sich aus dem Umstand, dass entgegen der bekannten Vorgehensweise die  
25 Strommesseinrichtung nicht in einem jeweiligen Lastkreis zwischen dem Schaltelement und dem Bezugspotentialanschluss vorgesehen wird. Stattdessen ist diese „High Side“ in der gemeinsamen Versorgungsleitung vorgesehen. Insbesondere ist die Strommesseinrichtung zwischen dem ersten Versorgungspotentialanschluss und einem zweiten Versorgungspotentialanschluss,  
30 der mit einer Versorgungsspannung beaufschlagt ist, verschaltet.

Gemäß einer weiteren Ausgestaltung ist jeder Lastkreis aus der Serienschaltung einer Last und eines steuerbaren Schaltelements  
35 gebildet. Bei der Last kann es sich beispielsweise, sofern die Diagnosevorrichtung im Umfeld von Kraftfahrzeugen zum Einsatz kommt, um Zündspulen oder Einspritzventile handeln. Der Einsatz der erfindungsgemäßen Diagnosevorrichtung ist jedoch nicht auf

diesen Anwendungsfall begrenzt, so dass die Lasten auch durch andere Komponenten gebildet sein könnten. Als steuerbares Schaltelement wird vorzugsweise ein Halbleiterschaltelement eingesetzt. Im genannten Umfeld der Kraftfahrzeuganwendung kommt  
5 in der Regel ein IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor) oder ein MOSFET zum Einsatz. Hierbei kann das steuerbare Schaltelement zwischen der Last und dem Bezugspotentialanschluss verschaltet sein. Eine derartige Verschaltung ist als Low-Side-Konfiguration bekannt.

10

In einer weiteren zweckmäßigen Ausgestaltung umfasst die Strommesseinrichtung ein Messelement und einen Differenzverstärker, wobei eine über dem Messelement abfallende Spannung dem Differenzverstärker zuführbar ist, um daraus das der Auswerteeinrichtung zuführbare Stromsignal zu erzeugen. Das Messelement kann wahlweise als Strommesswiderstand oder als steuerbares Schaltelement, insbesondere Halbleiterschaltelement, ausgebildet sein. In einer dem Fachmann bekannten Weise wird bei einem steuerbaren Halbleiterschaltelement der Umstand  
15 genutzt, dass bei leitend geschaltetem Halbleiterschaltelement über der Laststrecke aufgrund eines unvermeidlichen Widerstands eine zum Stromfluss proportionale Spannung abgegriffen werden kann.

20

25

Gemäß einer weiteren zweckmäßigen Ausgestaltung umfasst die Auswerteeinrichtung eine Stromauswerteeinheit, welche zum Vergleich des Stromsignals mit einem ersten Schwellwert und einem zweiten Schwellwert ausgebildet ist, wobei ein Vergleichsergebnis mit dem ersten Schwellwert einen ersten logischen  
30 Stromwert und ein Vergleichsergebnis mit dem zweiten Schwellwert einen zweiten logischen Stromwert repräsentiert. Bei dieser Ausgestaltung kann die Stromauswerteeinheit bevorzugt als Fensterkomparator ausgebildet sein. Die Stromauswerteeinheit nimmt einen Vergleich des durch das Messelement der Strommesseinrichtung erfassten Stromes mit Schwellwerten vor, so dass  
35 anhand der logischen Stromwerte die Aussagen „es fließt kein Strom (viel weniger als ein nominaler Laststrom)“, „es fließt in

etwa der nominale Laststrom“, „es fließt viel mehr Strom als der nominale Laststrom“ getroffen werden kann.

In Verbindung mit einer nachfolgend näher beschriebenen  
5 Spannungsauswerteeinheit der Auswerteeinrichtung, welche  
ebenfalls binäre Informationen bezüglich „die Spannung ent-  
spricht in etwa der Versorgungsspannung“ und „die Spannung ist  
wesentlich niedriger als die Versorgungsspannung“ liefert,  
können die oben beschriebenen Fehlerfälle auf einfache Weise ohne  
10 aufwändige Analogmessungen ermittelt werden. Die in einer  
bevorzugten Ausgestaltung vorgesehene Spannungsauswerteeinheit  
ist zum Vergleich einer Knotenpunktspannung mit einem ersten  
Schwellwert und einem zweiten Schwellwert ausgebildet, wobei ein  
Vergleichsergebnis mit einem ersten Schwellwert einen ersten  
15 logischen Spannungswert und ein Vergleichsergebnis mit einem  
zweiten Schwellwert einen zweiten logischen Spannungswert  
repräsentiert.

Auch bei der erfindungsgemäß vorgesehenen Spannungsauswerte-  
20 einheit kann diese einen Fensterkomparator umfassen, wodurch der  
Vergleich mit minimalen Mitteln ermöglicht werden kann.

Es ist weiterhin zweckmäßig, wenn dem Fensterkomparator der  
Spannungsauswerteeinheit eine jeweilige Knotenpunktspannung  
25 über einen Multiplexer zuführbar ist, so dass die Aussagen  
bezüglich der Spannung für jeden Lastkreis getrennt getroffen  
werden können. Dabei kann auch eine Verknüpfung der für jeden  
Lastkreis ermittelten Spannungsinformationen erfolgen, um eine  
vollständige Zustandsbeschreibung der diagnostizierten  
30 Schaltungsanordnung zu erhalten.

Die Erfindung wird nachfolgend näher anhand eines Ausführ-  
ungsbeispiels in der Zeichnung erläutert. Es zeigen:

35 Fig. 1 eine schematische Darstellung einer erfindungsgemäßen  
Vorrichtung zur Diagnose einer Schaltungsanordnung  
auf einen Kurzschluss und/oder eine Leitungsunter-  
brechung,

Fig. 2 eine erste Variante einer in einer erfindungsgemäßen Vorrichtung eingesetzten Strommesseinrichtung,

5 Fig. 3 eine zweite Variante einer in einer erfindungsgemäßen Vorrichtung eingesetzten Strommesseinrichtung,

Fig. 4 eine beispielhafte Auswerteeinrichtung zur Auswertung des von der Strommesseinrichtung erfassten Strom-  
10 signals, und

Fig. 5 eine Spannungsauswerteeinheit der in der erfindungsgemäßen Vorrichtung vorgesehenen Auswerteeinrichtung.

15

Fig. 1 zeigt eine erfindungsgemäße Vorrichtung zur Diagnose einer Schaltungsanordnung auf einen Kurzschluss und/oder eine Leitungsunterbrechung. Insbesondere ist die Vorrichtung dazu geeignet, die Ermittlung von Kurzschlüssen nach Bezugspotential  
20 sowie nach Versorgungspotential vorzunehmen. Insbesondere können hierbei die oben genannten Fehler unterschieden werden.

Die zu diagnostizierende Schaltungsanordnung umfasst allgemein zumindest zwei parallel verschaltete Lastkreise. Im vorliegenden Ausführungsbeispiel sind exemplarisch drei parallel ver-  
25 schaltete Lastkreise 10, 20, 30 dargestellt. Jeder der Lastkreise 10, 20, 30 ist aus der Serienschaltung einer Last 11, 21, 31 und eines steuerbaren Schaltelements 12, 22, 32 gebildet. Die Lasten 11, 21, 31 können beispielsweise Zündspulen oder Einspritz-  
30 ventile eines Kraftfahrzeugs sein.

Die Lastkreise 10, 20, 30 sind zwischen einem ersten Versorgungspotentialanschluss 1 und einem Bezugspotentialanschluss 3 verschaltet. Dabei kommen die steuerbaren Schaltelemente 12, 22,  
35 32 eines jeweiligen Lastkreises 10, 20, 30 zwischen der zugehörigen Last 11, 21, 31 und dem Bezugspotentialanschluss 3 zum Liegen. Eine derartige Schaltungskonfiguration, bei der die Schaltelemente mit dem Bezugspotentialanschluss gekoppelt sind,

wird als Low-Side-Konfiguration bezeichnet. Die Bezugspotentialanschlüsse 3, welche in Fig. 1 elektrisch getrennt dargestellt sind, können in der Praxis an einem gemeinsamen Massepotential GND anliegen.

5

Eine Strommesseinrichtung 40 ist in einer gemeinsamen Versorgungsleitung in Bezug auf die parallel geschalteten Lastkreise 10, 20, 30 zur Bereitstellung eines den Strom in der gemeinsamen Versorgungsleitung repräsentierenden Stromsignals zwischen dem ersten Versorgungspotentialanschluss 1 und einem zweiten Versorgungspotentialanschluss 2 verschaltet. An dem zweiten Versorgungspotentialanschluss 2 liegt eine Spannung  $V_{BAT}$  an. An dem ersten Versorgungspotentialanschluss liegt eine um die in der Strommessvorrichtung 40 abfallende Spannung reduzierte Spannung  $V_{SUP}$  an.

Eine Spannungsmesseinrichtung 50 dient der Erfassung und Bereitstellung einer jeweiligen Knotenpunktspannung  $V_1$ ,  $V_2$ ,  $V_3$  jedes Lastkreises 10, 20, 30 bei den beiden Schaltzuständen (an bzw. leitend geschaltet und aus bzw. sperrend geschaltet) des jeweiligen Schaltelements 12, 22, 32. Die Spannungsmesseinrichtung 50 ist daher mit Knotenpunkten 13, 23, 33 der jeweiligen Lastkreise 10, 20, 30 verbunden.

Das Stromsignal und die Knotenpunktspannungen  $V_1$ ,  $V_2$ ,  $V_3$  sind einer Auswerteeinrichtung 60 zuführbar. Die Auswerteeinrichtung 60 kann dazu ausgebildet sein, das Stromsignal  $V_{HS\_CUR}$  in zumindest einen logischen Stromwert  $OC\_HS$  bzw.  $UC\_HS$  zu konvertieren. Weiter ist die Auswerteeinrichtung 60 dazu ausgebildet, die Knotenpunktspannungen  $V_1$ ,  $V_2$ ,  $V_3$  in logische Spannungswerte  $LS\_high$  bzw.  $LS\_Low$  zu konvertieren. Anhand von vorgegebenen Kombinationen des oder der logischen Stromwerte  $OC\_HS$ ,  $UC\_HS$  und der logischen Spannungswerte  $LS\_high$ ,  $LS\_Low$  kann auf die Art und den Ort eines Fehlers geschlossen werden. Ein Fehler ist hierbei ein Kurzschluss nach Bezugspotential GND sowie nach Versorgungspotential  $V_{SUP}$  oder  $V_{BAT}$  oder eine Leitungsunterbrechung.

Die Leitungsunterbrechung kann hierbei zwischen den Lasten 11, 21, 31 und den Knotenpunkten 13, 23, 33 oder zwischen den Lasten 11, 21, 31 und der Strommesseinrichtung bzw. dem ersten Versorgungspotentialanschluss 1 detektiert werden. Leitungsunterbrechungen in anderen Leitungen werden nicht überwacht bzw. detektiert. Dies resultiert daraus, dass beispielsweise im Umfeld einer Kraftfahrzeuganwendung die Strommesseinrichtung 40, die Spannungsmesseinrichtung 50, die Auswerteeinrichtung 60 sowie die steuerbaren Schaltelemente 12, 22, 32 in einem gemeinsamen Steuergerät angeordnet sind. Die Lasten 11, 21, 31 sind hierbei über einen Kabelbaum mit dem Steuergerät verbunden. Der Kabelbaum umfasst dabei eine Verbindung zum ersten Versorgungspotentialanschluss 1 sowie zu den Knotenpunkten 13, 23, 33. Bezüglich der in dem Steuergerät angeordneten Komponenten wird hierbei davon ausgegangen, dass kein Fehler vorliegt, da lediglich fehlerfreie Steuergeräte zum Einsatz kommen. Demgegenüber wird die erfindungsgemäß vorgeschlagene Vorrichtung zur Diagnose der Schaltungsanordnung im laufenden Betrieb, z.B. eines Kraftfahrzeugs, eingesetzt, um regelmäßig während des Betriebs des Kraftfahrzeugs Fehler in der Verkabelung zu überprüfen.

Die Figuren 2 und 3 zeigen alternative Ausgestaltungen einer Strommesseinrichtung 40 aus Fig. 1. Die Strommesseinrichtung 40 umfasst ein Messelement 41, wobei eine über dem Messelement 41 abfallende Spannung einem Differenzverstärker 43 zuführbar ist. Aus der über dem Messelement 41 abfallenden Spannung wird das der Auswerteeinrichtung 60 zugeführte Stromsignal  $V_{HS\_CUR}$  erzeugt. Das Messelement 41 kann wahlweise als Strommesswiderstand (Shunt) oder als steuerbares Halbleiterschaltelement, beispielsweise einen MOSFET, ausgebildet sein. Eine Strommesseinrichtung mit einem Strommesswiderstand ist in Fig. 2, eine Strommesseinrichtung mit einem MOSFET ist in Fig. 3 dargestellt. Zur Ansteuerung wird der Gate-Anschluss des MOSFETs mit einem Steuersignal  $HS\_Cntl$  beaufschlagt. In einer dem Fachmann bekannten Weise findet auch bei eingeschaltetem MOSFET über dessen Drain-Source-Strecke ein Spannungsabfall statt, der durch den Differenzverstärker detektiert und verstärkt wird.

Fig. 4 zeigt eine Stromauswerteeinheit 61 der Auswerteeinrichtung 60 aus Fig. 1. Die Stromauswerteeinheit 61 umfasst einen ersten und zweiten Komparator 62, 63, welche als Fensterkomparator verschaltet sind bzw. ausgebildet sein können. Einem  
5 jeweiligen ersten Eingang der Komparatoren 62, 63 wird das Stromsignal  $V_{HS\_CUR}$  zugeführt. Den jeweiligen anderen Eingängen der Komparatoren 62 und 63 sind Schwellwertsignale zugeführt. Ein erster Schwellwert  $V_{HS\_OC\_THD}$ , welcher dem Komparator 62 an seinem  
10 zweiten Eingang zugeführt wird, weist einen Schwellwert auf, der größer als ein Nominalstrom der bestimmungsgemäß arbeitenden Schaltungsanordnung in Fig. 1 ist. Der zweite Schwellwert  $V_{HS\_UC\_THD}$ , welcher dem zweiten Eingang des Komparators 63 zugeführt wird, repräsentiert einen Schwellwert, der kleiner ist als der  
15 Nominalstrom durch die Schaltungsanordnung der Fig. 1. Hieraus ergibt sich, dass der erste logische Stromwert  $OC\_HS$  des Komparators 62 anspricht und ein zweites Signal abgibt, wenn der durch die Schaltungsanordnung bzw. die Strommesseinrichtung 41 fließende Strom größer als der Nominalstrom ist. Dementsprechend  
20 spricht der zweite logische Stromwert  $UC\_HS$  an, wenn der durch die Strommesseinrichtung 40 fließende Strom kleiner als der Nominalstrom ist. Die logischen Stromwerte  $OC\_HS$  und  $UC\_HS$  können binär durch logisch „1“ oder logisch „0“ repräsentiert sein. Eine logische „1“ entspricht beispielsweise einem positiven Ver-  
25 gleich, d.h. im Falle des Komparators 62 ist das Stromsignal  $V_{HS\_CUR}$  größer als der Schwellwert  $V_{HS\_OC\_THD}$  bzw. im Fall des Komparators 63 ist das Stromsignal  $V_{HS\_CUR}$  kleiner als der Schwellwert  $V_{HS\_UC\_THD}$ .

Fig. 5 zeigt eine Spannungsauswerteeinheit 66 der Auswerteeinrichtung 60. Diese umfasst ebenfalls zwei Komparatoren 68, 69, welche wiederum als Fensterkomparator verschaltet sind. Ein  
30 jeweiliger erster Eingang der Komparatoren 68, 69 kann über einen Multiplexer 67 oder steuerbare Schalter 67 wahlweise mit einer der Knotenpunktspannungen  $V_1$ ,  $V_2$ ,  $V_3$  beaufschlagt werden. Ein Vergleich folgt im ersten Komparator 68 mit einem ersten  
35 Schwellwert  $V_{LS\_High\_THD}$  und im zweiten Komparator 69 mit einem zweiten Schwellwert  $V_{LS\_Low\_THD}$ . Am Ausgang des Komparators 68 steht ein erster logischer Spannungswert  $LS\_high$  und am Ausgang des

zweiten Komparators ein zweiter logischer Spannungswert LS\_Low zur Verfügung. Diese können wiederum als logisch „1“ und logisch „0“ repräsentiert sein. Eine logische „1“ liegt dann z.B. an einem Ausgang des Komparators 68 oder 69 an, wenn der Vergleich der an  
5 den ersten Eingang geschalteten Knotenpunktspannung V1, V2 oder V3 mit dem jeweiligen ersten oder zweiten Schwellwert positiv ist. Im anderen Fall steht am Ausgang des betreffenden Komparators 68, 69 eine logisch „0“.

10 Anstatt des in Fig. 5 gezeigten Fensterkomparators könnte auch ein einfacher Komparator verwendet werden, der einen Vergleich mit einer einzigen Schwelle ermöglicht. Dabei werden die Ausgänge der Komparatoren 86, 69 aus Fig. 5 dann durch einen einzigen Ausgang ersetzt. Eine logische „0“ am Ausgang entspricht dann  
15 LS\_Low = „1“ und LS\_High = „0“. Eine logische „1“ am Ausgang entspricht LS\_Low = „0“ und LS\_High = „1“.

Die Unterscheidung von Gutfällen von Fehlerfällen (Kurzschluss und/oder Leitungsunterbrechung der oben beschriebenen Art)  
20 erfolgt durch eine Kombination von Diagnoseinformationen, welche sich aus zumindest einem logischen Stromwert OC\_HS und/oder UC\_HS und den logischen Spannungswerten LS\_high und LS\_Low zusammensetzt. Dabei werden die entsprechenden logischen Stromwerte selektiv bezüglich eines ein- und ausgeschalteten Schaltelements  
25 des betrachteten Lastpfades ermittelt.

Nachfolgend werden die unterschiedlichen Fehlerfälle und Gutfälle, welche in der Schaltungsanordnung auftreten können, näher erläutert.

30

Fall 1 (SCB\_HS): Erkennung eines Kurzschlusses der gemeinsamen Verbindungsleitung nach  $V_{BAT}$ . Ein Kurzschluss der gemeinsamen Versorgungsleitung, d.h. der Leitung, in der der erste Versorgungspotentialanschluss 1 liegt, nach  $V_{BAT}$  (d.h. zum ersten  
35 Versorgungspotentialanschluss hin) kann erkannt werden, wenn mindestens eines der Schaltelemente 12, 22, 32 eingeschaltet ist, durch die Strommesseinrichtung 40 jedoch kein Stromfluss detektiert wird. Eine weitere, Bedingung ist, dass bei ausge-

5 schalteten Halbleiterschaltetelementen die Knotenpunktspannungen auf dem Niveau von  $V_{BAT}$  liegen. Um ein vollständiges Gesamtbild zu erhalten, müssen alle Zustände (ON/OFF) der Schaltelemente 12, 22, 32 einmal angesteuert sein. Hierdurch ergibt sich folgende Erkennungsmatrix:

State	1.	LS1	ON	OFF	OFF	OFF
	2.	LS2	ON	OFF	OFF	OFF
	3.	LS3	ON	OFF	OFF	OFF
Symptoms			UC_HS	LS_High_10	LS_High_20	LS_High_30
	Diag	SCB_HS	1	1	1	1

10 In dieser und in den nachfolgenden Tabellen bezeichnet hierbei „State“ den Zustand des oder der Schaltelemente LS1, LS2, LS3, wobei LS1 dem Schaltelement 12 im Lastkreis 10, LS2 dem Schaltelement 22 im Lastkreis 20 und LS3 dem Schaltelement 32 im Lastkreis 30 entspricht. 1., 2. und 3. bezeichnen eine wahlweise Betrachtung der Schaltelemente. „ON“ repräsentiert ein eingeschaltetes bzw. leitend geschaltetes Schaltelement. „OFF“ repräsentiert ein ausgeschaltetes bzw. sperrend geschaltetes Schaltelement. Ist in der Matrix der Zustände der Schaltelemente ein „x“ enthalten, so ist der Schaltzustand des Schaltelements beliebig, d.h. das Schaltelement kann wahlweise ein- oder ausgeschaltet sein. „Symptoms“ kennzeichnet die für den betrachteten Fehlerfall berücksichtigten logischen Strom- bzw. Spannungswerte. Der Index „\_10“, „\_20“, „\_30“ kennzeichnet hierbei den berücksichtigten Lastkreis. „Diag“ kennzeichnet dann die für einen bestimmten Fehlerfall (s. Symptoms) „erforderlichen“ Strom- und/oder Spannungswerte.

25 Fall 2 (SCB\_LS\_x, wobei x = 10, 20 oder 30): Erkennung eines Kurzschlusses bzw. einer niederohmigen Verbindung der Last 11,

21, 31 zum Knotenpunkt 13, 23, 33. Dieser Fehlerfall wird für jeden Lastkreis 10, 20, 30 getrennt überprüft. Wird beispielsweise bei Überprüfung des Lastkreises 10 bei eingeschaltetem Schaltelement 12 erkannt, dass der Spannungsabfall über dem eingeschalteten Schaltelement 12 einen maximalen Wert überschreitet, so macht dies sich am Komparator 68 mit einer logisch „1“ bemerkbar. Gleichzeitig mit der Überprüfung des Lastkreises 10 sind die Schaltelemente 22, 32 der übrigen Lastkreise 20, 30 ausgeschaltet. Eine Überprüfung der anderen Lastkreise erfolgt in entsprechender Weise.

state	LS1	ON	OFF	OFF
	LS2	OFF	ON	OFF
	LS3	OFF	OFF	ON
Symptoms		LS_high_10		
			LS_high_20	
				LS_high_30
Diag	SCB_LS_10	1	0	0
	SCB_LS_20	0	1	0
	SCB_LS_30	0	0	1

Fall 3 (SCG\_HS): Erkennung eines Kurzschlusses bzw. einer niederohmigen Verbindung der Versorgungsleitung, an der die Versorgungsspannung  $V_{SUP}$  anliegt, zum Massepotential GND. Dieser Fehlerfall wird erkannt, wenn der Strom durch die Strommess- einrichtung 40 in der gemeinsamen Versorgungsleitung einen maximalen Wert überschreitet. Die Erkennung dieses Fehlerfalls erfolgt zu jedem Zeitpunkt, unabhängig davon, ob ein oder mehrere Schaltelemente 12, 22, 32 eingeschaltet sind oder nicht. Die Überschreitung des Stromflusses über den maximalen Wert hinaus macht sich beim ersten logischen Stromwert OC\_HS mit einer logischen „1“ bemerkbar.

State	LS1	X
	LS2	X
	LS3	X
Symptoms		
		OC_HS
Diag	SCG_HS	1

Fall 4 (SCG\_LS\_x, wobei x = 10, 20 oder 30): Ein Kurzschluss im Lastkreis nach Massepotential GND wird erkannt, wenn in dem fehlerhaften Lastkreis 10, 20 oder 30 das zugehörige Schaltelement 12, 22 oder 32 ausgeschaltet ist, die Spannung am Knotenpunkt 13, 23, 33 jedoch nicht auf dem Spannungsniveau des ersten Versorgungspotentialanschlusses, d.h.  $V_{SUP}$ , ist. Dies macht sich in einer logischen „1“ des zweiten logischen Spannungswertes LS\_Low des betreffenden Lastpfades bemerkbar. Für diese Überprüfung ist es unerheblich, in welchem Zustand sich die Schaltelemente der gerade nicht überprüften Lastpfade befinden. Eine weitere Bedingung ist, dass der Strom durch die Strommessvorrichtung 40 ungleich Null ist, wenn alle Schaltelemente 12, 22, 32 ausgeschaltet sind. Dies bedeutet, der zweite logische Stromwert muss logisch „1“ sein, da der durch die Strommesseinrichtung fließende Strom größer als der zweite Schwellwert  $V_{HS\_UC\_THD}$  ist. In der Tabelle sind die drei möglichen Fallkonstellationen illustriert. Ein Kurzschluss im Lastkreis nach Bezugspotential benötigt somit eine logische „0“ beim zweiten logischen Stromwert UC\_HS und eine logische „1“ beim zweiten logischen Spannungswert LS\_Low\_x.

	State	1.	LS1	OFF	OFF	X	X
		2.	LS2	OFF	X	OFF	X
		3.	LS3	OFF	X	X	OFF
	Symptoms			UC_HS	LS_Low_10	LS_Low_20	LS_Low_30
		1.	SCG_LS_10	0	1	X	X
	Diag	2.	SCG_LS_20	0	X	1	X
		3.	SCG_LS_30	0	X	X	1

Fall 5 (OL\_HS): Eine Unterbrechung der gemeinsamen Versorgungsleitung zu den Lasten 11, 21, 31 wird erkannt, wenn alle Schaltelemente 12, 22, 32 ausgeschaltet sind, alle Spannungen an den Knotenpunkten 13, 23, 33 in etwa 0 V betragen. Dies hat zur Folge, dass der zweite logische Spannungswert LS\_Low\_10 bzw. LS\_Low\_20 bzw. LS\_Low\_30 einer logischen „1“ entspricht. Zusätzlich können (optional) nacheinander alle Schaltelemente 12, 22, 32 eingeschaltet und wieder ausgeschaltet werden, wobei in der gemeinsamen Versorgungsleitung durch die Strommesseinrichtung 40 kein Stromfluss diagnostiziert wurde. Dies macht sich beim zweiten logischen Stromwert UC\_HS mit einer logischen „1“ bemerkbar. Das Ein- und Wiederausschalten ist in der unten stehenden Tabelle dargestellt, wobei in der ersten Spalte der rechten Hälfte das Schaltelement des geprüften Lastpfades ausgeschaltet („OFF“) und für den geprüften Lastkreis in den darauffolgenden Spalten angeschaltet („ON“) ist.

State	1.	LS1	OFF	OFF	OFF	OFF	ON	OFF	OFF
	2.	LS2	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	ON	OFF
	3.	LS3	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	ON
Symptoms			LS_Low_10				UC_HS		
				LS_Low_20			UC_HS		
					LS_Low_30		UC_HS		
	Diag	OL_HS	1	1	1	1	1	1	1

Fall 6: Eine Leitungsunterbrechung in einem Lastkreis eines Lastkreises 10, 20, 30 wird erkannt, wenn das zugehörige Schaltelement 12, 22, 32 ausgeschaltet ist, aber die Knotenpunktspannung V1, V2 und V3 am zugeordneten Knotenpunkt 13, 23, 33 nicht auf dem Niveau des ersten Versorgungspotentialanschlusses 1, d.h.  $V_{SUP}$ , ist. Eine weitere Bedingung ist, dass in der gemeinsamen Versorgungsleitung kein Strom fließt, wenn das zugehörige Schaltelement eingeschaltet ist. Für den Lastpfad des Lastkreises 10 (linke Spalte der Tabelle) bedeutet dies, dass bei ausgeschaltetem Schaltelement 12 (in der Tabelle LS1) der zweite logische Spannungswert LS\_Low\_10 eine logische „1“ hat. Bei eingeschaltetem Schaltelement 12 weist der zweite logische Stromwert UC\_HS eine logische „1“ auf.

Für den Fall, dass festgestellt werden soll, ob die Leitungsunterbrechung in der gemeinsamen Versorgungsleitung oder im Lastpfad des Lastkreises vorliegt, muss zusätzlich überprüft werden, ob ein Stromfluss durch eines der beiden anderen Schaltelemente 22 (LS2) oder 32 (LS3) erfolgt. Kommt hier beim zweiten logischen Stromwert UC\_HS eine logische „0“ zutage, so liegt die Leitungsunterbrechung im Lastpfad des Lastkreises 10 vor. Ist das Ergebnis hingegen für die beiden anderen Lastpfade ebenfalls eine logische „1“, so liegt die Leitungsunterbrechung zwischen dem Knotenpunkt der drei Lastkreise und dem ersten Versorgungspotentialanschluss vor.

State	LS1	OFF	ON	X	X	X	X	ON	X	X	X	ON	X
	LS2	X	X	ON	X	OFF	ON	X	X	X	X	X	ON
	LS3	X	X	X	ON	X	X	X	ON	OFF	ON	X	X
Symptoms		LS_Low_10				LS_Low_20				LS_Low_30			
			UC_HS	UC_HS	UC_HS		UC_HS	UC_HS	UC_HS		UC_HS	UC_HS	UC_HS
	Diag	OL_LS_10	1	1				0				0	
		OL_LS_20			0	1	1						0
	OL_LS_30						0		0	1	1		

Fall17: Der fehlerfreie Zustand wird erkannt, wenn die Spannungen an den Verbindungsleitungen zwischen den Lasten 11, 21, 31 und den zugeordneten Schaltelementen 12, 22, 32 auf dem Niveau der Spannung  $V_{SUP}$  liegen, wenn die jeweiligen Schaltelemente 12, 22, 32 ausgeschaltet sind und in der gemeinsamen Versorgungsleitung durch die Strommesseinrichtung kein Strom detektiert wurde. Eine weitere Bedingung ist, dass bei einem eingeschalteten Schaltelement in der gemeinsamen Versorgungsleitung in etwa der erwartete Laststrom fließen muss. Dies ist in der nachfolgenden Tabelle dargestellt.

State	LS1	OFF	OFF	ON	ON	X	X	OFF	OFF	X	X	OFF	OFF
	LS2	X	X	OFF	OFF	OFF	OFF	ON	ON	X	X	OFF	OFF
	LS3	X	X	OFF	OFF	X	X	OFF	OFF	OFF	OFF	ON	ON
Symptoms		LS_high_10				LS_high_20				LS_high_30			
			UC_LS_10	UC_HS	OC_HS		UC_LS_20	UC_HS	OC_HS		UC_LS_30	UC_HS	OC_HS
	Diag	No_Fail_10	1	1	0	0							
		No_Fail_20				1	1	0	0				
	No_Fail_30								1	1	0	0	

Der Vorteil der beschriebenen Vorrichtung besteht darin, dass lediglich eine einzelne Strommessvorrichtung erforderlich ist, die in der gemeinsamen Versorgungsleitung der Lastkreise angeordnet ist. Darüber hinaus sind keine zusätzlichen Diagnosevorrichtungen, wie Strommesswiderstände oder Diagnosequelle, erforderlich. Die Unterscheidung von Gut- bzw. Fehlerfällen erfolgt durch die Kombination der Strom- und Spannungsinformationen mehrerer Lastkreise bei den beiden Schaltzuständen der jeweiligen Schaltelemente. Ein weiterer Vorteil der Erfindung ist, dass weder die Strommessung in der gemeinsamen Versorgungsleitung noch die Spannungsmessungen besonders präzise sein müssen. Die Aussagen zu Strom- und Spannungswerten werden mittels Vergleicherschaltungen ermittelt, wodurch aufwändige Analogmessungen entfallen.

15

## Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Diagnose einer Schaltungsanordnung auf einen Kurzschluss und/oder eine Leitungsunterbrechung, wobei die Schaltungsanordnung zumindest zwei parallel verschaltete Lastkreise (10, 20, 30) umfasst, bei der

- eine Strommesseinrichtung (40) in einer gemeinsamen Versorgungsleitung der zumindest zwei parallel verschalteten Lastkreise (10, 20, 30) verschaltet ist zur Bereitstellung eines den Strom in der gemeinsamen Versorgungsleitung repräsentierenden Stromsignals ( $V_{HS\_CUR}$ );

- eine Spannungsmesseinrichtung (50) zur Erfassung und Bereitstellung einer Knotenpunktspannung ( $V1, V2, V3$ ) jedes Lastkreises (10, 20, 30) bei den beiden Schaltzuständen des jeweiligen Schaltelements (12, 22, 32) vorgesehen ist;

- eine Auswerteeinrichtung (60), der das Stromsignal und die Knotenpunktspannungen ( $V1, V2, V3$ ) zuführbar sind, wobei die Auswerteeinrichtung dazu ausgebildet ist, das Stromsignal in zumindest einen logischen Stromwert ( $OC\_HS, UC\_HS$ ) und die Knotenpunktspannungen ( $V1, V2, V3$ ) in logische Spannungswerte ( $LS\_High, LS\_Low$ ) zu konvertieren und anhand von vorgegebenen Kombinationen des zumindest einen logischen Stromwerts ( $OC\_HS, UC\_HS$ ) und der logischen Spannungswerte ( $LS\_High, LS\_Low$ ) auf die Art und den Ort des Fehlers zu schließen.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, bei der die Parallelschaltung der zumindest zwei Lastkreise (10, 20, 30) zwischen einem ersten Versorgungspotentialanschluss (1) und einem Bezugspotentialanschluss (3) verschaltet ist.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, bei der jeder Lastkreis (10, 20, 30) aus der Serienschaltung einer Last (11, 21, 31) und eines steuerbaren Schaltelements (12, 22, 32) gebildet ist.

4. Vorrichtung nach Anspruch 3, bei der das steuerbare Schaltelement (12, 22, 32) zwischen der Last (11, 21, 31) und dem Bezugspotentialanschluss (3) verschaltet ist.

5. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der die Strommesseinrichtung (40) zwischen dem ersten Versorgungspotentialanschluss (1) und einem zweiten Versorgungspotentialanschluss (2), der mit einer Versorgungsspannung ( $V_{BAT}$ ) beaufschlagt ist, verschaltet ist.
6. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der die Strommesseinrichtung (40) ein Messelement (41) und einen Differenzverstärker (43) umfasst, wobei eine über dem Messelement (41) abfallende Spannung dem Differenzverstärker zuführbar ist, um daraus das der Auswerteeinrichtung (60) zuführbare Stromsignal ( $V_{HS\_CUR}$ ) zu erzeugen.
7. Vorrichtung nach Anspruch 6, bei der das Messelement (41) ein Strommesswiderstand oder ein steuerbares Halbleiterschalt-element ist.
8. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der die Auswerteeinrichtung (60) eine Stromauswerteeinheit umfasst, welche zum Vergleich des Stromsignals ( $V_{HS\_CUR}$ ) mit einem ersten Schwellwert ( $V_{HS\_OC\_THD}$ ) und einem zweiten Schwellwert ( $V_{HS\_UC\_THD}$ ) ausgebildet ist, wobei ein Vergleichsergebnis mit dem ersten Schwellwert ( $V_{HS\_OC\_THD}$ ) einen ersten logischen Stromwert (OC\_HS) und ein Vergleichsergebnis mit dem zweiten Schwellwert ( $V_{HS\_UC\_THD}$ ) einen zweiten logischen Stromwert (UC\_HS) repräsentiert.
9. Vorrichtung nach Anspruch 8, bei der die Stromauswerteeinheit (61) ein Fensterkomparator ist.
10. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der die Auswerteeinrichtung (60) eine Spannungsauswerteeinheit (66) umfasst, welche zum Vergleich einer Knotenpunktspannung mit einem ersten Schwellwert ( $V_{LS\_High\_THD}$ ) und einem zweiten Schwellwert ( $V_{LS\_Low\_THD}$ ) ausgebildet ist, wobei ein Vergleichsergebnis mit dem ersten Schwellwert ( $V_{LS\_High\_THD}$ ) einen ersten logischen Spannungswert (LS\_High) und ein Vergleichsergebnis mit dem zweiten Schwellwert ( $V_{LS\_Low\_THD}$ ) einen zweiten logischen Spannungswert (LS\_Low) repräsentiert.

11. Vorrichtung nach Anspruch 10, bei der die Spannungsauswerteeinheit (66) einen Fensterkomparator umfasst.
- 5 12. Vorrichtung nach Anspruch 10 oder 11, bei der dem Fensterkomparator eine jeweilige Knotenpunktspannung über einen Multiplexer (67) zuführbar ist.

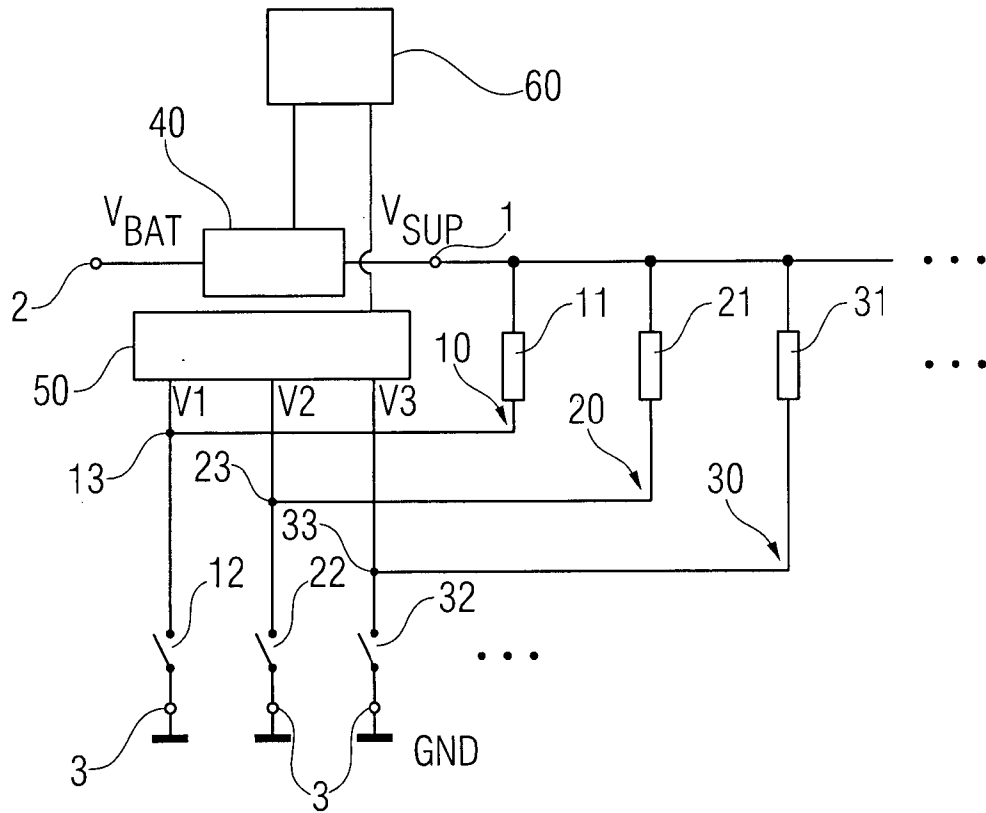
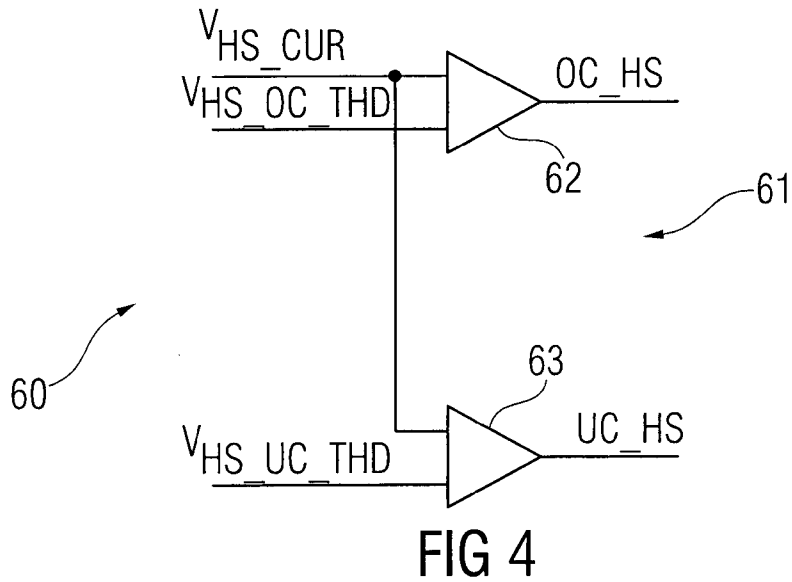
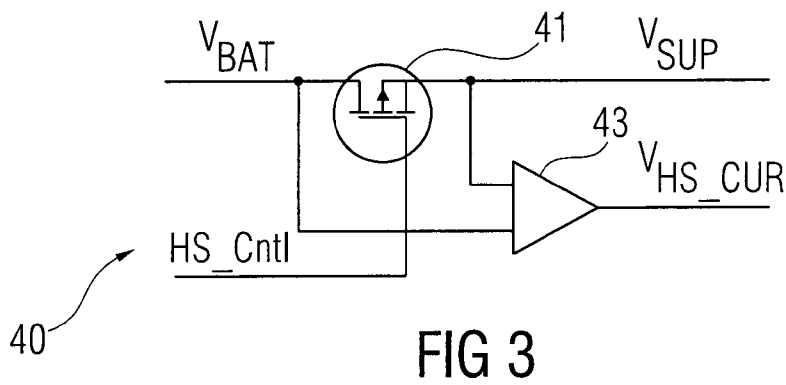
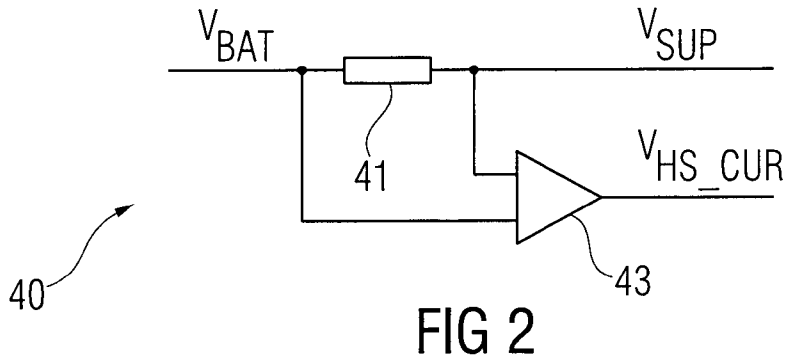


FIG 1



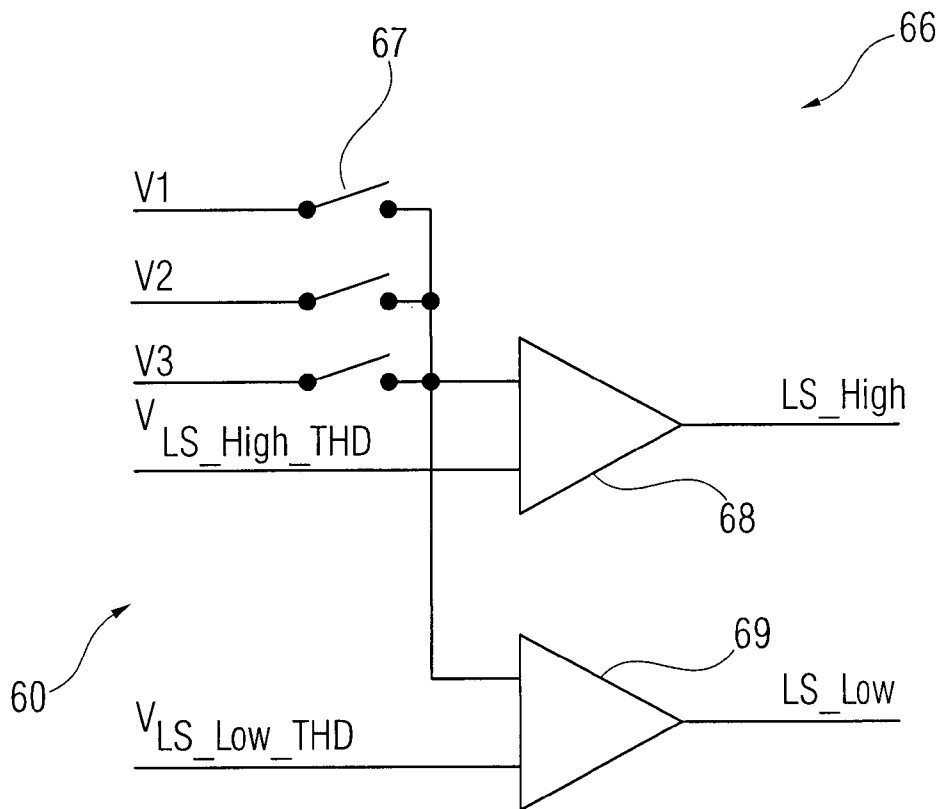


FIG 5

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No PCT/EP2013/063952
---

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> INV. G01R31/02 ADD.		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b>		
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, WPI Data		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 2009/124884 A1 (CONTINENTAL AUTOMOTIVE GMBH [DE]; GARNEYER ECKART [DE]; HAGGENMILLER C) 15 October 2009 (2009-10-15) page 21, line 29 - page 23, line 17; figure 6	1-12
A	----- DE 195 26 435 A1 (TEVES GMBH ALFRED [DE] CONTINENTAL TEVES AG & CO OHG [DE]) 19 December 1996 (1996-12-19) the whole document -----	1-12
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <span style="margin-left: 100px;"><input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.</span>		
* 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	
15 October 2013	23/10/2013	
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  Jedlicska, István	

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No PCT/EP2013/063952
---

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)	Publication date
WO 2009124884	A1	15-10-2009		DE 102008018244 B3	19-11-2009
				US 2011031978 A1	10-02-2011
				WO 2009124884 A1	15-10-2009
-----					
DE 19526435	A1	19-12-1996		DE 19526435 A1	19-12-1996
				EP 0886783 A1	30-12-1998
				JP 3825046 B2	20-09-2006
				JP H11505933 A	25-05-1999
				US 5909348 A	01-06-1999
				WO 9638736 A1	05-12-1996
-----					

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2013/063952

**A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES**

INV. G01R31/02  
ADD.

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, WPI Data

**C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN**

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	WO 2009/124884 A1 (CONTINENTAL AUTOMOTIVE GMBH [DE]; GARNEYER ECKART [DE]; HAGGENMILLER C) 15. Oktober 2009 (2009-10-15) Seite 21, Zeile 29 - Seite 23, Zeile 17; Abbildung 6	1-12
A	----- DE 195 26 435 A1 (TEVES GMBH ALFRED [DE] CONTINENTAL TEVES AG & CO OHG [DE]) 19. Dezember 1996 (1996-12-19) das ganze Dokument -----	1-12

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

15. Oktober 2013

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

23/10/2013

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

Jedlicska, István

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2013/063952

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 2009124884 A1	15-10-2009	DE 102008018244 B3	19-11-2009
		US 2011031978 A1	10-02-2011
		WO 2009124884 A1	15-10-2009
-----			
DE 19526435 A1	19-12-1996	DE 19526435 A1	19-12-1996
		EP 0886783 A1	30-12-1998
		JP 3825046 B2	20-09-2006
		JP H11505933 A	25-05-1999
		US 5909348 A	01-06-1999
		WO 9638736 A1	05-12-1996
-----			