

(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
5. Januar 2012 (05.01.2012)

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2012/000931 AI

- (51) Internationale Patentklassifikation:
G01R 31/02 (2006.01) **G01R 31/00** (2006.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP20 11/060706
- (22) Internationales Anmeldedatum:
27. Juni 2011 (27.06.2011)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
102010030826.9 1. Juli 2010 (01.07.2010) DE
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **ROBERT BOSCH GMBH** [DE/DE]; Postfach 30 02 20, 70442 Stuttgart (DE).
- (72) Erfinder; und
- (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **SZOKE, Szilard** [HU/HU]; Para utca 8. VII/32, H-1108 Budapest (HU). **KOSZNAI, Zoltan** [HU/HU]; Lomnici Utca 26, H-1221 Budapest (HU). **FATER, Istvan** [HU/HU]; Merzse utca 13, H-1171 Budapest (HU).
- (74) Gemeinsamer Vertreter: **ROBERT BOSCH GMBH**; — mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz V)
Postfach 30 02 20, 70442 Stuttgart (DE).

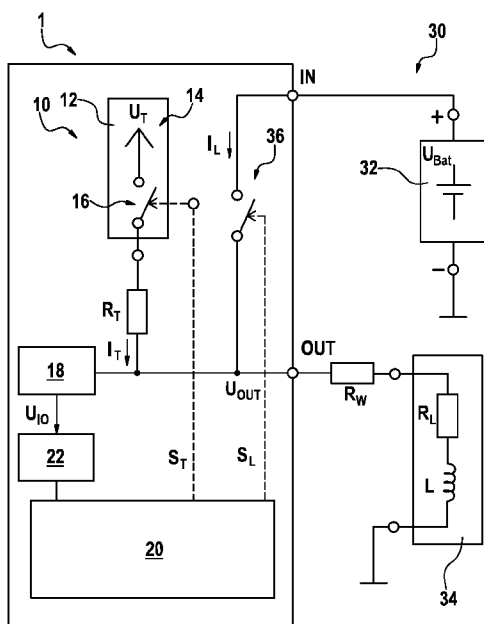
- (81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, 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, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, 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, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

(54) Title: METHOD AND CIRCUIT ASSEMBLY FOR THE DIAGNOSIS OF A LOAD PATH IN A VEHICLE

(54) Bezeichnung : VERFAHREN UND SCHALTUNGSANORDNUNG ZUR DIAGNOSE EINES LASTPFADES IN EINEM FAHRZEUG

Fig. 1



(57) Abstract: The invention relates to a method and to a circuit assembly for the diagnosis of a load path (30) in a vehicle, wherein the load path (30) comprises a DC voltage source (32), a switchable load (34) permanently connected to a negative pole (-) and a load switch (36) permanently connected to a positive pole (+), which switch can be controlled by means of a load control signal (SL), wherein in the closed State of the load switch (36) a load current (IL) can be conducted through the switchable load (34). The invention further relates to an associated circuit assembly for the diagnosis of a load path. According to the invention, during the diagnosis a test current (IT) having a defined level is generated and is Output to the switchable load (34) in accordance with a test control signal (ST) via a test switch (16) on an Output terminal (OUT), wherein a resulting voltage (UOUT. UOUT'. UOUT'') is detected, processed and evaluated at the Output terminal (OUT), wherein the load switch (36) is opened during the diagnosis, and wherein at least two different diagnostic cases are generated via the test control signal (ST) and the resulting switching State of the test switch (16).

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Schaltungsanordnung zur Diagnose eines Lastpfades (30) in einem Fahrzeug, wobei der Lastpfad

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(30) eine Gleichspannungsquelle (32), eine mit einem Minuspol (-) dauerhaft verbundene schaltbare Last (34) und einen dauerhaft mit einem Pluspol (+) verbundenen Lastschalter (36) umfasst, welcher über ein Laststeuersignal (SL) steuerbar ist, wobei im geschlossenen Zustand des Lastschalters (36) ein Laststrom (IL) durch die schaltbare Last (34) leitbar ist, und eine zugehörige Schaltungsanordnung zur Diagnose eines Lastpfades. Erfindungsgemäß wird während der Diagnose ein Teststrom (IT) mit einem definierten Pegel erzeugt und in Abhängigkeit von einem Teststeuersignal (ST) über einen Testschalter (16) an einem Ausgangsanschluss (OUT) an die schaltbare Last (34) ausgegeben, wobei eine resultierende Spannung (UOUT, UOUT', UOUT'') am Ausgangsanschluss (OUT) erfasst, aufbereitet und ausgewertet wird, wobei der Lastschalter (36) während der Diagnose geöffnet wird, und wobei über das Teststeuersignal (ST) und den resultierenden Schaltzustand des Testschalters (16) mindestens zwei verschiedene Diagnosefälle erzeugt werden.

5 Beschreibung

Titel

Verfahren und Schaltungsanordnung zur Diagnose eines Lastpfades in einem
Fahrzeug

10

Stand der Technik

15

Die Erfindung geht aus von einem Verfahren zur Diagnose eines Lastpfades in einem Fahrzeug nach der Gattung des unabhängigen Patentanspruchs 1, und von einer Schaltungsanordnung zur Diagnose eines Lastpfades nach der Gattung des unabhängigen Patentanspruchs 8.

20

Elektronische Steuergeräte sind zur Steuerung verschiedenster Funktionen und Einrichtungen allgemein bekannt und werden im Automotive-Bereich in zunehmendem Maße zur Steuerung verschiedenster Funktionen und/oder Applikationen eines Kraftfahrzeugs eingesetzt. Eine wichtige Klasse von solchen Funktionen und/oder Applikationen weisen so genannte „Low-Side-Lastschaltungen“ auf, wobei ein erster Anschluss von solchen Lastschaltungen dauerhaft mit einem Minuspol einer Fahrzeugbatterie bzw. mit der Fahrzeugkarosserie verbunden ist und ein zweiter Anschluss der Lastschaltungen von einem elektronischen Steuergerät geschaltet wird. Die Lastschaltungen umfassen beispielsweise Elektromagnetventile, elektromechanische Relais, elektrische Motoren usw. Typischer Weise werden diese Lastschaltungen über einen Lastschalter geschaltet, welcher auch als „High-Side-Schalter“ bezeichnet wird, dessen erster Anschluss dauerhaft mit einem Pluspol der Fahrzeugbatterie und dessen zweiter Anschluss mit dem zweiten Anschluss der Lastschaltung verbunden ist. Im Automotive-Bereich ist es üblich, vor der Aktivierung der Lastschaltung eine Diagnose durchzuführen. Die Diagnose ist insbesondere dann wichtig, wenn die Lastschaltung außerhalb des elektronischen Steuergeräts angeordnet und über elektrische Leitungen mit diesem verbunden ist. Durch die Diagnose sollen beispielsweise kurzgeschlossene oder gebrochene Leitungen, nicht angeschlossene Kabel usw.

25

30

35

erkannt werden. Diese Fehlerfälle müssen von der normalen Schaltungssituation unterschieden werden. Eine Fehldiagnose bei einer kurzgeschlossenen Lastschaltung kann beispielsweise zu ausgelösten bzw. geschmolzenen Sicherungen, Fehlfunktionen im elektronischen Steuergerät oder zu thermischen Beschädigungen führen. In Abhängigkeit von der speziellen Funktion und/oder Applikation kann die Diagnose der Lastschaltung eine einfache oder komplexe Aufgabe sein. Bei einem häufig verwendeten Ansatz, wird ein hochohmiger Pull-up-Widerstand in die Leitung einschleift und die Spannung überwacht. In Abhängigkeit von der Spannung, welche vom elektronischen Steuergerät erfasst wird, kann der Zustand der Lastschaltung bestimmt werden. Übersteigt die erfasste Spannung bei einem offenen Lastschalter beispielsweise einen vorgegebenen Schwellwert, dann kann auf eine nicht angeschlossene Lastschaltung geschlossen werden. Niederohmige Lastschaltungen sind sehr schwer zu diagnostizieren, da der nominale Wert des Lastwiderstands fast einem ohmschen Widerstandswert bei einem typischen Kurzschluss entspricht. Der oben genannte Ansatz kann daher nicht zwischen einer kurzgeschlossenen Leitung und einem normalen Betriebszustand unterscheiden.

Offenbarung der Erfindung

Das erfindungsgemäße Verfahren zur Diagnose eines Lastpfades in einem Fahrzeug mit den Merkmalen des unabhängigen Patentanspruchs 1 hat demgegenüber den Vorteil, dass während der Diagnose ein schaltbarer Teststrom mit einem definierten Pegel erzeugt und in Abhängigkeit von einem Teststeuersignal über einen Testschalter an einem Ausgangsanschluss an die schaltbare Last ausgegeben wird, wobei eine resultierende Spannung am Ausgangsanschluss erfasst, aufbereitet und ausgewertet wird, wobei der Lastschalter während der Diagnose geöffnet wird, und wobei über das Teststeuersignal und den resultierenden Schaltzustand des Testschalters mindestens zwei verschiedene Diagnosesfälle erzeugt werden. Der Lastpfad umfasst eine Gleichspannungsquelle, eine mit einem Minuspol dauerhaft verbundene schaltbare Last und einen dauerhaft mit einem Pluspol verbundenen Lastschalter, welcher über ein Laststeuersignal steuerbar ist, wobei im geschlossenen Zustand des Lastschalters ein Laststrom durch die schaltbare Last geleitet wird. Das erfindungsgemäße Verfahren kann insbesondere in einem elektrischen Steuergerät mit einem Mikroprozessor einfach und schnell implementiert werden.

Die erfindungsgemäße Schaltungsanordnung zur Diagnose eines Lastpfades in einem Fahrzeug, insbesondere zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens, umfasst mindestens eine Testspannungsquelle, welche eine Spannungsquelle und einen von einem Teststeuersignal gesteuerten Testschalter umfasst und so ausgeführt ist, dass während der Diagnose über mindestens einen Testwiderstand ein Teststrom mit einem definierten Pegel erzeugbar und an einem Ausgangsanschluss an die schaltbare Last ausgebbbar ist, und eine Signalaufbereitungseinheit, welche während der Diagnose eine resultierende Spannung am Ausgangsanschluss erfasst und eine aufbereitete Testspannung zur Auswertung an eine Auswerte- und Steuereinheit ausgibt, wobei der Lastschalter während der Diagnose geöffnet ist, und wobei über das Teststeuersignal und den resultierenden Schaltzustand des Testschalters mindestens zwei verschiedene Diagnosefälle erzeugbar sind.

Durch Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung können während der Diagnose des Lastpfads in vorteilhafter Weise eine nominale Last, d.h. eine fehlerfreie Last, ein Kurzschluss zwischen dem Ausgangsanschluss und dem Pluspol der Gleichspannungsquelle, ein Kurzschluss zwischen dem Ausgangsanschluss und dem Minuspol der Gleichspannungsquelle bzw. eine offene Last bzw. ein gebrochenes Anschlusskabel voneinander unterschieden und als Diagnoseergebnisse erkannt werden.

Durch den schaltbaren Teststrom können die oben genannten Diagnoseergebnisse in vorteilhafter Weise für Lastschaltungen unterschieden werden, welche im Wesentlichen ein ohmsches Verhalten aufweisen. Die verschiedenen Diagnosefälle können in vorteilhafter Weise statische und dynamische Diagnosefälle umfassen, wobei über die statischen Diagnosefälle eine gebrochene Leitung, d.h. eine nicht angeschlossene Last, oder ein Kurzschluss zwischen dem Ausgangsanschluss und dem Pluspol einer Gleichspannungsquelle auch bei einer induktiven Last mit niedrigem ohmschen Widerstand unterschieden und sicher erkannt werden können. Die Unterscheidung zwischen einem Kurzschluss zwischen dem Ausgangsanschluss und dem Minuspol der Gleichspannungsquelle und einer nominalen Last ist bei einer solchen induktiven Last mit niedrigem Ohmschem Widerstand jedoch über die statischen Diagnosefälle nicht möglich. Eine solche Unterscheidung ermöglichen in vorteilhafter Weise die dynamischen Diagnosefäl-

le, da über die Ermittlung eines Frequenzverhaltens bzw. einer Sprungantwort der induktiven Last mit niedrigem ohmschen Widerstand ein normales Verhalten der Last und ein Kurzschluss zwischen dem Ausgangsanschluss und dem Minuspol bzw. der Fahrzeugkarosserie sicher erkannt und unterschieden werden können.

Durch die in den abhängigen Ansprüchen aufgeführten Maßnahmen und Weiterbildungen sind vorteilhafte Verbesserungen des im unabhängigen Patentanspruch 1 angegebenen Verfahrens zur Diagnose eines Lastpfades in einem Fahrzeug, und der im unabhängigen Patentanspruch 8 angegebenen Schaltungsanordnung zur Diagnose eines Lastpfades möglich.

Besonders vorteilhaft ist, dass in einem ersten statischen Diagnosefall die resultierende Spannung am Ausgangsanschluss bei geöffnetem Testschalter erfasst und die korrespondierende aufbereitete Testspannung ausgewertet wird, und in einem zweiten statischen Diagnosefall die resultierende Spannung am Ausgangsanschluss bei geschlossenem Testschalter erfasst und die korrespondierende aufbereitete Testspannung ausgewertet wird, wobei die aufbereitete Testspannung jeweils erst nach Ablauf einer vorgegebenen Zeitspanne im eingeschwungenen Zustand ausgewertet wird.

In vorteilhafter Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird in einem ersten dynamischen Diagnosefall der Testschalters durch das Teststeuersignal mit einer vorgegebenen Frequenz zwischen einem geschlossenen und einem geöffneten Schaltzustand umgeschaltet und die resultierende Spannung am Ausgangsanschluss erfasst und die korrespondierende aufbereitete Testspannung zur Ermittlung des Frequenzverhaltens der schaltbaren Last am Ausgangsanschluss ausgewertet. Alternativ kann in einem zweiten dynamischen Diagnosefall der Testschalter innerhalb einer vorgegebenen Zeitspanne mindestens einmal geschlossen und geöffnet werden, wobei die resultierende Spannung am Ausgangsanschluss erfasst und die korrespondierende aufbereitete Testspannung innerhalb der vorgegebenen Zeitspanne zur Ermittlung des Sprungantwortverhaltens der schaltbaren Last am Ausgangsanschluss ausgewertet werden.

In weiterer vorteilhafter Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens kann ein Kurzschluss zwischen dem Pluspol der Gleichspannungsquelle und dem

Ausgangsanschluss der schaltbaren Last erkannt werden, wenn die korrespondierende aufbereitete Testspannung im ersten statischen Diagnosefall und im zweiten statischen Diagnosefall einen hohen Pegel aufweist. Des Weiteren kann eine offene schaltbare Last erkannt werden, wenn die korrespondierende aufbereitete Testspannung im ersten statischen Diagnosefall und im zweiten statischen Diagnosefall unterschiedliche Pegel aufweist. Zudem kann ein Kurzschluss zwischen dem Minuspol der Gleichspannungsquelle und dem Ausgangsanschluss der schaltbaren Last oder eine nominale induktive schaltbare Last erkannt aber nicht unterschieden werden, wenn die korrespondierende aufbereitete Testspannung im ersten statischen Diagnosefall und im zweiten statischen Diagnosefall einen niedrigen Pegel aufweist. Eine nominale induktive schaltbare Last kann erkannt werden, wenn die korrespondierende aufbereitete Testspannung im ersten dynamischen Diagnosefall einen hohen Pegel aufweist oder wenn die korrespondierende aufbereitete Testspannung im zweiten dynamischen Diagnosefall nach dem Schließen des Testschalters innerhalb der vorgegebenen Zeitspanne einen positiven Impuls aufweist. Ein Kurzschluss zwischen dem Minuspol der Gleichspannungsquelle und dem Ausgangsanschluss der schaltbaren Last kann erkannt werden, wenn die korrespondierende aufbereitete Testspannung im ersten dynamischen Diagnosefall einen niedrigen Pegel aufweist oder wenn die korrespondierende aufbereitete Testspannung im zweiten dynamischen Diagnosefall während der vorgegebenen Zeitspanne unabhängig vom Schaltzustand des Testschalters einen niedrigen Pegel aufweist.

In vorteilhafter Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Schaltungsanordnung weist die Signalaufbereitungseinheit zur Durchführung einer statischen Diagnose einen Spannungsteiler mit Tiefpassverhalten auf, wodurch eine einfache und kostengünstige Implementierung der Signalaufbereitungseinheit ermöglicht wird. Das Tiefpassverhalten kann beispielsweise durch einen Kondensator erzielt werden, welcher parallel zum Ausgangswiderstand des Spannungsteilers angeordnet wird.

In weiterer vorteilhafter Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Schaltungsanordnung weist die Signalaufbereitungseinheit zur Durchführung einer dynamischen Diagnose einen Gleichrichter auf. Der Gleichrichter besteht beispielsweise aus einer Diode und einem Glättungskondensator. Zur Anpassung der aufbereiteten

Spannung an nachfolgende Baugruppen kann im Signalweg nach dem Gleichrichter ein Spannungsteiler angeordnet werden.

5 In weiterer vorteilhafter Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Schaltungsanordnung weist die Signalaufbereitungseinheit zur Durchführung einer kombinierten statischen und dynamischen Diagnose einen Spannungsteiler auf, wobei parallel zu einem mit dem Ausgangsanschluss verbundenen ersten Widerstand des Spannungsteilers ein Koppelkondensator angeordnet ist, und wobei im Signalweg nach dem Spannungsteiler ein Tiefpassfilter angeordnet ist. Des Weiteren
10 führt die Auswerte- und Steuereinheit zuerst die statische Diagnose und dann die dynamische Diagnose des mindestens einen Lastpfades durch.

In weiterer vorteilhafter Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Schaltungsanordnung sind der mindestens eine Testwiderstand und die Widerstände in der Signalaufbereitungseinheit so aufeinander abgestimmt, dass der Teststrom einen vorgegebenen Schwellwert nicht übersteigt, um eine Aktivierung der schaltbaren Last zu verhindern. Dadurch kann in vorteilhafter Weise verhindert werden, dass ein elektrisches Relais anzieht und ein zugehöriger Schaltkontakt geschlossen wird.
20

Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den Zeichnungen dargestellt und werden in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

25

Fig. 1 zeigt ein schematisches Blockdiagramm eines Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemäßen Schaltungsanordnung zur Diagnose eines Lastpfades.

Fig. 2 zeigt ein schematisches Blockdiagramm eines ersten Ausführungsbeispiels einer Signalaufbereitungseinheit für die erfindungsgemäße Schaltungsanordnung aus Fig. 1.
30

Fig. 3 zeigt ein schematisches Blockdiagramm eines zweiten Ausführungsbeispiels einer Signalaufbereitungseinheit für die erfindungsgemäße Schaltungsanordnung aus Fig. 1.
35

Fig. 4 zeigt ein schematisches Blockdiagramm eines dritten Ausführungsbeispiels einer Signalaufbereitungseinheit für die erfindungsgemäße Schaltungsanordnung aus Fig. 1.

5 Fig. 5 zeigt ein schematisches Blockdiagramm eines Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemäßen Schaltungsanordnung zur Diagnose von mehreren Lastpfaden.

10 Fig. 6 zeigt ein Kennliniendiagramm mit mehreren Signalen, welche in einem ersten dynamischen Diagnosefall in der Schaltung gemäß Fig. 3 gemessen werden, wobei die dargestellten Signale als Diagnoseergebnis eine nominale induktive Last repräsentieren.

15 Fig. 7 zeigt ein Kennliniendiagramm mit mehreren Signalen, welche in einem weiteren ersten dynamischen Diagnosefall in der Schaltung gemäß Fig. 3 gemessen werden, wobei die dargestellten Signale als Diagnoseergebnis einen Kurzschluss zwischen dem Ausgangsanschluss und dem Minuspol der Gleichspannungsquelle repräsentieren.

20 Fig. 8 zeigt ein Kennliniendiagramm mit mehreren Signalen, welche in einem zweiten dynamischen Diagnosefall in der Schaltung gemäß Fig. 4 gemessen werden, wobei die dargestellten Signale als Diagnoseergebnis eine nominale induktive Last repräsentieren.

25 Fig. 9 zeigt ein Kennliniendiagramm mit mehreren Signalen, welche in einem weiteren zweiten dynamischen Diagnosefall in der Schaltung gemäß Fig. 3 gemessen werden, wobei die dargestellten Signale als Diagnoseergebnis einen Kurzschluss zwischen dem Ausgangsanschluss und dem Minuspol der Gleichspannungsquelle repräsentieren.

30

Ausführungsformen der Erfindung

35 Wie aus Fig. 1 ersichtlich ist, umfasst ein Lastpfad 30 in einem Fahrzeug eine Gleichspannungsquelle 32, eine mit einem Minuspol (-) der Gleichspannungsquelle 32 dauerhaft verbundene schaltbare Last 34 und einen dauerhaft mit einem Pluspol (+) der Gleichspannungsquelle 32 verbundenen Lastschalter 36,

welcher innerhalb eines elektronischen Steuergeräts 1 zwischen einem Eingangsanschluss IN und einem Ausgangsanschluss OUT angeordnet ist und über ein Laststeuersignal S_L steuerbar ist, welches von einer Auswerte- und Steuereinheit 20 des elektronischen Steuergeräts 1 erzeugt und ausgegeben wird. Im geschlossenen Zustand des Lastschalters 36 ist ein Laststrom I_L durch die schaltbare Last 34 leitbar. Im dargestellten Ausführungsbeispiel ist die schaltbare Last 34 als Ersatzschaltung einer induktiven Last, wie beispielsweise eine elektrische Relaispule, ein Elektromagnetventil, ein elektrischer Motor usw., mit einer idealen Induktivität L , welche größer als $100\mu\text{H}$ ist, und einem niedrigen ohmschen Widerstand R_L dargestellt, welcher kleiner als 10Ω ist. Im Widerstand R_w , welcher ebenfalls kleiner als 10Ω ist und zwischen der schaltbaren Last 34 und dem Ausgangsanschluss OUT eingeschleift ist, sind die ohmschen Verluste der Leitungen, Anschlüsse usw. berücksichtigt.

Erfindungsgemäß umfasst eine Schaltungsanordnung 10 zur Diagnose des Lastpfads 30 mindestens eine Testspannungsquelle 12, welche eine Spannungsquelle 14 und einen von einem Teststeuersignal S_T gesteuerten Testschalter 16 aufweist und so ausgeführt ist, dass aus einer Testspannung U_T der Spannungsquelle 14 während der Diagnose über mindestens einen Testwiderstand R_T ein Teststrom I_T mit einem definierten Pegel erzeugbar und am Ausgangsanschluss OUT an die schaltbare Last 34 ausgebbar ist, und eine Signalaufbereitungseinheit 18, welche während der Diagnose eine resultierende Spannung U_{OUT} am Ausgangsanschluss OUT erfasst und eine aufbereitete Testspannung U_{IO} zur Auswertung an die Auswerte- und Steuereinheit 20 ausgibt. Während der Diagnose ist der Lastschalter 36 geöffnet, so dass kein Laststrom I_L durch die schaltbare Last 34 fließt. Über das Teststeuersignal S_T und den resultierenden Schaltzustand des Testschalters 16 können in vorteilhafter Weise mindestens zwei verschiedene Diagnosefälle erzeugt werden. Zwischen der Signalaufbereitungseinheit 18 und der Auswerte- und Steuereinheit 20 ist eine Schnittstelleneinheit 22 angeordnet, welche einen einfachen logischen Eingang eines Mikroprozessors oder einen Analog-Digital-Wandler umfassen kann. Der Testschalter 16 kann beispielsweise als Bipolartransistor, Feldeffekttransistor, Relais usw. ausgeführt sein. Die Spannungsquelle 14 ist vorzugsweise als Gleichspannungsquelle ausgeführt, wobei durch eine entsprechende Ansteuerung des Testschalters 16 über das Teststeuersignal S_T eine im Wesentlichen rechteckförmige Wechselspannung auf einfache Art und Weise erzeugt werden kann. Durch den differenziellen

Charakter der R-L-Schaltung aus der idealen Induktivität L und den Widerständen R_L , R_w stellen sich am Ausgangsanschluss OUT für einen jeweiligen Rechteckimpuls ein entsprechender positiver Spannungsimpuls an der ansteigenden Flanke des Rechteckimpulses und ein entsprechender negativer Spannungsimpuls an der abfallenden Flanke des Rechteckimpulses ein. Für die dynamische Diagnose können ein oder mehrere Rechteckimpulse verwendet werden, wie nachfolgend ausgeführt wird. Zudem können während der Diagnose für jeden Lastpfad mehrere Messungen durchgeführt und die Ergebnisse gemittelt und/oder bewertet werden, um die Zuverlässigkeit der erfindungsgemäßen Schaltungsanordnung und des erfindungsgemäßen Verfahrens zu verbessern.

Fig. 2 zeigt einen Ausschnitt des Blockdiagramms der erfindungsgemäßen Schaltungsanordnung aus Fig. 1 mit einem ersten Ausführungsbeispiel der Signalaufbereitungseinheit 18'. Wie aus Fig. 2 ersichtlich ist, weist die Signalaufbereitungseinheit 18' zur Durchführung einer statischen Diagnose einen Spannungsteiler R_1 , R_2 , C_1 mit Tiefpassverhalten auf, welcher die Spannung $u_{OUT'}$ am Ausgangsanschluss OUT aufbereitet und auf einen mit der Logik der Auswerte- und Steuereinheit 20 kompatiblen Pegel reduziert. In einem ersten statischen Diagnosefall erfasst die Signalaufbereitungseinheit 18' die resultierende Spannung $u_{OUT'}$ am Ausgangsanschluss OUT bei geöffnetem Testschalter 16, welcher durch das Steuersignal S_T' entsprechend angesteuert wird, und gibt die korrespondierende durch den Spannungsteiler R_1 , R_2 , C_1 mit Tiefpassverhalten aufbereitete Testspannung U_b' über die Schnittstelleneinheit 22 an die Auswerte- und Steuereinheit 20 zur Auswertung aus. In einem zweiten statischen Diagnosefall erfasst die Signalaufbereitungseinheit 18' die resultierende Spannung $u_{OUT'}$ am Ausgangsanschluss OUT bei geschlossenem Testschalter 16, welcher durch das Steuersignal S_T' entsprechend angesteuert wird, wobei die resultierende Spannung $u_{OUT'}$ durch einen Teststrom I_T bewirkt wird, welcher durch die in Fig. 2 nicht dargestellte Last 34 fließt. Die Signalaufbereitungseinheit 18' gibt die korrespondierende durch den Spannungsteiler R_1 , R_2 , C_1 mit Tiefpassverhalten aufbereitete Testspannung U_b' zur Auswertung über die Schnittstelleneinheit 22 an die Auswerte- und Steuereinheit 20 aus. Die Auswerte- und Steuereinheit 20 wertet die korrespondierende aufbereitete Testspannung U_b' in beiden stationären Diagnosefällen erst nach Ablauf einer vorgegebenen Zeitspanne im eingeschwungenen Zustand aus. Der Lastschalter 36 ist in beiden stationären Diagnosefällen geöffnet.

Die Auswerte- und Steuereinheit 20 erkennt einen Kurzschluss zwischen dem Pluspol (+) der Gleichspannungsquelle 32 und dem Ausgangsanschluss OUT der schaltbaren Last 34, wenn die korrespondierende aufbereitete Testspannung U_b' im ersten statischen Diagnosefall und im zweiten statischen Diagnosefall einen hohen Pegel aufweist. Die Auswerte- und Steuereinheit 20 erkennt eine offene schaltbare Last 34 bzw. eine durchtrennte Anschlussleitung, wenn die korrespondierende aufbereitete Testspannung U_b' im ersten statischen Diagnosefall und im zweiten statischen Diagnosefall unterschiedliche Pegel aufweisen. Bei einer offenen schaltbaren Last 34 bzw. bei einer durchtrennten Anschlussleitung stellt sich am Ausgangsanschluss OUT im ersten Diagnosefall eigentlich eine unbestimmte „floatende“ Spannung ein. Da die Signalaufbereitungseinheit 18' typischer Weise eine Pull-up- oder Pull-down-Struktur aufweist kann die Schnittstelleneinheit 22 die floatende Spannung in einen hohen logischen Pegel im Falle einer Pull-up-Struktur oder in einen niedrigen logischen Pegel im Falle einer Pull-down-Struktur übersetzen. Um die offene schaltbare Last 34 bzw. die durchtrennte Anschlussleitung zu erkennen, versucht die Schaltungsanordnung 10 im zweiten statischen Diagnosefall den Teststrom I_T durch die schaltbare Last zu leiten. Wenn im zweiten statischen Diagnosefall der logische Zustand am Ausgangsanschluss OUT im Vergleich zum ersten statischen Diagnosefall vom niedrigen I_0 -logischen Zustand auf den hohen logischen Zustand bzw. vom hohen logischen Zustand auf den niedrigen logischen Zustand geändert werden kann, schließt die Auswerte- und Steuereinheit 20 auf die offene schaltbare Last 34 bzw. die durchtrennte Anschlussleitung.

Die Auswerte- und Steuereinheit 20 erkennt einen Kurzschluss zwischen dem Minuspol (-) der Gleichspannungsquelle 32 und dem Ausgangsanschluss OUT der schaltbaren Last 34 oder eine nominale induktive schaltbare Last 34, wenn die korrespondierende aufbereitete Testspannung U_b' im ersten statischen Diagnosefall und im zweiten statischen Diagnosefall einen niedrigen Pegel aufweist. Ohne die nachfolgend beschriebenen dynamischen Diagnosefälle kann die Auswerte- und Steuereinheit 20 im Fall einer induktiven Last 34 mit einem niedrigen ohmschen Widerstand R_L von weniger als 10Ω eine fehlerlose Last 34 nicht vom Kurzschluss zwischen dem Ausgangsanschluss OUT und dem Minuspol (-) der Gleichspannungsquelle 32 unterscheiden. Durch Ausnutzen der frequenzabhängigen Eigenschaften der schaltbaren induktiven Last 34 kann der fehlerlose

Zustand der schaltbaren Last 34 erkannt werden. Wird beispielsweise eine sinusförmige oder rechteckförmige Wechselspannung an die schaltbare induktive Last 34 angelegt, dann kann die frequenzabhängige Impedanz der schaltbaren induktiven Last 34 gemessen bzw. ermittelt werden. Es ist jedoch wesentlich günstiger, einen einzelnen Rechteckimpuls an die schaltbare induktive Last 34 anzulegen und deren Sprungantwort über eine einfache Signalaufbereitungseinheit 18, 18" auszuwerten, wie nachfolgend unter Bezugnahme auf Fig. 3 bis 8 beschrieben wird.

Fig. 3 zeigt einen Ausschnitt des Blockdiagramms der erfindungsgemäßen Schaltungsanordnung aus Fig. 1 mit einem zweiten Ausführungsbeispiel der Signalaufbereitungseinheit 18". Wie aus Fig. 3 ersichtlich ist, weist die Signalaufbereitungseinheit 18" im rechten Schaltungsteil 18.2 zur Durchführung einer dynamischen Diagnose einen Gleichrichter mit einer Diode D_1 und einem Glättungskondensator C_G auf. Im Signalweg ist nach dem Gleichrichter D_1 , C_G im linken Schaltungsteil 18.1 ein Spannungsteiler mit einem ersten Widerstand R_1 und einem zweiten Widerstand R_2 angeordnet. In einem ersten dynamischen Diagnosefall wird der Testschalters 16 durch das Teststeuersignal S_T " mit einer vorgegebenen Frequenz zwischen einem geschlossenen und einem geöffneten Schaltzustand umgeschaltet, wobei die resultierende Spannung u_{OUT} ' am Ausgangsanschluss OUT erfasst und die korrespondierende aufbereitete Testspannung U_{io} " zur Ermittlung des Frequenzverhaltens der resultierenden Spannung u_{OUT} " am Ausgangsanschluss OUT ausgewertet werden. Fig. 6 und 7 zeigen jeweils die entsprechenden Signalverläufe während des ersten dynamischen Diagnosefalls, wobei Fig. 6 die Signalverläufe für eine fehlerfreie schaltbare induktive Last 34 zeigt, und wobei Fig. 7 die Signalverläufe für einen vorhandenen Kurzschluss zwischen dem Ausgangsanschluss OUT und dem Minuspol (-) der Gleichspannungsquelle zeigt. Durch den Gleichrichter D_1 , C_G passieren nur positive Spannungspulse die Diode D_1 , während negative Spannungspulse geblockt werden.

Wie aus Fig. 6 ersichtlich ist, treten bei einer fehlerfreien induktiven Last 34 entsprechend der Schaltfrequenz des Teststeuersignals S_T " positive und negative Spannungsimpulse als resultierende Spannung u_{OUT} " am Ausgangsanschluss OUT auf. Durch den integrierenden Charakter der Gleichrichteranordnung D_1 , C_G wird der Glättungskondensator C_G aufgeladen und es stellt sich ein im Wesentli-

chen konstanter hoher logischer Spannungspegel als Testspannung U_b ein. Reicht ein weitergeleiteter positiver Spannungsimpuls nicht aus, um den Glättungskondensator C_G aufzuladen, so kann eine vorgegebenen Anzahl von Spannungsimpulsen abgewartet werden, bis die aufbereitete Testspannung U_b am Ausgang der Signalaufbereitungseinheit 18 ausgewertet wird. Durch den Spannungsteiler R_1, R_2 wird der positive Pegel der Spannung U_b auf einen mit der Logik der Auswerte- und Steuereinheit 20 kompatiblen Pegel reduziert.

Wie aus Fig. 7 ersichtlich ist, treten bei einem Kurzschluss zwischen dem Ausgangsanschluss OUT und dem Minuspol (-) der Gleichspannungsquelle keine bzw. nur sehr kleine Spannungsimpulse als resultierende Spannung u_{OUT} am Ausgangsanschluss OUT auf. Dadurch stellt sich ein niedriger logischer Spannungspegel als Testspannung U_b ein. Zusammenfassend erkennt die Auswerte- und Steuereinheit 20 im ersten dynamischen Diagnosefall eine nominale, d.h. fehlerfreie induktive schaltbare Last 34, wenn die korrespondierende aufbereitete Testspannung U_b einen hohen logischen Pegel aufweist. Die Auswerte- und Steuereinheit 20 erkennt im ersten Diagnosefall einen Kurzschluss zwischen dem Minuspol (-) der Gleichspannungsquelle 32 und dem Ausgangsanschluss OUT der schaltbaren Last 34, wenn die korrespondierende aufbereitete Testspannung U_b einen niedrigen logischen Pegel aufweist.

Fig. 4 zeigt einen Ausschnitt des Blockdiagramms der erfindungsgemäßen Schaltungsanordnung aus Fig. 1 mit einem dritten Ausführungsbeispiel der Signalaufbereitungseinheit 18. Wie aus Fig. 4 ersichtlich ist, weist die Signalaufbereitungseinheit 18 zur Durchführung einer kombinierten statischen und dynamischen Diagnose einen Spannungsteiler R_1, R_2 auf, wobei parallel zu einem mit dem Ausgangsanschluss OUT verbundenen ersten Widerstand R_1 des Spannungsteilers R_1, R_2 ein Koppelkondensator C_K angeordnet ist. Im weiteren Signalweg ist nach dem Spannungsteiler R_1, R_2 ein Tiefpassfilter R_3, C_2 angeordnet. Durch den Koppelkondensator C_K wird der erste Widerstand R_1 für Spannungsimpulse überbrückt, welche zum Tiefpassfilter R_3, C_2 weitergeleitet werden. Mit der Signalaufbereitungseinheit 18 für eine kombinierte statische und dynamische Diagnose führt die Auswerte- und Steuereinheit 20 zuerst die statische Diagnose und dann die dynamische Diagnose des Lastpfades 30 durch. Hierbei entspricht die statische Diagnose dem unter Bezugnahme auf Fig. 3 beschriebenen Ablauf,

so dass hier auf eine erneute ausführliche Beschreibung der beiden statischen Diagnosefälle verzichtet wird.

5 Zusammenfassend erkennt die Auswerte- und Steuereinheit 20 durch die statischen Diagnose einen Kurzschluss zwischen dem Pluspol (+) der Gleichspannungsquelle 32 und dem Ausgangsanschluss OUT der schaltbaren Last 34, wenn die korrespondierende aufbereitete Testspannung U_b im ersten statischen Diagnosefall und im zweiten statischen Diagnosefall einen hohen Pegel aufweist. Die Auswerte- und Steuereinheit 20 erkennt eine offene schaltbare Last 34 bzw.
10 eine durchtrennte Anschlussleitung, wenn die korrespondierende aufbereitete Testspannung U_b im ersten statischen Diagnosefall und im zweiten statischen Diagnosefall unterschiedliche Pegel aufweisen. Die Auswerte- und Steuereinheit 20 erkennt einen Kurzschluss zwischen dem Minuspol (-) der Gleichspannungsquelle 32 und dem Ausgangsanschluss OUT der schaltbaren Last 34 oder eine
15 nominale induktive schaltbare Last 34, wenn die korrespondierende aufbereitete Testspannung U_b im ersten statischen Diagnosefall und im zweiten statischen Diagnosefall einen niedrigen Pegel aufweist. Ohne die nachfolgend beschriebenen dynamischen Diagnosefälle kann die Auswerte- und Steuereinheit 20 im Fall einer induktiven Last 34 mit einem niedrigen ohmschen Widerstand R_L von weniger als 10Ω eine fehlerlose Last 34 nicht vom Kurzschluss zwischen dem Ausgangsanschluss OUT und dem Minuspol (-) der Gleichspannungsquelle 32 unterscheiden.

25 Nach der statischen Diagnose wird in einem zweiten dynamischen Diagnosefall der Schaltzustand des Testschalters 16 durch das Teststeuersignal S_T für eine vorgegebene Zeitspanne vom geöffneten Zustand in den geschlossen Zustand umgeschaltet. Die resultierende Spannung U_{OUT} wird am Ausgangsanschluss OUT erfasst und von der Signalaufbereitungseinheit 18 aufbereitet und als korrespondierende aufbereitete Testspannung U_b zur Auswertung und Ermittlung
30 des Frequenzverhaltens der schaltbaren Last 34 am Ausgangsanschluss OUT an die Auswerte- und Steuereinheit 20 ausgegeben. Fig. 8 und 9 zeigen jeweils die entsprechenden Signalverläufe während des zweiten dynamischen Diagnosefalls, wobei Fig. 8 die Signalverläufe für eine fehlerfreie schaltbare induktive Last 34 zeigt, und wobei Fig. 9 die Signalverläufe für einen vorhandenen Kurzschluss zwischen dem Ausgangsanschluss OUT und dem Minuspol (-) der Gleichspannungsquelle zeigt. Da der Widerstandswert des Testwiderstands R_T
35

sehr viel größer als die Summe der Widerstandswerte des Lastwiderstands R_L und des Ersatzwiderstands R_w ist, wird die Zeitkonstante im Wesentlichen durch die Induktivität L und den Testwiderstand R_T bestimmt.

Wie aus Fig. 8 ersichtlich ist, treten bei einer fehlerfreien induktiven Last 34 an den Schaltübergängen des Teststeuersignals S_T ein entsprechender positiver Spannungsimpuls und ein entsprechender negativer Spannungsimpuls als resultierende Spannung u_{OUT} am Ausgangsanschluss OUT auf. Durch die Zeitkonstante ist der durch das Schließen des Testschalters 16 bewirkte Spannungsimpuls der resultierenden Spannung u_{OUT} am Ausgangsanschluss OUT wesentlich größer und breiter als der durch das Öffnen des Testschalters 16 bewirkte Spannungsimpuls. Die unterschiedlichen Spannungsimpulse führen auch ohne Gleichrichter zu einer positiven Spannungsdifferenz am Tiefpass R_3, C_2 und der dargestellten Sprungantwort als resultierende Spannung u_{OUT} am Ausgangsanschluss OUT bzw. als aufbereitete Testspannung U_b am Ausgang der Signalaufbereitungseinheit 18. Die Auswerte- und Steuereinheit 20 führt die Auswertung der aufbereiteten Testspannung U_b innerhalb der vorgegebenen Zeitspanne kurz nach dem Umschalten des Testschalters 16 durch, um den positiven Spannungsimpuls erfassen zu können. Somit erkennt die Auswerte- und Steuereinheit 20 im zweiten dynamischen Diagnosefall eine nominale induktive schaltbare Last 34, wenn die aufbereitete Testspannung U_b nach dem Schließen des Testschalters 16 innerhalb der vorgegebenen Zeitspanne einen positiven Impuls aufweist. Die Auswerte- und Steuereinheit 20 erkennt im zweiten dynamischen Diagnosefall einen Kurzschluss zwischen dem Minuspol (-) der Gleichspannungsquelle 32 und dem Ausgangsanschluss OUT der schaltbaren Last 34, wenn die korrespondierende aufbereitete Testspannung U_b während der vorgegebenen Zeitspanne unabhängig vom Schaltzustand des Testschalters 16 einen niedrigen Pegel aufweist.

Wie aus Fig. 9 ersichtlich ist, treten bei einem Kurzschluss zwischen dem Ausgangsanschluss OUT und dem Minuspol (-) der Gleichspannungsquelle keine bzw. nur sehr kleine Spannungsimpulse als resultierende Spannung u_{OUT} am Ausgangsanschluss OUT auf. Dadurch stellt sich ein niedriger logischer Spannungspegel als aufbereitete Testspannung U_b ein. Zusammenfassend erkennt die Auswerte- und Steuereinheit 20 im zweiten dynamischen Diagnosefall eine nominale, d.h. fehlerfreie induktive schaltbare Last 34, wenn die korrespondie-

rende aufbereitete Testspannung U_b einen positiven Spannungsimpuls aufweist. Die Auswerte- und Steuereinheit 20 erkennt im zweiten Diagnosefall einen Kurzschluss zwischen dem Minuspol (-) der Gleichspannungsquelle 32 und dem Ausgangsanschluss OUT der schaltbaren Last 34, wenn die korrespondierende auf-

5 aufbereitete Testspannung U_b einen niedrigen logischen Pegel aufweist.

Fig. 5 zeigt ein schematisches Blockdiagramm eines Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemäßen Schaltungsanordnung V zur Diagnose von mehreren Lastpfaden. Wie aus Fig. 5 ersichtlich ist, umfasst die Schaltungsanordnung 10' zur

10 Diagnose von mehreren Lastpfaden, welche jeweils mit einem Ausgangsanschluss OUT1, OUT2, OUTn verbunden sind, eine Testspannungsquelle 12 und für jeden Ausgangsanschluss OUT1, OUT2, OUTn einen Testwiderstand R_{Ti} , $RT2$, R_{Tn} und eine Signalaufbereitungseinheit 18. Die Signalaufbereitungseinheiten 18 bereiten die jeweilige Spannung am korrespondierenden Ausgangsanschluss OUT1, OUT2, OUTn auf und geben jeweils eine korrespondierende auf-

15 aufbereitete Testspannung U_{oi1} , U_{oi2} , U_{oin} zur Auswertung über eine Schnittstelleneinheit 22 an eine Auswerte- und Steuereinheit 20 aus. Die Diagnose der einzelnen Lastpfade erfolgt in Abhängigkeit von der Ausführung der Signalaufbereitungseinheit 18 gemäß den obigen Ausführungen.

Um Fehlfunktionen während der Diagnose des mindestens einen Lastpfads zu vermeiden, sind der mindestens eine Testwiderstand R_T , $RT1$, $RT2$, $RT3$ und die Widerstände R_1 , R_2 , R_3 in den verschiedenen Signalaufbereitungseinheiten 18, 18', 18" so aufeinander abgestimmt, dass der Teststrom I_T einen vorgegebenen

20 Schwellwert nicht übersteigt, um eine Aktivierung der schaltbaren Last 34 zu verhindern.

Entsprechend dem erfindungsgemäßen Verfahren zur Diagnose eines Lastpfades in einem Fahrzeug, welcher eine Gleichspannungsquelle 32, eine mit einem Minuspol (-) dauerhaft verbundene schaltbare Last 34 und einen dauerhaft mit einem Pluspol (+) verbundenen Lastschalter 36 umfasst, welcher über ein Laststeuersignal S_L steuerbar ist, wobei im geschlossenen Zustand des Lastschalters 36 ein Laststrom I_L durch die schaltbare Last 34 leitbar ist, wird während der Diagnose ein Teststrom I_T mit einem definierten Pegel erzeugt und in Abhängigkeit

30 von einem Teststeuersignal S_T über einen Testschalter 16 an einem Ausgangsanschluss OUT an die schaltbare Last 34 ausgegeben, wobei eine resultierende

35

Spannung u_{OUT} , $u_{OUT'}$, $u_{OUT''}$ am Ausgangsanschluss OUT erfasst, aufbereitet und ausgewertet wird, wobei der Lastschalter 36 während der Diagnose geöffnet wird, und wobei über das Teststeuersignal S_T und den resultierenden Schaltzustand des Testschalters 16 mindestens zwei verschiedene Diagnosefälle erzeugt werden.

5 Ansprüche

1. Verfahren zur Diagnose eines Lastpfades in einem Fahrzeug, wobei der Lastpfad (30) eine Gleichspannungsquelle (32), eine mit einem Minuspol (-) dauerhaft verbundene schaltbare Last (34) und einen dauerhaft mit einem Pluspol (+) verbundenen Lastschalter (36) umfasst, welcher über ein Laststeuersignal (S_L) steuerbar ist, wobei im geschlossenen Zustand des Lastschalters (36) ein Laststrom (I_L) durch die schaltbare Last (34) leitbar ist, dadurch gekennzeichnet, dass während der Diagnose ein schaltbarer Teststrom (I_T) mit einem definierten Pegel erzeugt und in Abhängigkeit von einem Teststeuersignal (S_T) über einen Testschalter (16) an einem Ausgangsanschluss (OUT) an die schaltbare Last (34) ausgegeben wird, wobei eine resultierende Spannung (U_{OUT} , U_{OUT}' , U_{OUT}'') am Ausgangsanschluss (OUT) erfasst, aufbereitet und ausgewertet wird, wobei der Lastschalter (36) während der Diagnose geöffnet wird, und wobei über das Teststeuersignal (S_T) und den resultierenden Schaltzustand des Testschalters (16) mindestens zwei verschiedene Diagnosefälle erzeugt werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass in einem ersten statischen Diagnosefall die resultierende Spannung (U_{OUT} , U_{OUT}' , U_{OUT}'') am Ausgangsanschluss (OUT) bei geöffnetem Testschalter (16) erfasst und die korrespondierende aufbereitete Testspannung ($U_{|0}$, $U_{|0}'$, $U_{|0}''$, $U_{|01}$, $U_{|02}$, $U_{|0n}$) ausgewertet wird und in einem zweiten statischen Diagnosefall die resultierende Spannung (U_{OUT} , U_{OUT}' , U_{OUT}'') am Ausgangsanschluss (OUT) bei geschlossenem Testschalter (16) erfasst und die korrespondierende aufbereitete Testspannung ($U_{|0}$, $U_{|0}'$, $U_{|0}''$, $U_{|01}$, $U_{|02}$, $U_{|0n}$) ausgewertet wird, wobei die aufbereitete Testspannung ($U_{|0}$, $U_{|0}'$, $U_{|0}''$, $U_{|01}$, $U_{|02}$, $U_{|0n}$) jeweils erst nach Ablauf einer vorgegebenen Zeitspanne im eingeschwungenen Zustand ausgewertet wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass in einem ersten dynamischen Diagnosefall der Testschalter (16) durch das Teststeuersignal (S_T) mit einer vorgegebenen Frequenz zwischen einem geschlossenen und einem geöffneten Schaltzustand umgeschaltet wird, wobei die resultierende Spannung (U_{OUT} , U_{OUT}' , U_{OUT}'') am Ausgangsanschluss (OUT) erfasst und die korrespondierende aufbereitete Testspannung (U_{I0} , U_{I0}' , U_{I0}'' , U_{I01} , U_{I02} , U_{I0n}) zur Ermittlung des Frequenzverhaltens der schaltbaren Last (34) am Ausgangsanschluss (OUT) ausgewertet wird.
4. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass in einem zweiten dynamischen Diagnosefall der Testschalter (16) innerhalb einer vorgegebenen Zeitspanne mindestens einmal geschlossen und wieder geöffnet wird, wobei die resultierende Spannung (U_{OUT} , U_{OUT}' , U_{OUT}'') am Ausgangsanschluss (OUT) erfasst und die korrespondierende aufbereitete Testspannung (U_{I0} , U_{I0}' , U_{I0}'' , U_{I01} , U_{I02} , U_{I0n}) innerhalb der vorgegebenen Zeitspanne zur Ermittlung des Sprungantwortverhaltens der schaltbaren Last (34) am Ausgangsanschluss (OUT) ausgewertet wird.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass ein Kurzschluss zwischen dem Pluspol (+) der Gleichspannungsquelle (32) und dem Ausgangsanschluss (OUT) der schaltbaren Last (34) erkannt wird, wenn die korrespondierende aufbereitete Testspannung (U_{I0} , U_{I0}' , U_{I0}'' , U_{I01} , U_{I02} , U_{I0n}) im ersten statischen Diagnosefall und im zweiten statischen Diagnosefall einen hohen Pegel aufweist und/oder eine offene schaltbare Last (34) erkannt wird, wenn die korrespondierende aufbereitete Testspannung (U_{I0} , U_{I0}' , U_{I0}'' , U_{I01} , U_{I02} , U_{I0n}) im ersten statischen Diagnosefall und im zweiten statischen Diagnosefall unterschiedliche Pegel aufweist.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass ein Kurzschluss zwischen dem Minuspol (-) der Gleichspannungsquelle (32) und dem Ausgangsanschluss (OUT) der schaltbaren Last (34) oder eine nominale induktive schaltbare Last (34) erkennbar ist, wenn die korrespondierende aufbereitete Testspannung (U_{I0} , U_{I0}' , U_{I0}'' , U_{I01} , U_{I02} , U_{I0n}) im ersten statischen Diagnosefall und im zweiten statischen Diagnosefall einen niedrigen Pegel aufweist.

7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass eine nominale induktive schaltbare Last (34) erkannt wird, wenn die korrespondierende aufbereitete Testspannung (U_{I0} , U_{I0}' , U_{I0}'' , U_{I01} , U_{I02} , U_{I0n}) im ersten dynamischen Diagnosefall einen hohen Pegel aufweist oder wenn die korrespondierende aufbereitete Testspannung (U_{I0} , U_{I0}' , U_{I0}'' , U_{I01} , U_{I02} , U_{I0n}) im zweiten dynamischen Diagnosefall nach dem Schließen des Testschalters (16) innerhalb der vorgegebenen Zeitspanne einen positiven Impuls aufweist, wobei ein Kurzschluss zwischen dem Minuspol (-) der Gleichspannungsquelle (32) und dem Ausgangsanschluss (OUT) der schaltbaren Last (34) erkannt wird, wenn die korrespondierende aufbereitete Testspannung (U_{I0} , U_{I0}' , U_{I0}'' , U_{I01} , U_{I02} , U_{I0n}) im ersten dynamischen Diagnosefall einen niedrigen Pegel aufweist oder wenn die korrespondierende aufbereitete Testspannung (U_{I0} , U_{I0}' , U_{I0}'' , U_{I01} , U_{I02} , U_{I0n}) im zweiten dynamischen Diagnosefall während der vorgegebenen Zeitspanne unabhängig vom Schaltzustand des Testschalters (16) einen niedrigen Pegel aufweist.

8. Schaltungsanordnung zur Diagnose eines Lastpfades in einem Fahrzeug, insbesondere zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei der Lastpfad (30) eine Gleichspannungsquelle (32), eine mit einem Minuspol (-) dauerhaft verbundene schaltbare Last (34) und einen dauerhaft mit einem Pluspol (+) verbundenen Lastschalter (36) umfasst, welcher über ein Laststeuersignal (S_L) steuerbar ist, wobei im geschlossenen Zustand des Lastschalters (36) ein Laststrom (I_L) durch die schaltbare Last (34) leitbar ist, gekennzeichnet durch mindestens eine Testspannungsquelle (12), welche eine Spannungsquelle (14) und einen von einem Teststeuersignal (S_T) gesteuerten Testschalter (16) umfasst und so ausgeführt ist, dass während der Diagnose über mindestens einen Testwiderstand (R_T , R_{T1} , R_{T2} , R_{T3}) ein Teststrom (I_T) mit einem definierten Pegel erzeugbar und an einem Ausgangsanschluss (OUT) an die schaltbare Last (34) ausgebbar ist, und eine Signalaufbereitungseinheit (18, 18', 18''), welche während der Diagnose eine resultierende Spannung (U_{OUT} , U_{OUT}' , U_{OUT}'') am Ausgangsanschluss (OUT) erfasst und eine aufbereitete Testspannung (U_{I0} , U_{I0}' , U_{I0}'' , U_{I01} , U_{I02} , U_{I0n}) zur Auswertung an eine Auswerte- und Steuereinheit (20) ausgibt, wobei der Lastschalter (36) während der Diagnose geöffnet ist, und wobei über das Teststeuersignal (S_T) und den resultierenden Schaltzustand des Testschalters (16) mindestens zwei verschiedene Diagnosefälle erzeugbar sind.

9. Schaltungsanordnung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Signalaufbereitungseinheit (18') zur Durchführung einer statischen Diagnose einen Spannungsteiler (R_1 , R_2 , C_i) mit Tiefpassverhalten aufweist.
10. Schaltungsanordnung nach Anspruch 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Signalaufbereitungseinheit (18'') zur Durchführung einer dynamischen Diagnose einen Gleichrichter (D_1 , C_G) aufweist.
11. Schaltungsanordnung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass im Signalweg nach dem Gleichrichter (D_1 , C_G) ein Spannungsteiler (R_1 , R_2) angeordnet ist.
12. Schaltungsanordnung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Signalaufbereitungseinheit (18) zur Durchführung einer kombinierten statischen und dynamischen Diagnose einen Spannungsteiler (R_1 , R_2) aufweist, wobei parallel zu einem mit dem Ausgangsanschluss (OUT) verbundenen ersten Widerstand (R_1) des Spannungsteilers (R_1 , R_2) ein Koppelkondensator (C_K) angeordnet ist, und wobei im Signalweg nach dem Spannungsteiler (R_1 , R_2) ein Tiefpassfilter (R_3 , C_2) angeordnet ist.
13. Schaltungsanordnung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Auswerte- und Steuereinheit (20) zuerst die statische Diagnose und dann die dynamische Diagnose des Lastpfades (30) durchführt.
14. Schaltungsanordnung nach einem der Ansprüche 8 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass der mindestens eine Testwiderstand (R_T , R_{T1} , R_{T2} , R_{T3}) und die Widerstände (R_1 , R_2 , R_3) in der Signalaufbereitungseinheit (18, 18', 18'') so aufeinander abgestimmt sind, dass der Teststrom (I_T) einen vorgegebenen Schwellwert nicht übersteigt, um eine Aktivierung der schaltbaren Last (34) zu verhindern.

1 / 9

Fig. 1

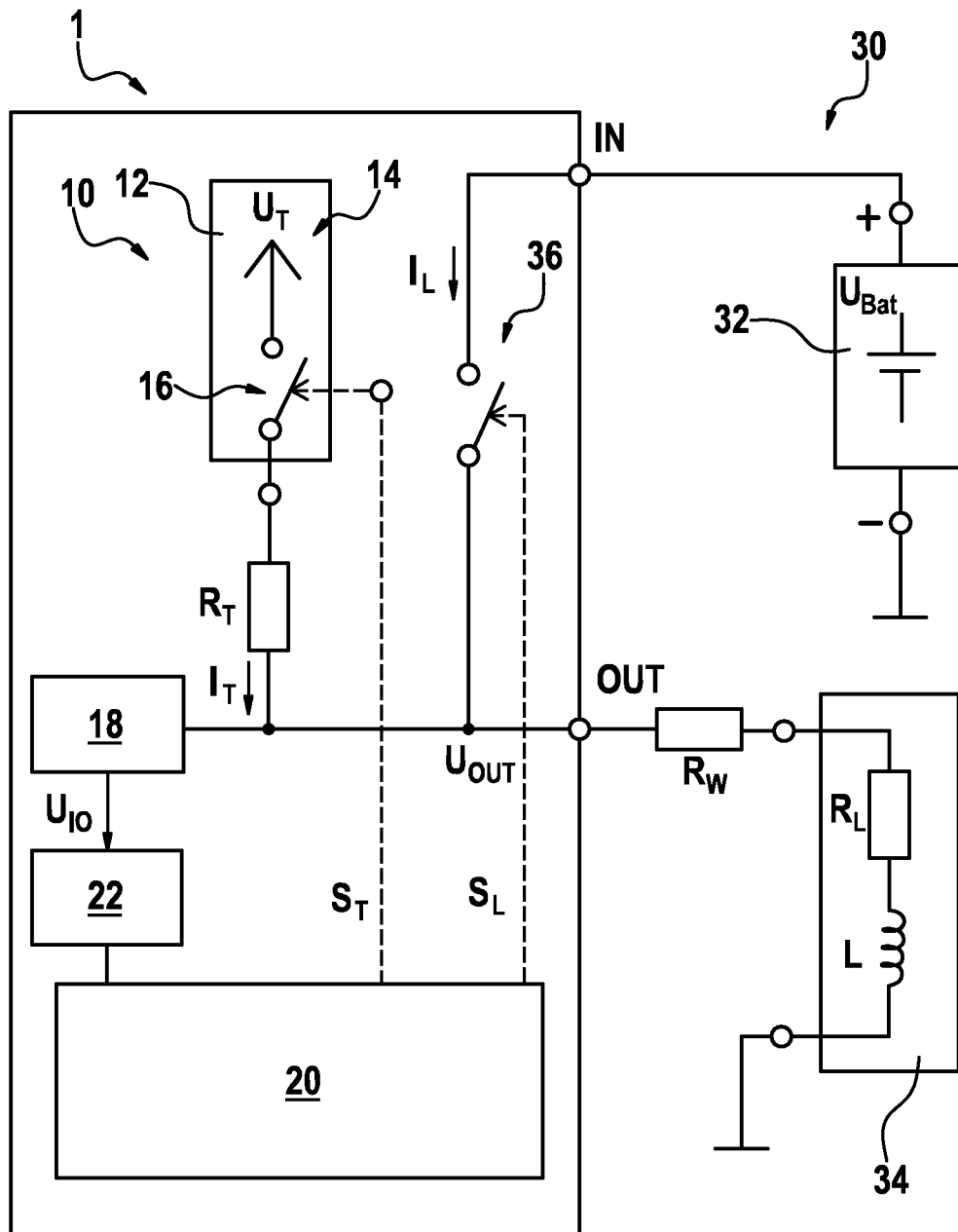
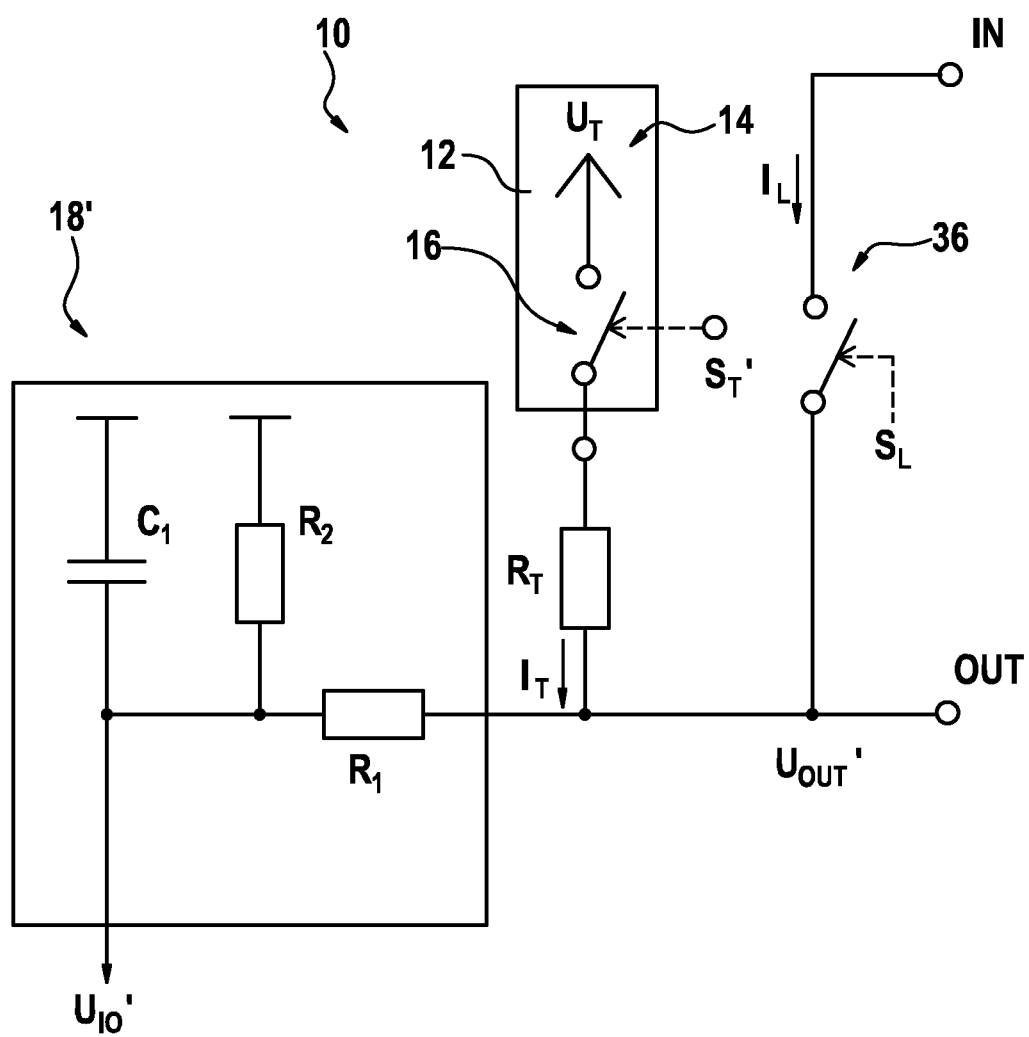
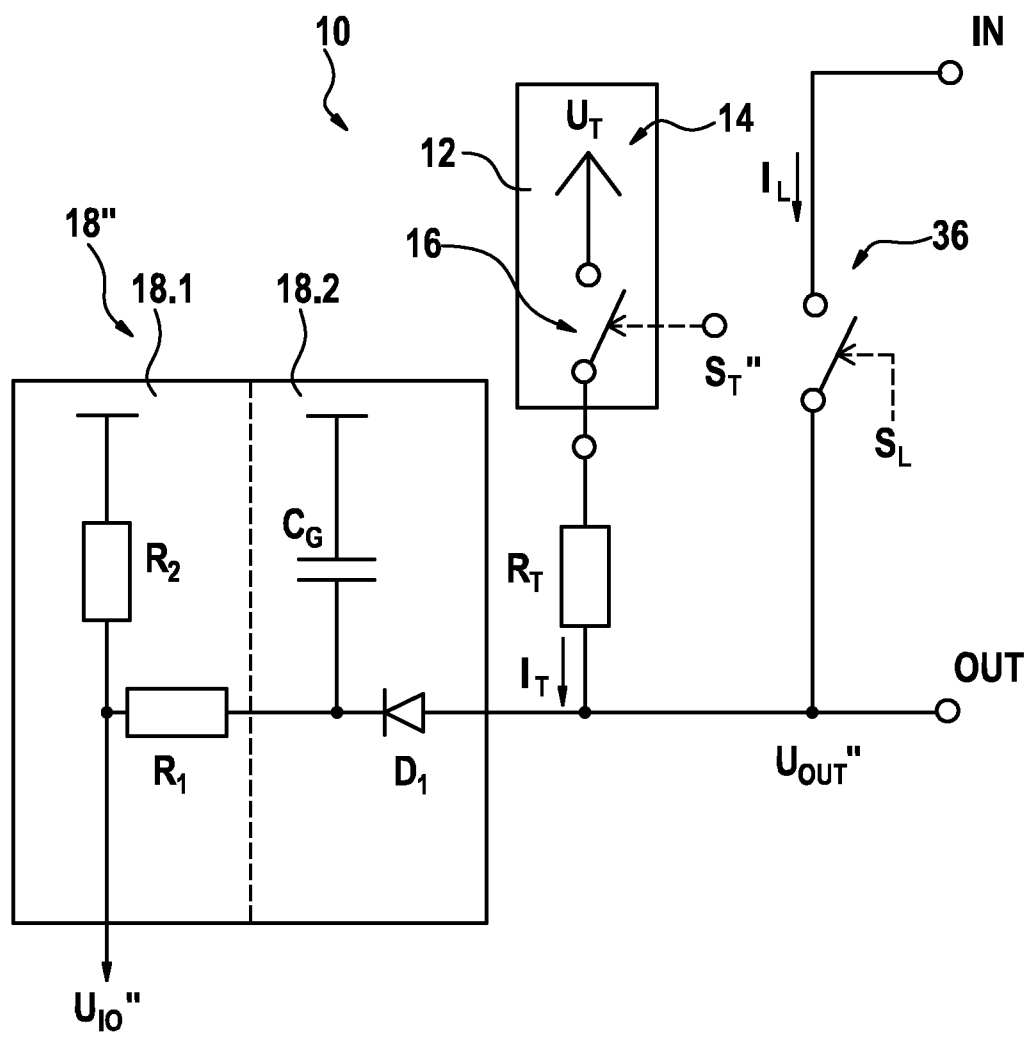


Fig. 2



3 / 9

Fig. 3



4 / 9

Fig. 4

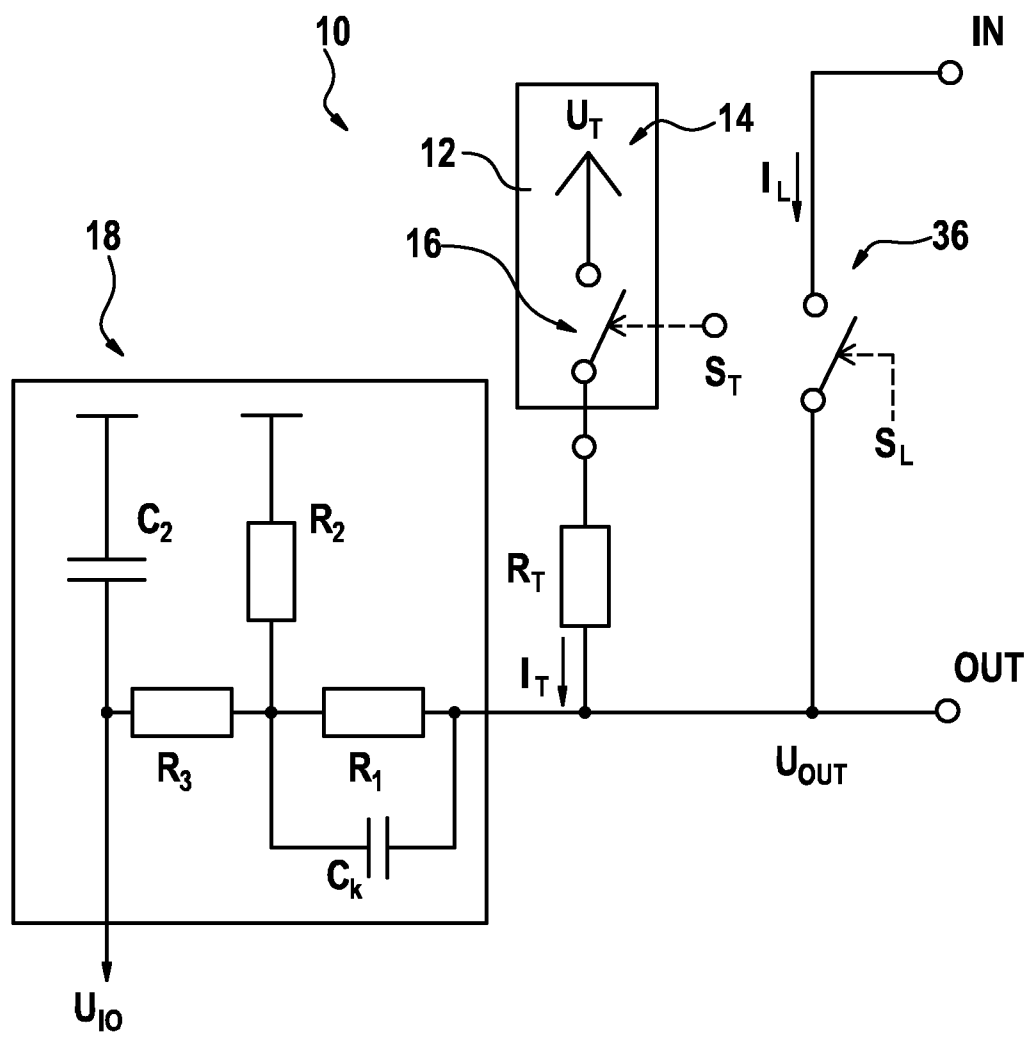


Fig. 5

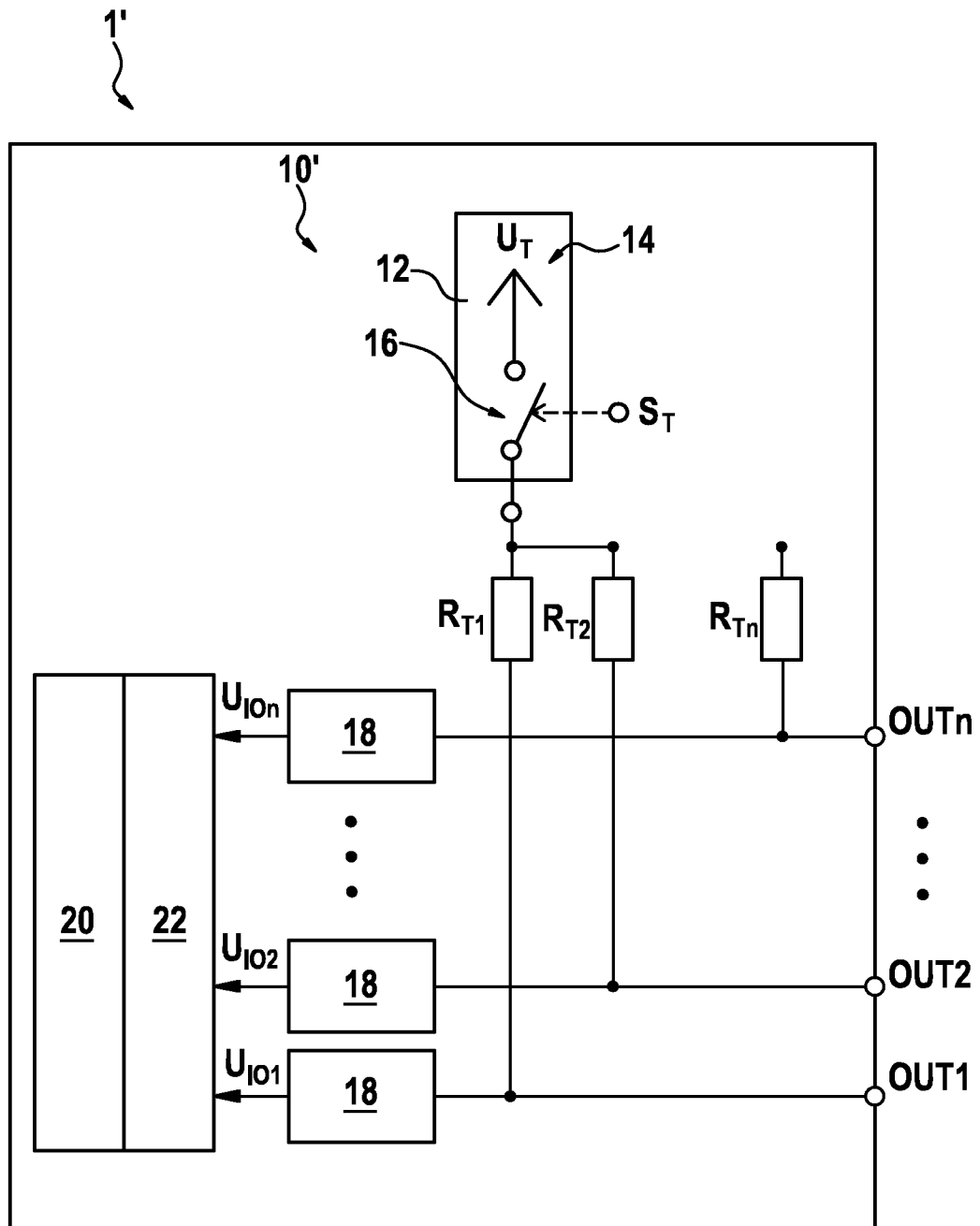


Fig. 6

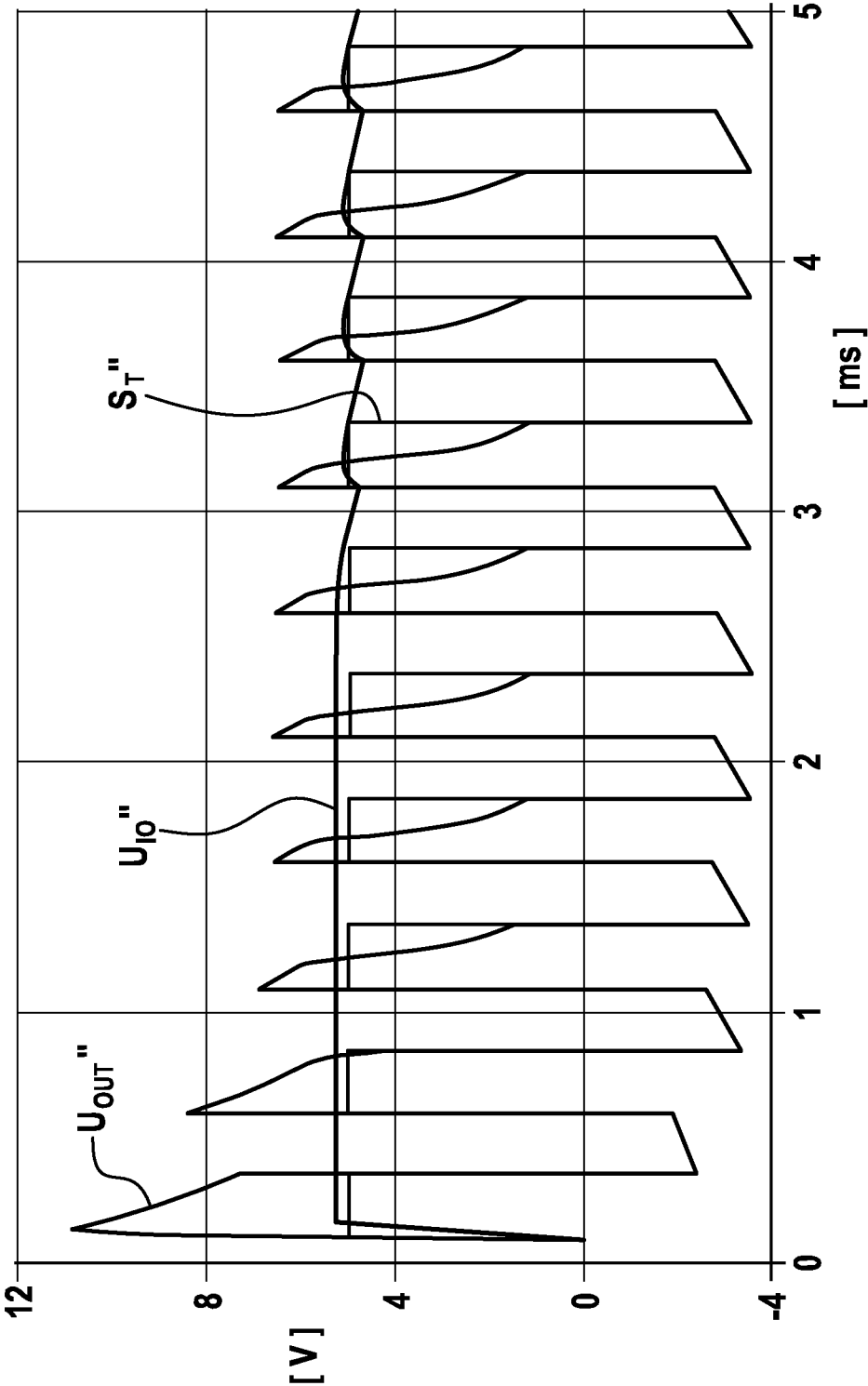


Fig. 7

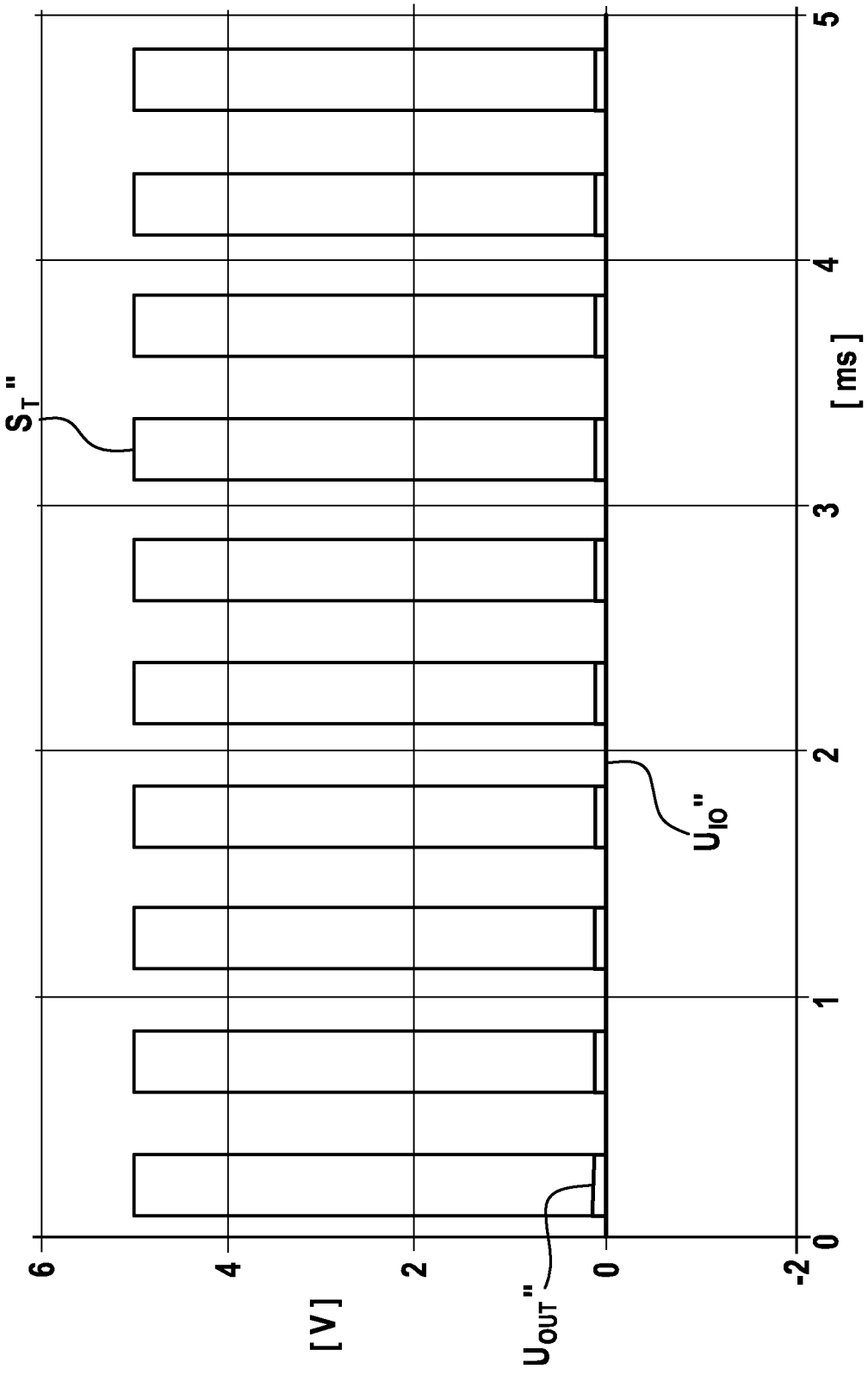
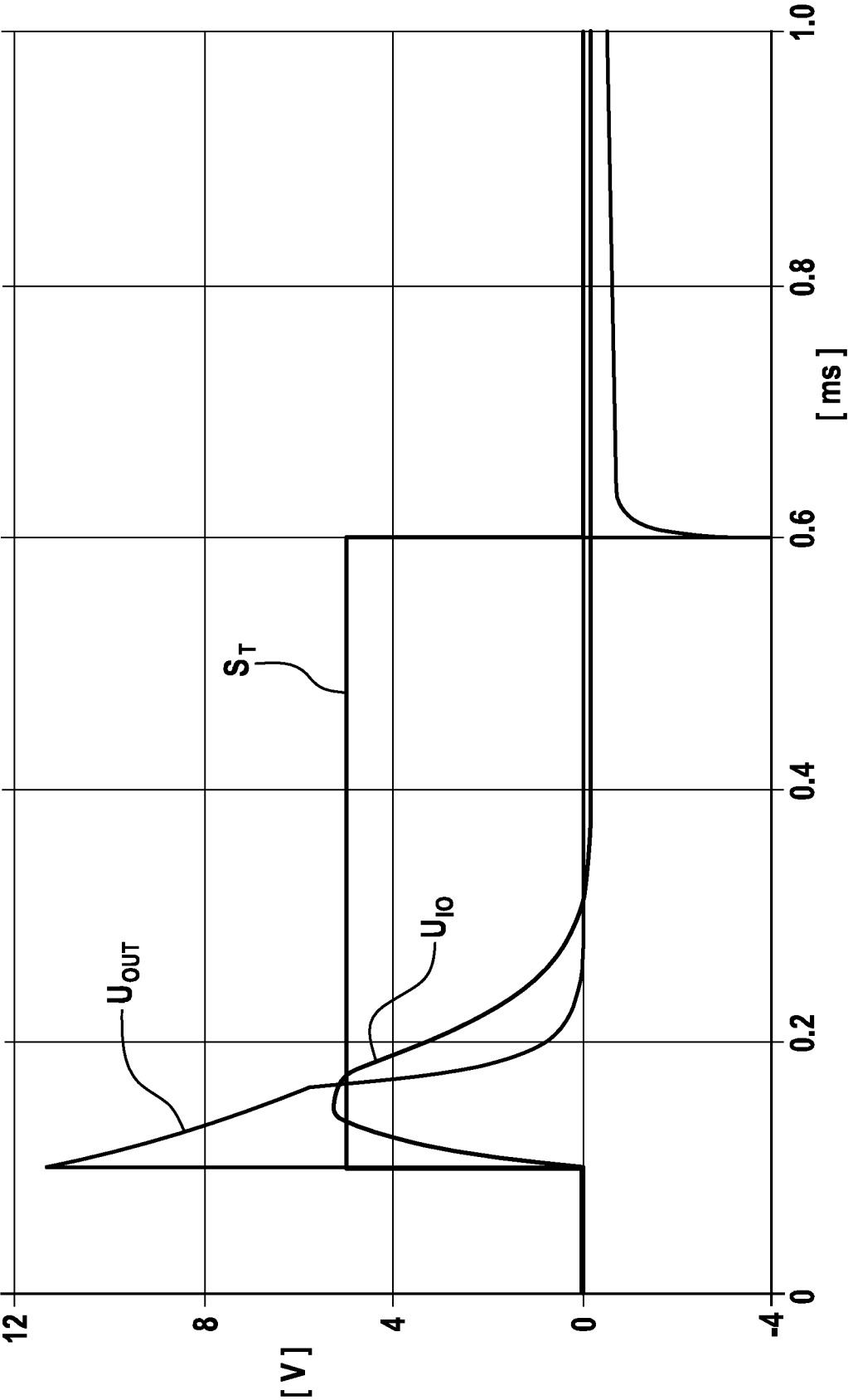
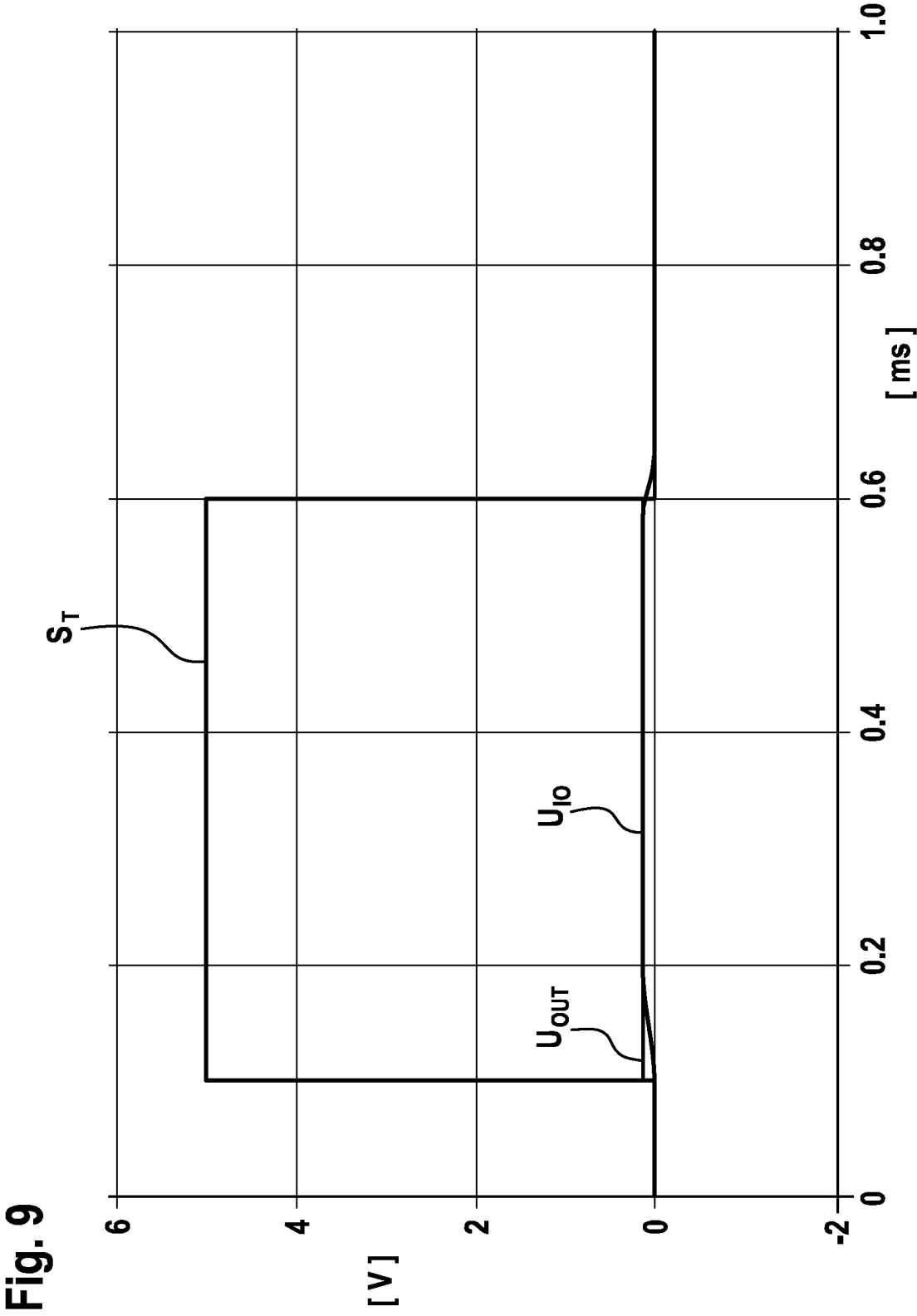


Fig. 8





INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2011/060706

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
 INV. G01R31/02 G01R31/00
 ADD.

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to Claim No.
X	DE 41 12 996 AI (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 22 October 1992 (1992-10-22) figures 2,8,9 column 1, line 24 - line 46 column 3, line 49 - column 4, line 45 column 2, line 44 - line 60 column 7, line 50 - column 8, line 47 -----	1, 2, 5, 9-11
X	DE 10 2006 045308 AI (SIEMENS AG [DE] CONTINENTAL AUTOMOTIVE GMBH [DE]) 27 March 2008 (2008-03-27) figures 1-3, 6 Paragraph [0007] - paragraph [0012] Paragraph [0035] - paragraph [0052] ----- -/- .	1-4,8,9 , 11, 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

"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

26 September 2011

Date of mailing of the international search report

13/10/2011

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

Hof, Klaus-Dieter

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2011/060706

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to Claim No.
A	DE 196 44 181 AI (TEVES GMBH ALFRED [DE]) 30 April 1998 (1998-04-30) figures 1,2 column 1, line 1 - column 3, line 36 column 4, line 16 - line 31 -----	1, 2, 8, 9 , 11
A	wo 2007/007111 A2 (A D DEVELOPMENTS LTD [GB] ; SHEPPARD FRANK [GB] ; SHEPPARD JOHN [GB] ; SM) 18 January 2007 (2007-01-18) figures 2,4,6 page 11, paragraph 1 - page 13, paragraph 18 -----	1, 8
A	DE 43 38 462 AI (HELLA KG HUECK & CO [DE]) 18 May 1995 (1995-05-18) column 2, line 24 - column 5, line 25 figure 1 -----	1, 8
A	DE 10 2004 049906 AI (INFINEON TECHNOLOGIES AG [DE]) 11 May 2006 (2006-05-11) abstract; figures 1a,2 -----	1, 8
A	JP 9 218233 A (HARNESS SŌGŌ GIJUTSU KENKYUSHŌ; SUMITOMO WIRING SYSTEMS; SUMITOMO ELEC) 19 August 1997 (1997-08-19) abstract; figures 1,2 -----	1, 8
A	EP 0 752 592 A2 (TELEFUNKEN MICROELECTRON [DE] CONTI TEMIC MICROELECTRONIC [DE]) 8 January 1997 (1997-01-08) figure 1 column 7, line 24 - column 8, line 51 -----	1, 8

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2011/060706

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 4112996	AI	22-10-1992	NONE	

DE 102006045308	AI	27-03-2008	CN 101490571 A	22-07-2009
			EP 2069811 AI	17-06-2009
			WO 2008037510 AI	03-04-2008
			US 2009309607 AI	17-12-2009

DE 19644181	AI	30-04-1998	WO 9818014 AI	30-04-1998
			EP 0934533 AI	11-08-1999
			JP 3866294 B2	10-01-2007
			JP 2001506748 A	22-05-2001
			US 6201479 B1	13-03-2001

WO 2007007111	A2	18-01-2007	GB 2428301 A	24-01-2007

DE 4338462	AI	18-05-1995	NONE	

DE 102004049906	AI	11-05-2006	NONE	

JP 9218233	A	19-08-1997	NONE	

EP 0752592	A2	08-01-1997	DE 19524615 AI	09-01-1997

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

INV. G01R31/02 G01R31/00

ADD.

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

G01R

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

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

EPO-Internal

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 41 12 996 AI (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 22. Oktober 1992 (1992-10-22) Abbildungen 2,8,9 Spalte 1, Zeile 24 - Zeile 46 Spalte 3, Zeile 49 - Spalte 4, Zeile 45 Spalte 2, Zeile 44 - Zeile 60 Spalte 7, Zeile 50 - Spalte 8, Zeile 47 -----	1, 2, 5, 9-11
X	DE 10 2006 045308 AI (SIEMENS AG [DE] CONTINENTAL AUTOMOTIVE GMBH [DE]) 27. März 2008 (2008-03-27) Abbildungen 1-3, 6 Absatz [0007] - Absatz [0012] Absatz [0035] - Absatz [0052] ----- -/-	1-4, 8, 9, 11, 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

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

26. September 2011

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

13/10/2011

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

Hof, Kl aus-Di eter

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 196 44 181 AI (TEVES GMBH ALFRED [DE]) 30. April 1998 (1998-04-30) Abbildungen 1,2 Spalte 1, Zeile 1 - Spalte 3, Zeile 36 Spalte 4, Zeile 16 - Zeile 31 -----	1, 2, 8, 9 , 11
A	wo 2007/007111 A2 (A D DEVELOPMENTS LTD [GB] ; SHEPPARD FRANK [GB] ; SHEPPARD JOHN [GB] ; SM) 18. Januar 2007 (2007-01-18) Abbildungen 2,4,6 Seite 11, Absatz 1 - Seite 13, Absatz 18 -----	1, 8
A	DE 43 38 462 AI (HELLA KG HUECK & CO [DE]) 18. Mai 1995 (1995-05-18) Spalte 2, Zeile 24 - Spalte 5, Zeile 25 Abbildung 1 -----	1, 8
A	DE 10 2004 049906 AI (INFINEON TECHNOLOGIES AG [DE]) 11. Mai 2006 (2006-05-11) Zusammenfassung; Abbildungen 1a,2 -----	1, 8
A	JP 9 218233 A (HARNESS S0G0 GIJUTSU KENKYUSHO; SUMITOMO WIRING SYSTEMS; SUMITOMO ELEC) 19. August 1997 (1997-08-19) Zusammenfassung; Abbildungen 1,2 -----	1, 8
A	EP 0 752 592 A2 (TELEFUNKEN MICROELECTRON [DE] CONTI TEMIC MICROELECTRONIC [DE]) 8. Januar 1997 (1997-01-08) Abbildung 1 Spalte 7, Zeile 24 - Spalte 8, Zeile 51 -----	1, 8

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2011/060706

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 4112996	AI	22-10-1992	KEINE
DE 102006045308	AI	27-03-2008	CN 101490571 A 22-07-2009
			EP 2069811 AI 17-06-2009
			WO 2008037510 AI 03-04-2008
			US 2009309607 AI 17-12-2009
DE 19644181	AI	30-04-1998	WO 9818014 AI 30-04-1998
			EP 0934533 AI 11-08-1999
			JP 3866294 B2 10-01-2007
			JP 2001506748 A 22-05-2001
			US 6201479 B1 13-03-2001
WO 2007007111	A2	18-01-2007	GB 2428301 A 24-01-2007
DE 4338462	AI	18-05-1995	KEINE
DE 102004049906	AI	11-05-2006	KEINE
JP 9218233	A	19-08-1997	KEINE
EP 0752592	A2	08-01-1997	DE 19524615 AI 09-01-1997