



(10) **DE 10 2004 040 228 B4** 2011.04.14

(12) **Patentschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2004 040 228.0**
(22) Anmeldetag: **18.08.2004**
(43) Offenlegungstag: **09.03.2006**
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **14.04.2011**

(51) Int Cl.⁸: **B60L 11/12 (2006.01)**
H02P 13/00 (2006.01)
H02P 31/00 (2006.01)
H02M 5/14 (2006.01)

Innerhalb von drei Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:
**Bayerische Motoren Werke Aktiengesellschaft,
80809 München, DE**

(72) Erfinder:
**Götz, Georg, 84439 Steinkirchen, DE; Strobl,
Wolfgang, 85072 Eichstätt, DE; Glonner, Hans,
85276 Pfaffenhofen, DE; Weisser, Matthias, Dr.,
82024 Taufkirchen, DE**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:

DE	197 22 644	C1
DE	198 16 918	A1
DE	196 52 950	A1

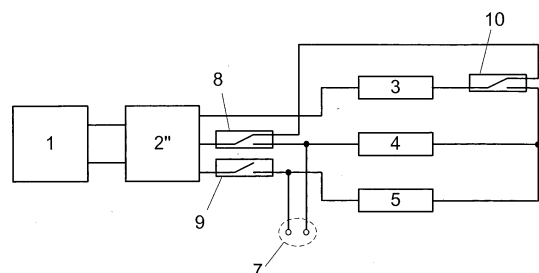
(54) Bezeichnung: **Fahrzeug mit Elektroantrieb**

(57) Hauptanspruch: Fahrzeug mit Elektroantrieb, aufweisend eine Gleichspannungsquelle, einen an die Gleichspannungsquelle angeschlossenen Wechselrichter, welcher mit einem dem Elektroantrieb des Fahrzeugs dienenden Elektromotor in Verbindung steht und zur Ansteuerung des Elektromotors im Dreiphasen-Drehstrombetrieb geeignet ist, und eine zusätzliche Wechselspannungsquelle, welche zum Anschluss elektrischer Wechselstrom-Verbraucher geeignet ist,

dadurch gekennzeichnet, dass

Komponenten des Elektromotors zur Transformation der an den Ausgängen des Wechselrichters verfügbaren Spannungen auf die Wechselspannung der Wechselspannungsquelle dienen,

wobei eine Statorwicklung des Elektromotors mit zwei Spannungsausgängen des Wechselrichters in Verbindung steht, die beiden anderen Statorwicklungen des Elektromotors in einer Reihenschaltung verbunden sind und die Wechselspannung der Wechselspannungsquelle an den beiden in Reihenschaltung verbundenen Statorwicklungen des Elektromotors abgegriffen ist.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Fahrzeug mit Elektroantrieb, aufweisend eine Gleichspannungsquelle, einen an die Gleichspannungsquelle angeschlossenen Wechselrichter, welcher mit einem dem Elektroantrieb des Fahrzeugs dienenden Elektromotor in Verbindung steht und zur Ansteuerung des Elektromotors im Dreiphasen-Drehstrombetrieb geeignet ist, und eine zusätzliche Wechsellspannungsquelle, welche zum Anschluss elektrischer Wechselstrom-Verbraucher geeignet ist.

[0002] Fahrzeuge mit einem Elektroantrieb, welcher als einziger Antrieb des Fahrzeugs oder als Hilfsantrieb, z. B. zusätzlich zu einem verbrennungsmotorischen Antrieb, vorgesehen sein kann, besitzen in der Regel eine von einer Gleichspannungsquelle gespeiste Vorrichtung zur Versorgung des Antriebselements, in der Regel eines Elektromotors, mit Wechselstrom. Als Gleichspannungsquelle kann dabei beispielsweise eine Batterie, ein Kondensator, eine Brennstoffzelle oder eine Kombination solcher Energiequellen dienen. Zur Speisung des Elektromotors wird die von der Gleichspannungsquelle gelieferte Gleichspannung typischerweise von einem Wechselrichter in drei phasenverschobene Wechsellspannungen (Dreiphasen-Drehstrom) umgewandelt, mit welchen die Wicklungen des Elektromotors beaufschlagt werden.

[0003] Zur Steigerung des Komforts der Benutzer eines Kraftfahrzeugs, etwa um das Betreiben haushaltsüblicher Elektrogeräte im Fahrzeug oder in der Umgebung des Fahrzeugs zu ermöglichen, ist es wünschenswert, an einem Fahrzeug eine zusätzliche Wechsellspannungsquelle mit der für das regionale Stromnetz typischen Netzspannung und Frequenz (z. B. 110 V @ 60 Hz oder 220 V @ 50 Hz) bereitzustellen. Von einer entsprechend leistungsfähig ausgelegten zusätzlichen Wechsellspannungsquelle kann gegebenenfalls nicht nur ein einzelner Wechselstrom-Verbraucher, sondern ein zum Anschluss mehrerer Verbraucher geeignetes Wechselstromnetz gespeist werden.

[0004] Zur Vermeidung des Gewichts und des Bau- raum beanspruchenden Volumens unnötiger Komponenten in einem Fahrzeug ist es zweckmäßig, als Energiequelle für eine solche zusätzliche Wechsellspannungsquelle die bereits für den Elektroantrieb im Fahrzeug vorgesehene Gleichspannungsquelle zu verwenden. Zur Umsetzung der von der Gleichspannungsquelle gelieferten Gleichspannung in eine Wechsellspannung wird ein Wechselrichter benötigt. Auch hier wird zweckmäßigerweise der bereits im Fahrzeug vorhandene, zum Betrieb des Elektromotors geeignete Wechselrichter verwendet.

[0005] Aus der DE 197 22 644 C1 ist ein Elektrofahrzeug mit einer zusätzlichen Wechselstromquelle bekannt, bei welcher, wie beschrieben, die Umsetzung der Gleichspannung einer Gleichspannungsquelle in eine Wechsellspannung durch einen bereits für die Speisung des Elektroantriebs vorgesehenen Wechselrichter erfolgt. Dabei ist eine Steckdose zum Anschluss elektrischer Verbraucher direkt mit dem Wechselrichter verbunden. Dies birgt jedoch den Nachteil, dass der Scheitelwert der an der Steckdose verfügbaren Wechsellspannung in jedem Fall kleiner oder gleich der an der Gleichspannungsquelle verfügbaren Gleichspannung ist. Dementsprechend ist die gewünschte zusätzliche Wechsellspannungsquelle nur dann durch eine Vorrichtung gemäß der DE 197 22 644 C1 realisierbar, wenn als Gleichspannungsquelle eine Hochleistungsbatterie zur Verfügung steht, deren Ausgangsspannung größer oder gleich der gewünschten Scheitelspannung der zusätzlichen Wechsellspannungsquelle ist. Von der Verfügbarkeit einer Gleichspannungsquelle mit solch hoher Ausgangsspannung kann jedoch in der Regel nicht ausgegangen werden.

[0006] Die DE 196 52 950 A1 offenbart ein Verfahren und eine Vorrichtung für die Ausführung eines batteriegestützten, elektrischen Drehstromantriebssystems mit Batterieladeeinrichtung. Dabei übernimmt das Steuer- und Leistungsteil des Drehstromfahrmotors in Verbindung mit einer besonderen Wicklungsausführung des Fahrmotors neben der Antriebsspeisung aus der Batterie auch die Batterieladung aus dem Drehstromnetz. Dabei wird ein Drehstrommotor, welcher mit seiner dreiphasigen Wicklung und seinem Eisenkreis bereits einen dreiphasigen Drehstromtransformator darstellt, für die Spannungsanpassung mittels besonderer Wicklungsausführung genutzt.

[0007] Die DE 198 16 918 A1 offenbart ein in einem Fahrzeug angeordnetes elektrisches System, bei dem ein Elektromotor über einen Umrichter aus einer Brennstoffzelle speisbar ist, wobei der Umrichter einen Stützkondensator, Potentialklemmen und Schaltklemmen aufweist und wobei die Brennstoffzelle über die Potentialklemmen und der Elektromotor über die Schaltklemmen mit dem Umrichter verbunden ist. Dabei ist eine Batterie über mindestens eine Motorwicklung als Induktivität und einen Schalter an eine der Potentialklemmen und an eine der Schaltklemmen anschaltbar, so dass zum Starten der Brennstoffzelle der Umrichter als ein von der Batterie gespeister Hochsetzsteller betreibbar ist.

[0008] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist die Angabe eines Fahrzeugs mit Elektroantrieb mit einer zusätzlichen Wechsellspannungsquelle, welche geeignet ist, elektrische Geräte oder Vorrichtungen mit einer Wechsellspannung zu versorgen, und deren Scheitelspannung größer ist als die Gleichspannung

der Gleichspannungsquelle, von welcher der Elektroantrieb versorgt wird.

[0009] Die Aufgabe wird gelöst, indem Komponenten des Elektromotors zur Transformation der an den Ausgängen des Wechselrichters verfügbaren Spannungen auf die Wechselspannung der Wechselspannungsquelle verwendet werden.

[0010] Insbesondere können der Wechselrichter und der Elektromotor gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung so miteinander verschaltet und der Wechselrichter so betrieben werden, dass der Wechselrichter und die Komponenten des Elektromotors als Brückensteller wirken. Das Transformationsverhältnis ist dabei festgelegt durch die elektrische Schaltung, die sich aus der Verbindung der Spannungsausgänge des Wechselrichters mit den Komponenten des Elektromotors, sowie deren Verbindungen untereinander und den Abgriff der Wechselspannungsquelle ergibt.

[0011] Bei dieser bevorzugten Ausführungsform der Erfindung wird eine erste Statorwicklung des Elektromotors im Wesentlichen zwischen zwei Spannungsausgänge des Wechselrichters geschaltet. Der Wechselrichter wird dabei so betrieben, dass die erste Statorwicklung mit einer Wechselspannung beaufschlagt wird. Vorzugsweise wird diese Wechselspannung erzeugt, indem an den beiden über die erste Statorwicklung verbundenen Spannungsausgängen zwei um 180° gegeneinander versetzte pulsbreitenmodulierte Spannungen erzeugt werden, die jeweils im Wesentlichen sinusförmig sind. Somit ergibt sich auch als die an der ersten Statorwicklung anliegende Differenz dieser beiden Spannungen eine im Wesentlichen sinusförmige Spannung. Bei einem elektronisch gesteuerten Wechselrichter ist die Software zum Betrieb des Wechselrichters dementsprechend gegenüber dem Betrieb zur Ansteuerung eines Elektromotors im Dreiphasen-Drehstrombetrieb zu verändern bzw. zu erweitern.

[0012] Die beiden anderen Statorwicklungen des Elektromotors sind galvanisch von dem Wechselrichter entkoppelt. Sie werden im Wesentlichen in einer Reihenschaltung verbunden. Durch die Beaufschlagung der ersten Statorwicklung mit einer Wechselspannung wird jedoch eine Kopplung zwischen den Statorwicklungen über den magnetischen Fluss in den Komponenten des Elektromotors verursacht. Die Komponenten des Elektromotors erfüllen somit die Funktion eines Transformators. Die erste Statorwicklung wirkt als Primärspule des Transformators, die beiden anderen Statorwicklungen als Sekundärspule. Der Luftspalt zwischen dem Stator und dem Rotor des Elektromotors reicht aus, um als Luftspalt des Transformators, bzw. als Speicherdrossel eines Hochsetzstellers zu fungieren.

[0013] Die Ausgangsspannung des Transformators kann an den freien Enden der beiden in Reihenschaltung verbundenen Statorwicklungen abgegriffen werden und steht als Wechselspannung der Wechselspannungsquelle zur Verfügung. In der beschriebenen Vorrichtung ergibt sich für den durch die Komponenten des Elektromotors realisierten Transformator, unter der Voraussetzung der gleichen Wicklungszahl für alle drei Statorwicklungen, ein festes Transformationsverhältnis von $ü = 2$.

[0014] Die Amplitude der an der Wechselspannungsquelle zur Verfügung gestellten Wechselspannung wird somit gegenüber der maximalen Amplitude einer zwischen den Spannungsausgängen des Wechselrichters erzeugbaren Wechselspannung verdoppelt. Die Amplituden der an den Spannungsausgängen des Wechselrichters erzeugten Spannungen und somit die Amplitude der Wechselspannung der Wechselspannungsquelle kann im Wechselrichter in an sich bekannter Weise durch Pulsbreitenmodulation verändert, insbesondere verringert, werden.

[0015] Hieraus ergibt sich gegenüber dem Stand der Technik eine Verdoppelung des Wertebereichs für die Amplitude der an einer zusätzlichen Wechselspannungsquelle zur Verfügung stellbaren Wechselspannung. Insbesondere die Anforderungen an die Gleichspannungsquelle werden dadurch gegenüber dem Stand der Technik erheblich reduziert. Zudem birgt eine erfindungsgemäße Vorrichtung gegenüber dem Stand der Technik den Vorteil einer galvanischen Entkopplung zwischen dem Fahrzeug und dessen zusätzlicher Wechselspannungsquelle.

[0016] Alternativ zur oben beschriebenen Ausführungsform der Erfindung können der Wechselrichter und der Elektromotor durch eine Abänderung der beschriebenen Beschaltung des Transformators und/oder eine Abänderung der beschriebenen Signalform der von dem Wechselrichter erzeugten Ausgangsspannungen in an sich bekannter Weise so verschaltet und betrieben werden, dass der Wechselrichter und die Komponenten des Elektromotors als Hochsetzsteller wirken. Der Wertebereich für die Amplitude der an der zusätzlichen Wechselspannungsquelle zur Verfügung stellbaren Wechselspannung ist damit noch weiter vergrößerbar.

[0017] An einem Elektromotor sind für dessen Betrieb als Antriebselement typischerweise Mittel zur Erfassung der an den Statorwicklungen anliegenden Spannungen vorgesehen. Diese Mittel zur Erfassung der an den Statorwicklungen anliegenden Spannungen sind beim erfindungsgemäßen Betrieb des Elektromotors bzw. einzelner Komponenten des Motors zur Kontrolle der Wechselspannung der zusätzlichen Wechselspannungsquelle und gegebenenfalls zu deren Regelung verwendbar.

[0018] Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung sind an den Verbindungen zwischen den Spannungsausgängen des Wechselrichters und den Statorwicklungen und den Verbindungen der Statorwicklungen untereinander Schaltelemente vorgesehen, die eine Umschaltung erlauben zwischen der oben beschriebenen erfindungsgemäßen Form der elektrischen Verschaltung des Wechselrichters und des Elektromotors und einer an sich bekannten Form der elektrischen Verschaltung, in welcher der Elektromotor im Dreiphasen-Drehstrombetrieb betreibbar ist.

[0019] Zum Anschluss elektrischer Wechselstrom-Verbraucher an die zusätzliche Wechselspannungsquelle ist an dem Fahrzeug gemäß einer Weiterbildung der Erfindung mindestens eine mit der Wechselstromquelle verbundene Steckdose vorgesehen. Solche Steckdosen können als Außen- oder Innenanschlüsse ausgebildet sein. Im ersten Fall befindet sich eine solche Steckdose an einer Außenwand des Fahrzeugs und ist von außen zugänglich. Im anderen Fall befindet sich die Steckdose bevorzugt hinter einer Heck- oder Kofferraumklappe im Fahrzeuginnenen.

[0020] Bevorzugt ist zudem eine Anzeige der aus der zusätzlichen Wechselspannungsquelle entnommenen Energiemenge vorgesehen. Ferner ist bevorzugt ein gesonderter Zähler zur Kontrolle der entnommenen Energiemenge vorgesehen. Schließlich sind bevorzugt Mittel zur Sperre der Wechselspannungsquelle gegen unbefugte Benutzung oder unter unzulässigen Betriebsbedingungen vorgesehen.

[0021] Anhand der beigefügten Zeichnungen wird die Erfindung weiter erläutert. Dabei zeigen schematisch

[0022] [Fig. 1](#) die Verschaltung zwischen einer Gleichspannungsquelle, einem Wechselrichter und einem Elektromotor im Dreiphasen-Drehstrombetrieb, hier beispielhaft in Sternschaltung ausgeführt,

[0023] [Fig. 2](#) die erfindungsgemäße Verschaltung zwischen einer Gleichspannungsquelle, einem Wechselrichter und einem Elektromotor,

[0024] [Fig. 3](#) eine Vorrichtung gemäß einer Weiterbildung der Erfindung, in welcher durch das Vorsehen von Schaltelementen zwischen dem Dreiphasen-Drehstrombetrieb und dem erfindungsgemäßen Betrieb zur Speisung einer Wechselstromquelle umgeschaltet werden kann.

[0025] In [Fig. 1](#) ist eine aus dem Stand der Technik bekannte Verschaltung zwischen einer Gleichspannungsquelle 1, einem Wechselrichter 2 und einem Elektromotor mit den Statorwicklungen 3, 4 und 5 im Dreiphasen-Drehstrombetrieb, hier beispiel-

haft in Sternschaltung ausgeführt, dargestellt. Der Wechselrichter 2 ist an die Gleichspannungsquelle 1 angeschlossen und erzeugt drei jeweils um 120° gegeneinander phasenversetzte Spannungssignale. Mit diesen Spannungssignalen werden die Statorwicklungen 3, 4 und 5 des Elektromotors beaufschlagt. Das durch die Ansteuerung mit dem Drehstrom erzeugte Magnetfeld verursacht ein Drehmoment auf den Rotor des Elektromotors.

[0026] [Fig. 2](#) zeigt eine erfindungsgemäße Verschaltung zwischen einer Gleichspannungsquelle 1, einem Wechselrichter 2 und einem Elektromotor mit den Statorwicklungen 3, 4 und 5. Bei dieser Ausführungsform der Erfindung ist eine erste Statorwicklung des Elektromotors, hier die Statorwicklung 3, zwischen zwei Spannungsausgängen des Wechselrichters geschaltet. Der elektronisch gesteuerte Wechselrichter 2 ist wie zuvor an die Gleichspannungsquelle 1 angeschlossen. Der Wechselrichter wird dabei so betrieben, dass sich an der Statorwicklung 3 eine Wechselspannung ergibt. Diese Wechselspannung wird erzeugt, indem an den beiden über die erste Statorwicklung verbundenen Spannungsausgängen zwei um 180° gegeneinander versetzte pulsbreitenmodulierte Spannungen erzeugt werden, die im Wesentlichen sinusförmig moduliert sind.

[0027] Die beiden Statorwicklungen 4 und 5 sind in einer Reihenschaltung miteinander verbunden und galvanisch von dem Wechselrichter 2 und somit vom gesamten Fahrzeug entkoppelt. Durch die typische Gestaltung von Stator, Statorwicklungen und Rotor eines Elektromotors ergibt sich jedoch die Möglichkeit, eine Kopplung zwischen den Statorwicklungen über den magnetischen Fluss zu verursachen. Der magnetische Kreis mit Luftspalt wird dabei über den Stator und den Rotor des Elektromotors geschlossen. Der Luftspalt zwischen Stator und Rotor reicht aus, um als Luftspalt eines Transformators zu fungieren. Bei entsprechender Ansteuerung zumindest einer der Statorwicklungen und bei entsprechender Beschaltung der Anordnung können die Komponenten des Elektromotors somit als Transformator wirken. [Fig. 2](#) zeigt die Anordnung, in welcher die Statorwicklungen 3, 4 und 5 den Transformator 6 bilden. Durch die Beaufschlagung der Statorwicklung 3, welche die Primärspule des Transformators 6 darstellt, mit einer Wechselspannung wird eine Wechselspannung in den Sekundärspulen, den beiden anderen Statorwicklungen 4 und 5, induziert. Die Ausgangsspannung des Transformators kann an den freien Enden der beiden in Reihenschaltung verbundenen Statorwicklungen 4 und 5 abgegriffen werden und steht als Wechselspannung der Wechselspannungsquelle 7 zur Verfügung.

[0028] Auf den Rotor des Elektromotors wird durch die beschriebene Anordnung und Ansteuerung ein im zeitlichen Mittel ausgeglichenes Drehmoment er-

zeugt, so dass dieser nicht dauerhaft in Bewegung versetzt wird.

[0029] Fig. 3 zeigt eine bevorzugte Weiterbildung der Erfindung. Gemäß dieser bevorzugten Weiterbildung sind in den Verbindungen zwischen den Spannungsausgängen eines Wechselrichters 2'' und den Statorwicklungen 3, 4 und 5 und in den Verbindungen der Statorwicklungen untereinander Schaltelemente 8, 9 und 10 vorgesehen, die eine Umschaltung erlauben zwischen der in Fig. 2 dargestellten erfindungsgemäßen Form der elektrischen Verschaltung des Wechselrichters 2' aus Fig. 2 mit dem Elektromotor und der in Fig. 1 dargestellten elektrischen Verschaltung des Wechselrichters 2 aus Fig. 1 mit dem Elektromotor, in welcher der Elektromotor im Dreiphasen-Drehstrombetrieb betreibbar ist.

[0030] Der Wechselrichter 2'' ist ebenfalls hinsichtlich seiner Betriebsart umschaltbar. In einem ersten Betriebsmodus ist er in der Lage, die Funktion des Wechselrichters 2 aus Fig. 1 auszuführen, in einem zweiten Betriebsmodus die Funktion des Wechselrichters 2' aus Fig. 2. Im ersten Betriebsmodus des Wechselrichters 2'' werden die Schaltelemente 8, 9 und 10 so gestellt, dass sich eine elektrische Verschaltung des Wechselrichters 2'' mit dem Elektromotor gemäß Fig. 1 ergibt. Im zweiten Betriebsmodus des Wechselrichters 2'' werden die Schaltelemente 8, 9 und 10 so gestellt, dass sich eine elektrische Verschaltung des Wechselrichters 2'' mit dem Elektromotor gemäß Fig. 2 ergibt.

Patentansprüche

1. Fahrzeug mit Elektroantrieb, aufweisend eine Gleichspannungsquelle, einen an die Gleichspannungsquelle angeschlossenen Wechselrichter, welcher mit einem dem Elektroantrieb des Fahrzeugs dienenden Elektromotor in Verbindung steht und zur Ansteuerung des Elektromotors im Dreiphasen-Drehstrombetrieb geeignet ist, und eine zusätzliche Wechselspannungsquelle, welche zum Anschluss elektrischer Wechselstrom-Verbraucher geeignet ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass Komponenten des Elektromotors zur Transformation der an den Ausgängen des Wechselrichters verfügbaren Spannungen auf die Wechselspannung der Wechselspannungsquelle dienen, wobei eine Statorwicklung des Elektromotors mit zwei Spannungsausgängen des Wechselrichters in Verbindung steht, die beiden anderen Statorwicklungen des Elektromotors in einer Reihenschaltung verbunden sind und die Wechselspannung der Wechselspannungsquelle an den beiden in Reihenschaltung verbundenen Statorwicklungen des Elektromotors abgegriffen ist.

2. Fahrzeug nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Wechselrichter und die Komponenten des Elektromotors als Brückensteller wirken.

3. Fahrzeug nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Wechselrichter und die Komponenten des Elektromotors als Hochsetzsteller wirken.

4. Fahrzeug nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass Schaltelemente vorgesehen sind zum Umschalten der Verbindungen zwischen Wechselrichter und Elektromotor in eine Form der elektrischen Verschaltung, in welcher der Elektromotor im Dreiphasen-Drehstrombetrieb betreibbar ist.

5. Fahrzeug nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass eine Steckdose zum Anschluss elektrischer Wechselstrom-Verbraucher an die Wechselspannungsquelle vorgesehen ist.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

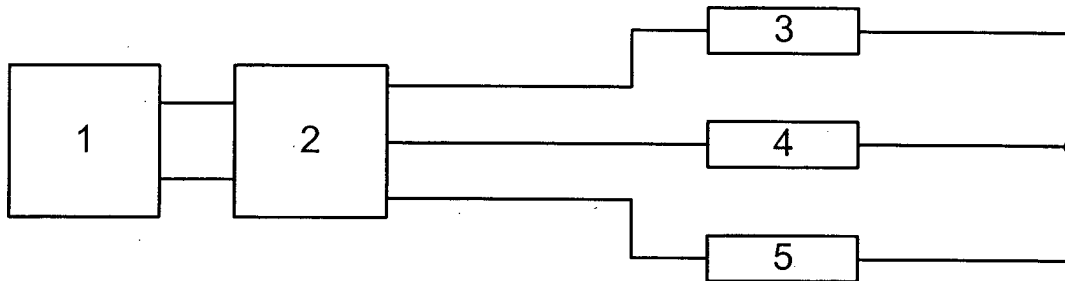


Fig. 1

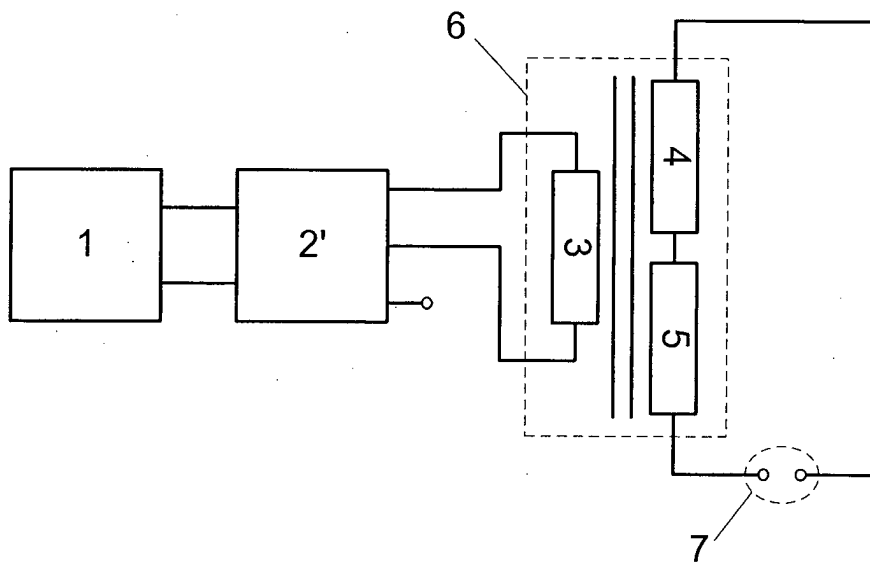


Fig. 2

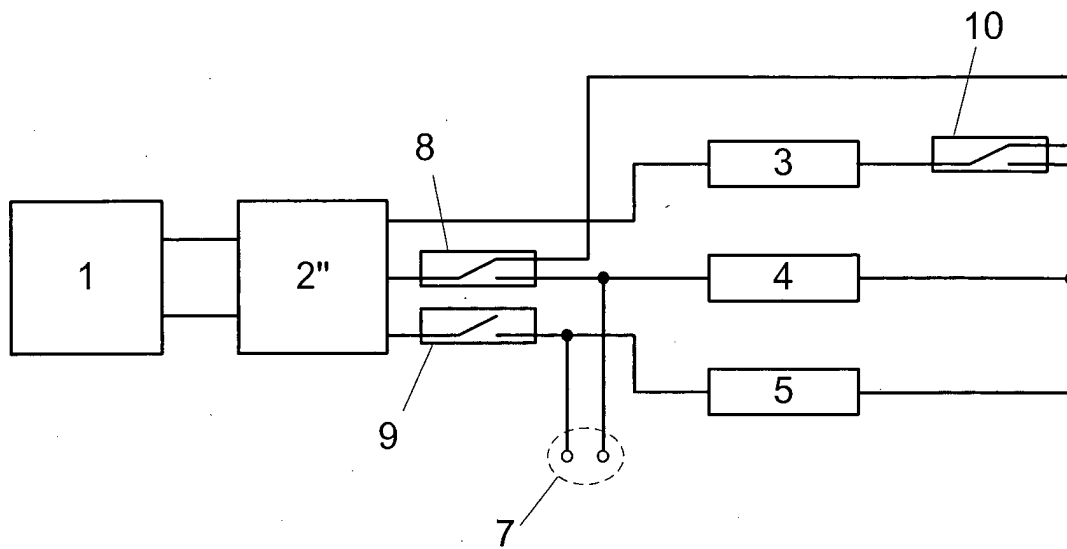


Fig. 3