



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2009 019 531 A1** 2009.12.24

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2009 019 531.9**

(22) Anmeldetag: **30.04.2009**

(43) Offenlegungstag: **24.12.2009**

(51) Int Cl.⁸: **B60L 11/12** (2006.01)

Mit Einverständnis des Anmelders offengelegte Anmeldung gemäß § 31 Abs. 2 Ziffer 1 PatG

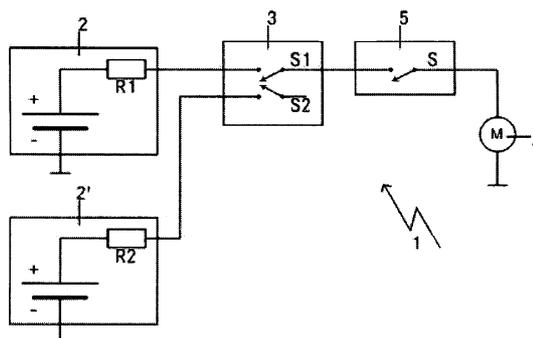
(71) Anmelder:
Daimler AG, 70327 Stuttgart, DE

(72) Erfinder:
Herges, Peter, Dr., 70191 Stuttgart, DE; Hofmann, Michael, Dr., 71101 Schönaich, DE; Huber, Jörg, Dipl.-Ing. (FH), 76448 Durmersheim, DE; Weigel, Dennis, Dipl.-Ing. (FH), 70736 Fellbach, DE; Willikens, Axel, Dipl.-Ing., 71334 Waiblingen, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Elektrisch antreibbares Kraftfahrzeug**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein elektrisch antreibbares Kraftfahrzeug mit zumindest zwei parallel schaltbaren Fahrzeugbatterien (2, 2') und mit einer elektronischen Schaltungsanordnung (3), die eine den der Anzahl der Fahrzeugbatterien (2, 2') entsprechende Anzahl an elektronischen Lastschaltern (S1, S2) aufweist, über die die Fahrzeugbatterien (2, 2') einzeln oder zusammen zu einem elektrischen Verbraucher (4) durchschaltbar sind.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein elektrisch antreibbares Kraftfahrzeug. Die Erfindung betrifft außerdem eine Schaltungsanordnung für ein derartiges Kraftfahrzeug.

[0002] Elektrisch antreibbare Kraftfahrzeuge rücken zunehmend in den Fokus des Interesses, wobei jedoch insbesondere die Anordnung und die Ausstattung derartiger Elektrofahrzeuge mit entsprechenden Fahrzeugbatterien Probleme bereiten kann. Bekannt sind dabei elektrisch betriebene Kraftfahrzeuge mit zwei Fahrzeugbatterien, die bei einem entsprechenden Leistungsbedarf zusammen wirken. Eine einfache Parallelschaltung der beiden Fahrzeugbatterien verbietet sich jedoch, da bekannt ist, dass parallel geschaltete Fahrzeugbatterien ein instabiles System darstellen, bei dem es zu Umladungen der Energien, je nach Exemplarstreuung von Leerlaufspannungen kommen kann. Eine derartige Situation wird dabei nochmals instabiler, sofern die Leerlaufspannungen mit der Alterung der Batterien bzw. bei Schädigung einer der Fahrzeugbatterien stark wandern.

[0003] Gelöst wird dieses Problem bisher durch den Einsatz von sog. DC/DC-Wandlern (Gleichstromsteller), die zwischen den Fahrzeugbatterien geschaltet sind und eine Leerlaufspannung einbringen, die genau die Leerlaufdifferenz aufheben kann, wodurch die Fahrzeugbatterien in einem ersten Schritt gleich belastet werden, auch wenn sie Differenzen in den Leerlaufspannungen aufweisen. Derartige DC/DC-Wandler können durch ihre Gegenspannung auch dann ausgleichend gegensteuern, wenn eine der Fahrzeugbatterien bereits einen tieferen Ladungszustand als eine zweite Fahrzeugbatterie aufweist, wobei in diesem Fall die Gegenspannung des DC/DC-Wandlers durch eine übergeordnete Betriebsstrategie so gesteuert wird, dass die zweite Fahrzeugbatterie jeweils im Teillastbetrieb deutlich stärker belastet wird als die erste Batterie. Hierdurch lässt sich ebenfalls eine Stabilisierung des Gesamtsystems erreichen und die Ladung der beiden Fahrzeugbatterien anpassen. Derartige DC/DC-Wandler sind jedoch vergleichsweise teuer und aufwändig.

[0004] Die vorliegende Erfindung beschäftigt sich somit mit dem Problem, für ein elektrisch antreibbares Kraftfahrzeug mit zumindest zwei Fahrzeugbatterien, eine verbesserte oder zumindest eine alternative Ausführungsform anzugeben, die sich insbesondere durch einen anderen Aufbau und verbunden damit, durch deutlich geringere Kosten auszeichnet.

[0005] Dieses Problem wird erfindungsgemäß durch die Gegenstände der unabhängigen Ansprüche gelöst. Vorteilhafte Ausführungsformen sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

[0006] Die vorliegende Erfindung beruht auf dem allgemeinen Gedanken, ein elektrisch antreibbares Kraftfahrzeug mit zumindest zwei parallel schaltbaren Fahrzeugbatterien und einer zugehörigen elektronischen Schaltungsanordnung auszustatten, wobei diese Schaltungsanordnung eine der Anzahl der Fahrzeugbatterien entsprechende Anzahl an elektronischen Lastschaltern aufweist, über welche die Fahrzeugbatterien einzeln oder in beliebiger Kombination, insbesondere zusammen, zu einem elektrischen Verbraucher durchschaltbar sind. Die elektronische Schaltungsanordnung ermöglicht somit einen Ersatz eines anstelle dieser bisher eingesetzten DC/DC-Wandlers, wodurch nicht nur eine erhebliche Kosteneinsparung möglich ist, sondern zugleich auch eine Reduzierung des Gewichts und eine Reduzierung einer elektrischen Verlustleistung, welche bei einem derartigen DC/DC-Wandler bei ca. 3% liegt. Demgegenüber arbeitet die erfindungsgemäße elektronische Schaltungsanordnung nahezu verlustfrei, wodurch ein insgesamt erzielbarer Wirkungsgrad deutlich höher ist, als bei vergleichbaren und aus dem Stand der Technik bekannten Systemen. Mit der erfindungsgemäßen Schaltungsanordnung ist es somit auf einfache und gleichzeitig kostengünstige Weise möglich, mehrere parallel schaltbare Hochvoltbatterien optimal zugänglich zu machen.

[0007] Weitere wichtige Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen, aus den Zeichnungen und aus der zugehörigen Figurenbeschreibung anhand der Zeichnungen.

[0008] Es versteht sich, dass die vorstehend genannten und die nachstehend noch zu erläuternden Merkmale nicht nur in der jeweils angegebenen Kombination, sondern auch in anderen Kombinationen oder in Alleinstellung verwendbar sind, ohne den Rahmen der vorliegenden Erfindung zu verlassen.

[0009] Bevorzugte Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den Zeichnungen dargestellt und werden in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert, wobei sich gleiche Bezugszeichen auf gleiche oder ähnliche oder funktional gleiche Bauteile beziehen.

[0010] Dabei zeigen, jeweils schematisch,

[0011] [Fig. 1](#) eine Schaltskizze eines erfindungsgemäß elektrisch antreibbaren Kraftfahrzeugs,

[0012] [Fig. 2](#) eine Detaildarstellung einer Schaltungsanordnung mit einzelnen Lastschaltern,

[0013] [Fig. 3](#) eine Detaildarstellung einer Einheit zur Reduzierung einer elektrischen Verlustleistung.

[0014] Entsprechend der [Fig. 1](#), weist ein elektrisches System **1** zum Antrieb eines Elektrofahrzeugs

ges zumindest zwei parallel schaltbare Fahrzeugbatterien **2** und **2'** sowie eine elektronische Schaltungsanordnung **3** auf, die eine der Anzahl der Fahrzeugbatterien **2**, **2'** entsprechende Anzahl an elektronischen Lastschaltern S1, S2 umfasst, über die die Fahrzeugbatterien **2**, **2'** einzeln oder zusammen zu einem elektrischen Verbraucher, bspw. einem elektrischen Antriebsmotor, durchschaltbar sind. Mit R1 und R2 sind dabei die Innenwiderstände der Fahrzeugbatterien **2**, **2'** bezeichnet, wogegen ein Schalter S eine Endstufe **5** symbolisiert und ein elektrischer Motor M mit dem Bezugszeichen **4** eine variable Last des Antriebes, die sich bspw. durch die Taktung des Schalters S ergibt.

[0015] Im Teillastbetrieb wird dabei immer nur eine der beiden Fahrzeugbatterien **2**, **2'** über den entsprechenden Lastschalter S1, S2 benutzt und zwar derart, dass sich die Ladungen der einzelnen Fahrzeugbatterien **2**, **2'** vorzugsweise gleichmäßig abbauen. Selbstverständlich können dabei entgegen der gemäß der [Fig. 1](#) dargestellten zwei Fahrzeugbatterien **2**, **2'** auch mehrere angeordnet sein. Im Hochlastbetrieb des elektrisch antreibbaren Fahrzeugs, der in der Regel nur kurzzeitig genutzt wird, werden die beiden Lastschalter S1 und S2 zusammen eingeschaltet, wodurch sich eine Sternschaltung aus den Widerständen R1 und R2 sowie M ergibt. Bei neuen Fahrzeugbatterien **2**, **2'** sind die Spannungsverhältnisse dabei derart, dass bereits bei 10 bis 20% der maximalen Stromabgabe einer Fahrzeugbatterie **2**, **2'** kein Strom in die andere Fahrzeugbatterie **2'**, **2** zurück fließen kann. Bei geschädigten Fahrzeugbatterien **2**, **2'** sind diese Werte selbstverständlich höher, wobei das elektrische System **1** in jedem Fall ohne Stromrückfluss in die jeweils funktionsfähige Fahrzeugbatterie **2'**, **2** verbleibt. Wird allerdings eine der Fahrzeugbatterien **2**, **2'** mit 80% belastet und dabei immer noch nicht eine Leerlaufspannung der zumindest einen weiteren Fahrzeugbatterie **2'**, **2** unterschritten, so ist diese weitere Fahrzeugbatterie **2'**, **2** entweder komplett tief entladen oder derart geschädigt, dass sie ausgetauscht werden muss. Ein Umschaltzeitpunkt von Teillast- zum Hochlastbereich wird erfindungsgemäß durch eine entsprechende Betriebsstrategie unter Berücksichtigung einer aktuell erkennbaren Leerlaufdifferenz der beiden Fahrzeugbatterien **2**, **2'** festgelegt. Generell wird hier und im Folgenden immer von zwei Fahrzeugbatterien **2**, **2'** gesprochen, wobei selbstverständlich klar ist, dass hiervon auch deutlich mehr, bspw. drei oder vier, vorgesehen sein können.

[0016] Mit dem erfindungsgemäßen elektrischen System **1**, d. h. insbesondere mit der erfindungsgemäßen elektrischen Schaltungsanordnung **3**, können somit ein bisher anstelle der elektrischen Schaltungsanordnung **3** vorgesehener Spannungswandler (DC/DC-Wandler) eingespart und trotzdem die Energieinhalte mehrerer parallel schaltbarer Hochvoltfahrzeugbatterien **2**, **2'** optimal zugänglich gemacht

werden. Gemäß der [Fig. 1](#) ist dabei noch im Bereich des Schalters S die Endstufe **5** dargestellt, welche ggf. entfallen kann.

[0017] Gemäß der [Fig. 2](#) ist die Schaltungsanordnung **3** mit den beiden Lastschaltern S1 und S2 dargestellt, die jeweils aus zwei antiparallel liegenden Leistungszeigen **6** und **6'** mit jeweils integrierten IGBT's (insulated gate bipolar transistor) und einer zugehörigen Sperrdiode **7**, **7'** aufgebaut sind. Vorteilhafterweise liegt dabei in einem weiteren, dritten parallelen Leistungsweig **6''** ein sog. Power-MOSFET **8**. Die in den beiden Leistungszeigen **6** und **6'** antiparallel angeordneten IGBT's ermöglichen eine Leistungsentnahme sowie gleichzeitig eine Rekuperation, d. h. eine Aufladung, der Fahrzeugbatterien **2**, **2'**. Die ebenfalls antiparallelen Sperrdioden **7**, **7'** verhindern dabei parasitäre Ströme von einer Fahrzeugbatterie **2** zur anderen Fahrzeugbatterie **2'**. Ist einer der beiden Leistungszeige **6**, **6'** durchgeschaltet, liegend an dem jeweiligen IGBT typischerweise noch ca. 5 V Spannung an. Die damit verbundene Verlustleistung kann durch Schalten des Power-MOSFET's **8** weiter reduziert werden, wobei ein derartiger Power-MOSFET **8** bspw. gemäß der [Fig. 3](#) detailliert dargestellt ist. Ein Power-MOSFET **8** hat üblicherweise noch einen Widerstand von ca. 2 mOhm.

[0018] Durch eine parallele Schaltung mehrerer MOSFET's **8**, wie dies bspw. gemäß der [Abb. 3](#) gezeigt ist, kann der Schaltungswiderstand weiter reduziert werden. Ebenfalls der [Fig. 3](#) ist dabei zu entnehmen, dass in Serie zu den einzelnen Power-MOSFET's **8** Relais **9** liegen, wodurch einerseits ein (astfreies) Schalten der Relais **9** und andererseits eine Verwendung von niederohmigen Niederspannungs-MOSFET's ermöglicht wird.

[0019] Der gemäß der [Fig. 2](#) dargestellten Schaltungsanordnung **3** liegt dabei die Aufgabe zugrunde, einen elektronischen Schalter für große Ströme (typischerweise 100 Ampere) zu entwickeln, der in beide Richtungen sperrbar ist. Dies bedeutet, dass ein geöffnete Lastschalter S1, S2 sowohl sperren muss, wenn die Spannung am Punkt „Fahrzeugbatterie **2**“ größer ist als am Punkt „M“, als auch, wenn die Spannung an der Fahrzeugbatterie **2** kleiner ist als am Punkt „M“. Hierzu sind normale elektronische Schalter nicht in der Lage. Mittels der Sperrdioden **7**, **7'** können unerwünschte elektrische Ströme gesperrt werden, wobei bspw. die Sperrdiode **7** und die im Leistungsweig **6** angeordnete IGBT den Strompfad für einen Fahrbetrieb darstellen, während die Sperrdiode **7'** und der im Leistungsweig **6'** angeordnete IGBT einen Strompfad für einen Rekuperationsbetrieb des Lastschalters S1 darstellen. Bei einer derartigen Anordnung gibt es für den Lastschalter S1 insgesamt keine parasitären Dioden mehr, da die vergleichbaren Sperrdioden **7**, **7'** im Lastschalter S2 sowie die zugehörigen IGBT's den Lastschalter S2 bil-

den.

[0020] Eine erfindungsgemäße Betriebsstrategie besteht nun darin, dass für eine geraume Zeit, bspw. für 20 Minuten, nur mit Hilfe einer einzigen Fahrzeugbatterie **2**, **2'** gefahren wird (aktuelle Hauptbatterie) und die andere Fahrzeugbatterie **2'**, **2** nur zum Boosten bzw. zum starken Bremsen kurzzeitig hinzugezogen wird (aktuelle Nebenbatterie). Bei der jeweiligen Hauptbatterie werden hierbei entsprechend einer Betriebsstrategie beide zugeordneten IGBT's dauerhaft durchgeschaltet, während die IGBT's der jeweiligen Nebenbatterie nur bei Bedarf eingeschaltet werden. Eine elektrische Verlustleistung der gemäß der [Fig. 2](#) dargestellten Schaltungsanordnung **3** beträgt ca. 100 Ampere, in Summe also ca. 700 Watt. Das liegt daran, dass der Spannungsabfall in der Schaltungsanordnung **3** ca. 3,5 V und der Strom insgesamt 200 Ampere beträgt. Durch den Einsatz der beiden Power-MOSFET's **8** reduziert sich dabei die Verlustleistung auf unter 100 Watt.

[0021] Gemäß der [Fig. 3](#) ist eine derartige Einheit aus Power-MOSFET's **8** und zugehörigen Relais **9** geschaltet, wobei üblicherweise parallel geschaltete Power-MOSFET's für niedrige Spannungen (40 V) mit Innenwiderständen von typischerweise 2 mOhm und parallel geschalteten Relais **9** verwendet werden. Zum Einschalten der gemäß der [Fig. 3](#) dargestellten Einheit muss sich dabei das elektrisch antreibbare Kraftfahrzeug stabil im Fahrbetrieb befinden und die einzelnen Power-MOSFET's **8** müssen jeweils geöffnet sein. In diesem Zustand werden zunächst die einzelnen Relais **9** lastfrei geschaltet und solange abgewartet (bspw. 100 msec) bis alle Laufzeitunterschiede der einzelnen Relais **9** bedeutungslos geworden sind. Lastfreie Relais **9** kann man dabei extrem häufig und praktisch verschleißfrei schalten. Außerdem verhalten sich parallel geschaltete Relais **9** gutmütig gegenüber Exemplarstreuung, wenn sie einmal verschleißfrei geschaltet worden sind.

[0022] In einem zweiten Schritt werden dann die Power-MOSFET's **8** (Feldeffekttransistoren) geschaltet. Da diese Power-MOSFET's **8** im Nulldurchgang Ohmsche Widerstände bilden, verhalten sie sich ebenfalls gutmütig gegenüber Exemplarstreuungen. Sind die Power-MOSFET's **8** erst einmal geschaltet, so können sie als Ohmsche Widerstände auch Rekuperationsströme in gleicher Höhe und mit gleich gutem Wirkungsgrad leiten. Die Power-MOSFET's **8** (Feldeffekttransistoren) können aber im Rekuperationsbetrieb nicht geöffnet werden, hierzu muss stets ein Fahrbetrieb abgewartet werden. Die Öffnung der Power-MOSFET's **8** und der Relais **9** geschieht beim Öffnen in umgekehrter Reihenfolge wie beim Schließen. Durch dieses Verfahren der Trennung der Spannung durch Relais **9** können die Power-MOSFET's **8** für niedrigere Spannungen (40 V) verwendet werden, denn nur bei diesen gibt es heute bereits Bautypen

mit niedrigen Innenwiderständen von bspw. 2 Milli-ohm.

[0023] Denkbar ist auch eine erweiterte Betriebsstrategie bei Volllast und bei Missbrauch. Bei aggressiver Fahrweise könnten bspw. die IGBT's der jeweiligen Nebenbatterie den zugehörigen Lastschalter S1 aufheizen, wobei in diesem Fall die Betriebsstrategie darin besteht, dass fahrsituationsbezogen auch die Power-MOSFET's **8** der Nebenbatterie zugeschaltet werden. Dies führt zu einer sofortigen, deutlichen Reduzierung der Verlustleistung, woraufhin die Temperatur der Schaltungsanordnung **3** wieder fällt. Für gewisse Zeiträume müssen in diesem Notfall erhöhte Schaltspiele der Relais **9** in Kauf genommen werden, wobei die Schaltungsanordnung **9** mit dieser Strategie jedoch die Fahrsituation sicher beherrschen und die erhöhten Relais-Schaltspiele lediglich ein geringfügiges Geräuschproblem darstellen.

Patentansprüche

1. Elektrisch antreibbares Kraftfahrzeug mit zumindest zwei parallel schaltbaren Fahrzeugbatterien (**2**, **2'**) und mit einer elektronischen Schaltungsanordnung (**3**), die eine den der Anzahl der Fahrzeugbatterien (**2**, **2'**) entsprechende Anzahl an elektronischen Lastschaltern (S1, S2) aufweist, über die die Fahrzeugbatterien (**2**, **2'**) einzeln oder zusammen zu einem elektrischen Verbraucher (**4**) durchschaltbar sind.

2. Schaltungsanordnung (**3**) mit zumindest zwei elektronischen Lastschaltern (S1, S2) für ein elektrisch antreibbares Kraftfahrzeug nach Anspruch 1.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

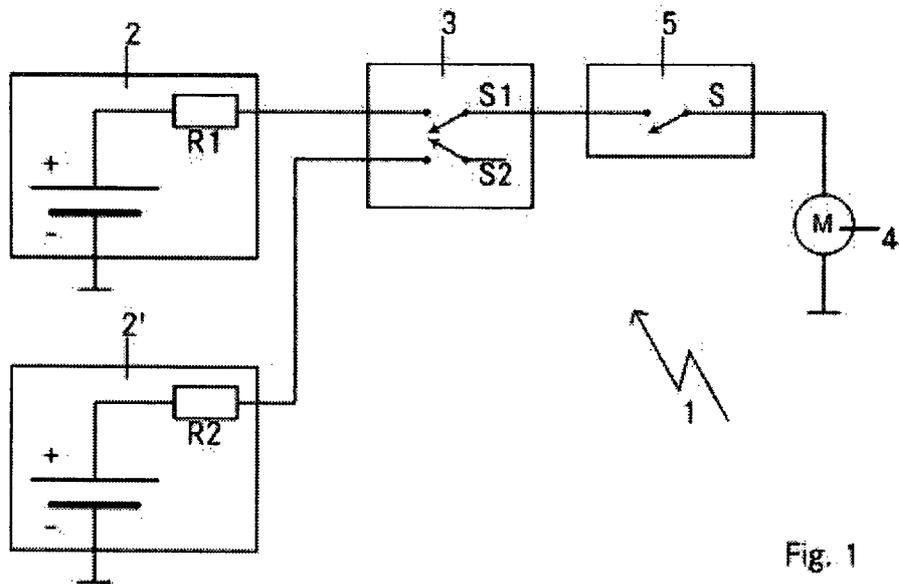


Fig. 1

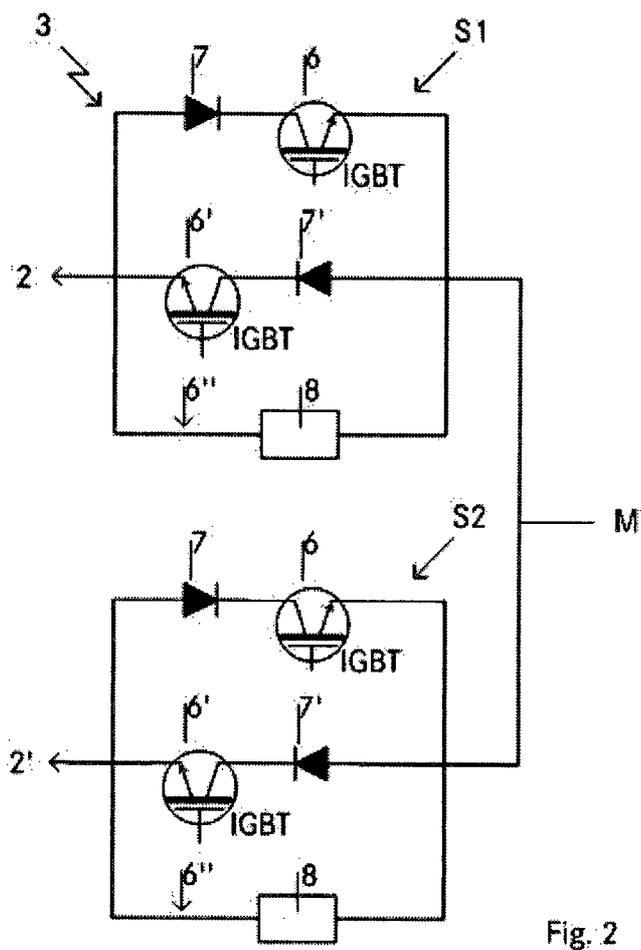


Fig. 2

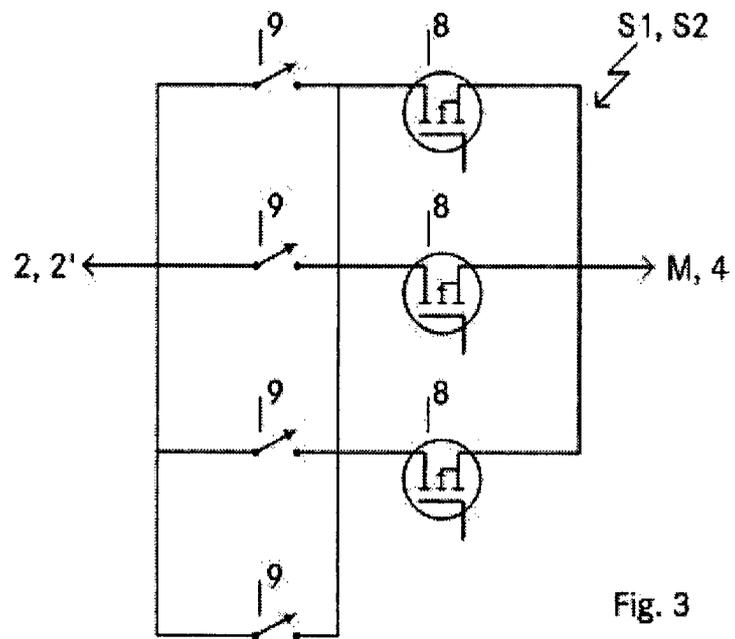


Fig. 3