

(12)

Patentschrift

(21) Anmeldenummer: A 901/2010
(22) Anmeldetag: 02.06.2010
(45) Veröffentlicht am: 15.01.2012

(51) Int. Cl. : **B60L 11/18** (2006.01)

(56) Entgegenhaltungen:
WO 2010047422A2
US 2008094013A1
DE 102009044211A1

(73) Patentinhaber:
SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT
D-80333 MÜNCHEN (DE)

(72) Erfinder:
REISCHER WILHELM
WIEN (AT)

(54) ANTRIEBSEINHEIT EINES ELEKTROFAHRZEUGS

(57) Die Erfindung betrifft eine Antriebseinheit (1) eines Elektrofahrzeugs, umfassend eine Elektromaschine (2), welche über einen bidirektional ausgebildeten Umrichter (3) an einen Energiespeicher (4) geschaltet ist, wobei der Energiespeicher (4) zum Aufladen bzw. Entladen mittels Umrichter (3) an eine externe Ladestation (12) schaltbar ist. Es ist also im Fahrzeug kein eigenes Ladegerät vorgesehen, sondern der Umrichter (3) der Antriebseinheit (1) wird bei bestehendem Anschluss an ein Versorgungsnetz als Lade- bzw. Entladeumrichter genutzt.

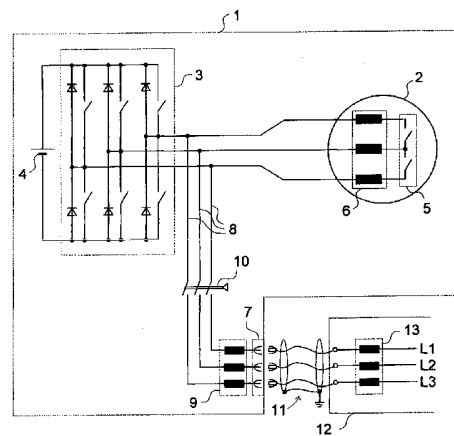


Fig. 1

Beschreibung

ANTRIEBSEINHEIT EINES ELEKTROFAHRZEUGS

[0001] Die Erfindung betrifft eine Antriebseinheit eines Elektrofahrzeugs, umfassend eine Elektromaschine, welche über einen bidirektional ausgebildeten Umrichter an einen Energiespeicher geschaltet ist.

[0002] Der Antrieb eines Elektrofahrzeugs umfasst üblicherweise einen als Gleichspannungsquelle ausgebildeten Energiespeicher. Im Fahrbetrieb wird zum Antreiben des Fahrzeugs Energie aus dem Energiespeicher über einen als Wechselrichter betriebenen Umrichter zu einer Elektromaschine übertragen. Im Falle einer Bremskraftrückgewinnung arbeitet die Elektromaschine während eines Bremsvorganges im Generatorbetrieb. Mechanische Energie wird in elektrische Energie umgewandelt und diese über den als Gleichrichter betriebenen Umrichter in den Energiespeicher geleitet.

[0003] Der Umrichter arbeitet demnach je nach Arbeitsweise der Elektromaschine als Wechselrichter oder als Gleichrichter. Der Umrichter wandelt entweder Wechselstrom oder Drehstrom in Gleichstrom um oder umgekehrt Gleichstrom in Wechselstrom oder Drehstrom. Der Energiespeicher liegt dabei in einem Spannungszwischenkreis.

[0004] Als Energiespeicher sind üblicherweise mehrzellige aufladbare Batterien vorgehen, gegebenenfalls mit einem Vorladekreis. Beim Lade- bzw. Entlademanagement des Energiespeichers sind verschiedene Aspekte zu beachten, welche vorrangig vom gewählten Batterietyp abhängen. Beispielsweise müssen Vorkehrungen gegen Tiefentladung getroffen oder nach längeren Stillstandsphasen kurze Entladeperioden vorgesehen werden, wenn dies wie bei Lithium-Ionen-Akkumulatoren zur Vermeidung schädigender chemischer Prozesse erforderliche ist. Entladevorgänge sind auch dann von Bedeutung, wenn Energiespeicher in Fahrzeugen als Speicherstationen innerhalb eines intelligenten Energienetzwerks, auch Smart Grid genannt, genutzt werden.

[0005] Verschiedene bekannte Ladekonzepte werden im Folgenden kurz erläutert. Die einfachste Möglichkeit, ein Fahrzeug mit leerem Energiespeicher wieder fahrbereit zu machen besteht in einem Batterietausch an einer entsprechenden Servicestelle. Ein Aufladen des Energiespeichers erfolgt dann in bekannter Weise fahrzeugextern.

[0006] Des Weiteren sind externe Ladestationen bekannt, welche die gesamte Ladetechnik beinhalten. Es wird dabei der Energiespeicher im Fahrzeug belassen, jedoch elektrisch von den übrigen Komponenten des Antriebsystems getrennt und mit einer solchen externen Ladestation verbunden. Diese Variante hat den Nachteil, dass jede neu zu errichtende Ladestation aufwendig und teuer ist. Öffentliche Ladestationen müssen für unterschiedliche Energiespeichertypen geeignet sein, also beispielsweise verschiedene Datenprotokolle, Ladespannungen, Anschlussstecker und gegebenenfalls Filterauslegungen und Grenzströme aufweisen.

[0007] Um diesen Nachteil zu umgehen kennt man auch Lösungen, welche eine einfach aufgebaute Ladestation und ein Ladegerät im Fahrzeug vorsehen. Die einfache Ladestation besteht im Wesentlichen aus einem Netzanschluss, welcher gegebenenfalls mit Filterkomponenten versehen ist. Während eines Lade- bzw. Entladevorgangs wird das im Fahrzeug befindliche Ladegerät über ein Ladekabel mit Netzenergie versorgt. Der Energiespeicher ist dabei von den Komponenten des Antriebsystems getrennt und mit dem Ladegerät verbunden. Das Ladegerät übernimmt das Lade- bzw. Entlademanagement, bis das Fahrzeug wieder vom Netz getrennt wird. Nachteilig sind hierbei Gewicht und Platzbedarf des Ladegeräts sowie die Notwendigkeit der Verlustleistungsabfuhr im Fahrzeug, sowie die Kosten für einen zusätzlichen Stromrichter.

[0008] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, für eine Antriebseinheit der eingangs genannten Art eine Verbesserung gegenüber dem Stand der Technik anzugeben.

[0009] Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe gelöst durch eine Antriebseinheit gemäß Anspruch 1. Verbesserungen sind in den Unteransprüchen angegeben.

[0010] Es ist vorgesehen, dass bei der gattungsgemäßen Antriebseinheit eines Elektrofahrzeugs mit einer Elektromaschine, welche über einen bidirektional ausgebildeten Umrichter an einen Energiespeicher geschaltet ist, der Energiespeicher zum Aufladen bzw. Entladen mittels dieses Umrichters an eine externe Ladestation schaltbar ist. Es ist also im Fahrzeug kein eigenes Ladegerät vorgesehen, sondern der Umrichter der Antriebseinheit wird bei angeschlossener Ladestation als Lade- bzw. Entladeumrichter zum Energieaustausch zwischen Energiespeicher im Elektrofahrzeug und extern liegender Ladestation genutzt. Die Ladestation ist entweder an ein Versorgungsnetz oder an eine andere Energiequelle wie zum Beispiel ein Notstromaggregat angeschlossen. Eine Steuerung der Antriebseinheit, welche zur Ansteuerung des Umrichters im Fahrbetrieb eingerichtet ist, übernimmt dabei vorzugsweise auch das Lade- bzw. Entlademanagement. Der aus dem Netz entnommene bzw. dorthin eingespeiste Strom ist praktisch sinusförmig mit einer daraus resultierenden äußerst geringen Oberwellenbelastung des Netzes.

[0011] Neben dem Vorteil, dass eine geeignete externe Ladestation geringe Komplexität aufweist, ist im Fahrzeug aufgrund der durchgängigen Nutzung des Umrichters kein zusätzliches Platz- oder Gewichtsproblem durch ein separates Ladegerät gegeben. Die Verringerung der Bauteile gegenüber dem Stand der Technik führt zudem zu einer erhöhten Zuverlässigkeit infolge geringeren Ausfallrisikos. Abgesehen davon tritt ein Defekt des Umrichters nicht erst im Fahrbetrieb zutage, sondern auch wenn das Fahrzeug mit der Ladestation verbunden ist.

[0012] Im Ladebetrieb arbeitet der Umrichter als aktiver Gleichrichter, welcher praktische keine Oberwellenbelastung des angeschlossenen Versorgungsnetzes hervorruft.

[0013] Vorteilhafterweise ist die Elektromaschine als Drehstrommaschine ausgebildet. Solche Maschinen sind nahezu wartungsfrei und im Vergleich zu anderen Typen kostengünstig. Zudem ist im Falle einer mittels Permanentmagneten erregten Synchronmaschine eine hohe Leistungsdichte bei geringem Gewicht gegeben.

[0014] In einer einfachen Ausprägung ist eine Trennvorrichtung zur Abschaltung der Elektromaschine während eines Lade- bzw. Entladevorgangs des Energiespeichers vorgesehen. Es wird damit sicher vermieden, dass an der Elektromaschine ein Drehmoment erzeugt wird, solange das Fahrzeug mit einer Ladestation verbunden ist.

[0015] Dabei ist es günstig, wenn mittels Trennvorrichtung Verbindungen innerhalb eines Ständers und/oder eines Läufers der Elektromaschine trennbar sind. Die Wicklungen des Ständers sind dann während eines Lade- bzw. Entladevorgangs des Energiespeichers als dämpfende Filterelemente nutzbar.

[0016] Eine Ausprägung sieht dabei vor, dass der Ständer drei Wicklungen umfasst, welche in einer Sternschaltung angeordnet sind und dass lösbare elektrische Kontakte der Trennvorrichtung zur Auftrennung eines Sternpunktes vorgesehen sind.

[0017] Eine andere Ausprägung sieht vor, dass der Ständer drei Wicklungen umfasst, welche in einer Dreieckschaltung angeordnet sind und dass lösbare elektrische Kontakte der Trennvorrichtung jeweils in Serie mit einer Wicklung angeordnet sind.

[0018] Für eine zusätzliche Absicherung ist es günstig, wenn eine Fahrzeugsteckdose zum Anschließen der Antriebseinheit an die externe Ladestation mit der Trennvorrichtung in der Weise mechanisch gekoppelt ist, dass im angeschlossenen Zustand die Elektromaschine mittels Trennvorrichtung abgeschaltet ist. Auf diese Weise besteht eine nicht umgehbare Verriegelung, welche verhindert, dass das Fahrzeug irrtümlich mit einem angeschlossenen Ladekabel in Gang gesetzt wird. Kabelbruch, Verletzungsgefahr, Zerstörung der Ladestation oder der Fahrzeugsteckdose werden also sicher vermieden.

[0019] Eine Alternative dazu sieht vor, dass die Trennvorrichtung mittels einer Steuerschaltung angesteuert wird. Im einfachsten Fall übernimmt die Steuerung des Umrichters die zusätzliche Funktion, die Trennvorrichtung bei bestehendem Anschluss an ein Versorgungsnetz zu aktivieren. Zu diesem Zweck wird beispielsweise die Fahrzeugsteckdose mit einem Sensor versehen. Dieser Sensor detektiert, ob ein Ladekabel an die Fahrzeugsteckdose angeschlossen ist und

meldet jede Zustandsänderung an die Steuerung.

[0020] Falls in der Ladestation keine oder nur unzureichende Filterelemente vorgesehen sind, werden zur ausreichenden Vermeidung von Oberwellen auch innerhalb der Antriebseinheit Filterelemente verwendet. In einer vorteilhaften Ausprägung werden die Ständerwicklungen der Elektromaschine als Filterdrosseln genutzt. Dies geschieht, indem ein Lade- bzw. Entladepfad vom Energiespeicher über den Umrichter zur Elektromaschine führt und weiter von Anzapfungen der Ständerwicklungen zu einer Fahrzeugsteckdose. Die Positionierung der Anzapfungen innerhalb der Wicklungen erlaubt dabei eine Abstimmung der Filtereigenschaften.

[0021] Für den Fall, dass der Nennstrom des Motors für einen Lade- bzw. Entladevorgang des Energiespeichers ausreicht, werden die gesamten Ständerwicklungen ohne Anzapfungen als Filterelemente genutzt. Dann führt ein Lade- bzw. Entladepfad vom Energiespeicher über den Umrichter und die Ständerwicklungen der Elektromaschine zu einer Fahrzeugsteckdose.

[0022] Eine alternative Variante sieht vor, dass ein Lade- bzw. Entladepfad vom Energiespeicher über den Umrichter zu einer Fahrzeugsteckdose führt und dass in diesem Pfad eine eigene Filteranordnung vorgesehen ist. Dies ermöglicht eine von der Elektromaschine unabhängige Filterdimensionierung bzw. Filteranpassung an eine einzuhaltende Oberwellenbelastung des Netzes bzw. an eine einstellbare Ladestromgrenze der Batterie.

[0023] Drosselfilter im Lade- bzw. Entladepfad haben neben der dämpfenden Wirkung den Effekt, dass der als gesteuerter Gleichrichter arbeitende Umrichter als Spannungshochsetzer fungiert. Somit kann die Ladespannung den Erfordernissen des Energiespeichers angepasst werden, auch bei einer geringen Versorgungsspannung.

[0024] Eine vorteilhafte Weiterentwicklung sieht vor, dass in einem Lade- bzw. Entladepfad zwischen dem Energiespeicher und einer Fahrzeugsteckdose ein Sicherungsautomat angeordnet ist. Störungen des Netzes oder Kurzschlüsse innerhalb des Systems führen dann zu einer sofortigen Unterbrechung des Stromflusses, bevor weitreichende Schäden entstehen können.

[0025] Die Erfindung wird nachfolgend in beispielhafter Weise unter Bezugnahme auf die beigefügten Figuren erläutert. Es zeigen in schematischer Darstellung:

[0026] Fig. 1 Antriebseinheit und Ladestation mit Ladekabel

[0027] Fig. 2 Ständerwicklungen als Filterelemente mit Anzapfungen

[0028] Fig. 3 Ständerwicklungen als Filterelemente

[0029] Die in Fig. 1 dargestellte Antriebseinheit 1 umfasst im Wesentlichen eine Elektromaschine 2, einen als Drehstrombrückenschaltung ausgebildeten Umrichter 3 sowie einen Energiespeicher 4. Eine Steuerung ist der Übersichtlichkeit halber nicht eingezeichnet. Angesteuert werden Schalter des Umrichters 3 entweder als Elemente eines Wechselrichters oder als Elemente eines gesteuerten Gleichrichters, auch als Active Line Module (ALM) bezeichnet. In der Regel werden diese Schalter durch Transistoren mit parallel geschalteten Dioden (vorzugsweise IGBT) gebildet.

[0030] Den Energiespeicher 4 bildet vorzugsweise eine mehrzellige Batterie. Um die Spitzenstrombelastung der Batterie zu reduzieren, ist diese günstigerweise mit Superkondensatoren kombiniert, wobei diese Elemente dann einen Gleichspannungszwischenkreis bilden. Optional ist die Batterie mit einer Vorladeschaltung versehen.

[0031] Im Fahrbetrieb wird der aus der Energiequelle 4 entnommene Gleichstrom mittels Umrichter 3 in einen Wechselstrom umgewandelt und der Elektromaschine 2 zugeführt. Die Elektromaschine 2 ist vorzugsweise als Drehstrommaschine ausgebildet. Diese weist einen Ständer 6 und einen nicht dargestellten Läufer auf. Jeder der drei Phasen des Drehstromes ist eine Ständerwicklung zugeordnet. Die in Fig. 1 dargestellte Variante zeigt eine Sternschaltung dieser Ständerwicklungen. Eine Dreiecksanordnung der Ständerwicklungen wird gewählt, wenn eine andere Motorkennlinie oder Spannungsanpassung erwünscht ist.

[0032] Um die Elektromaschine 2 während eines Lade- bzw. Entladevorgangs an einer Lade-

station 12 abzuschalten ist eine Trennvorrichtung 5 vorgesehen. Im vorliegenden Beispiel einer Sternschaltung der Ständerwicklungen umfasst die Trennvorrichtung 5 zwei lösbare elektrische Kontakte zur Auftrennung des Sternpunktes. Im Falle einer Dreieckschaltung ist jeweils in Serie mit einer Ständerwicklung ein lösbarer elektrischer Kontakt vorzusehen. Werden die Ständerwicklungen nicht als Filterelemente während eines Lade- oder Entladevorgangs benötigt, kann die Trennvorrichtung 5 auch in einer Verbindungsleitung zwischen Umrichter 3 und Elektromaschine 2 angeordnet sein.

[0033] Zum Aufladen- bzw. Entladen des Energiespeichers 4 ist der drehstromseitige Ausgang des Umrichters 3 über einen Lade- bzw. Entladepfad 8 mit einer Fahrzeugsteckdose 7 verbunden. In diesem Lade- bzw. Entladepfad 8 ist günstigerweise ein Sicherungsautomat 10 angeordnet. Der Sicherungsautomat 10 schützt die Antriebseinheit vor unzulässigen Spannungsspitzen und Kurzschlüssen sowie deren Folgewirkungen.

[0034] Wie in Fig. 1 dargestellt sieht eine einfache Ausprägung der Erfindung vor, dass im Lade- bzw. Entladepfad 8 eine eigene Filtereinheit 9 angeordnet ist. In jedem Strang der Dreiphasenleitung ist eine Filterdrossel vorgesehen. Neben der Reduktion von Oberwellen dienen diese Drosseln dazu, den Umrichter 3 als Hochsetzer zu betreiben. Zur Aufladung des Energiespeichers 4 steht dann eine höhere Ladespannung als die Spannung zur Verfügung, welche aus einem angeschlossenen Versorgungsnetz L1, L2, L3 normalerweise resultieren würde. Eine Alternative dazu bildet ein Transformator, welcher in die Ladestation 12 integriert sein kann. Neben der Anpassung der Ladespannung erreicht man auf diese Weise auch eine galvanische Trennung zwischen der Antriebseinheit 1 und dem Versorgungsnetz L1, L2, L3. Zudem wirken die Streuinduktivitäten des Transformators als Filterelemente.

[0035] Ohne trennenden Transformator sind im Lade- bzw. Entladebetrieb an einer Ladestation 12 der Energiespeicher 4, der Umrichter 3 und der Elektromaschinenkreis netzpotenzialbehäftet. Es ist dann eine entsprechende Isolierung und Abdeckung aller stromführenden Komponenten erforderlich.

[0036] An die Fahrzeugsteckdose 7 ist eine Ladeleitung 11 anschließbar. Diese ist günstigerweise mit einer geerdeten Abschirmung versehen. Die Ladeleitung 11 verbindet als flexibles Zwischenelement die Ladestation mit dem Elektrofahrzeug. Vorteilhaft ist es, wenn die Fahrzeugsteckdose 7 eine mechanische Koppelung mit der Trennvorrichtung 5 aufweist. Die Funktion dieser Koppelung besteht dann in einem Auslösen der Trennvorrichtung 5, sobald die Ladeleitung 11 an die Fahrzeugsteckdose 7 angeschlossen wird. Die Trennvorrichtung 5 unterbricht so lange Verbindungen des Ständers 6 und/oder Läufers der Elektromaschine 2, bis die Ladeleitung 11 wieder von der Fahrzeugsteckdose 7 getrennt wird. Das Fahrzeug kann also nicht in Betrieb genommen werden, solange ein Lade- bzw. Entladevorgang an einer Ladestation stattfindet.

[0037] Alternativ dazu weist die Fahrzeugsteckdose 7 einen Sensor zur Detektierung einer angesteckten Ladeleitung 11 auf. Ein entsprechendes Sensorsignal ist dann einer Steuerung zur Aktivierung der Trennvorrichtung 5 zugeführt.

[0038] Die Ladestation 12 umfasst optional Filterdrosseln 13, welche entweder die Filtereinheit 9 der Antriebseinheit 1 ergänzen oder ersetzen.

[0039] Möglichkeiten, die Ständerwicklungen der Elektromaschine 2 als Filterelemente zu nutzen, sind in den Figuren 2 und 3 dargestellt. In Fig. 2 sind die einzelnen Wicklungen des Ständers 6 angezapft. Von den Anzapfstellen führt ein Lade- bzw. Entladepfad zur Fahrzeugsteckdose 7, gegebenenfalls mit einem zwischengeschalteten Sicherungsautomaten. Um transformatorische Effekte zu vermeiden, muss der Ständerwicklungsstromkreis während des Ladens bzw. Entladens des Energiespeichers 4 ebenfalls geöffnet sein.

[0040] Durch die Lage der Anzapfung wird bestimmt, welcher Anteil der Ständerwicklungen als Filterdrosseln wirken. Wenn die jeweils gesamte Ständerwicklung als Filterdrossel genutzt wird, entfallen die Anzapfungen, wie in Fig. 3 dargestellt. Dann reicht gewöhnlich der Nennstrom der Elektromaschine 2 aus, um den Energiespeicher 4 zu laden.

Patentansprüche

1. Antriebseinheit (1) eines Elektrofahrzeugs, umfassend eine Elektromaschine (2), welche über einen bidirektional ausgebildeten Umrichter (3) an einen Energiespeicher (4) geschaltet ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Energiespeicher (4) zum Aufladen bzw. Entladen mittels Umrichter (3) an eine externe Ladestation (12) schaltbar ist.
2. Antriebseinheit nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Elektromaschine (2) als Drehstrommaschine ausgebildet ist.
3. Antriebseinheit nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Trennvorrichtung (5) zur Abschaltung der Elektromaschine (2) während eines Lade- bzw. Entladevorgangs des Energiespeichers (4) vorgesehen sind.
4. Antriebseinheit nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass mittels Trennvorrichtung (5) Verbindungen innerhalb eines Ständers (6) und/oder eines Läufers der Elektromaschine (2) trennbar sind.
5. Antriebseinheit nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Ständer (6) drei Wicklungen umfasst, welche in einer Sternschaltung angeordnet sind und dass lösbare elektrische Kontakte der Trennvorrichtung (5) zur Auftrennung eines Sternpunktes vorgesehen sind.
6. Antriebseinheit nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Ständer (6) drei Wicklungen umfasst, welche in einer Dreieckschaltung angeordnet sind und dass lösbare elektrische Kontakte der Trennvorrichtung (5) jeweils in Serie mit einer Wicklung angeordnet sind.
7. Antriebseinheit nach einem der Ansprüche 3 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Fahrzeugsteckdose (7) zum Anschließen der Antriebseinheit (1) an die externe Ladestation (12) vorgesehen ist und dass die Fahrzeugsteckdose (7) mit der Trennvorrichtung (5) in der Weise mechanisch gekoppelt ist, dass im angeschlossenen Zustand die Elektromaschine (2) mittels Trennvorrichtung (5) abgeschaltet ist.
8. Antriebseinheit nach einem der Ansprüche 3 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Trennvorrichtung (5) mittels einer Steuerschaltung angesteuert wird.
9. Antriebseinheit nach einem der Ansprüche 4 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein Lade- bzw. Entladepfad (8) vom Energiespeicher (4) über den Umrichter (3) zur Elektromaschine (2) führt und weiter von Anzapfungen der Ständerwicklungen zu einer Fahrzeugsteckdose (7).
10. Antriebseinheit nach einem der Ansprüche 4 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein Lade- bzw. Entladepfad (8) vom Energiespeicher (4) über den Umrichter (3) und die Ständerwicklungen der Elektromaschine (2) zu einer Fahrzeugsteckdose (7) führt.
11. Antriebseinheit nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein Lade- bzw. Entladepfad (8) vom Energiespeicher (4) über den Umrichter (3) zu einer Fahrzeugsteckdose (7) führt und dass in diesem Pfad eine Filteranordnung (9) vorgesehen ist.
12. Antriebseinheit nach einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass in einem Lade- bzw. Entladepfad (8) zwischen dem Energiespeicher (4) und einer Fahrzeugsteckdose (7) ein Sicherungsautomat (10) angeordnet ist.

Hierzu 1 Blatt Zeichnungen

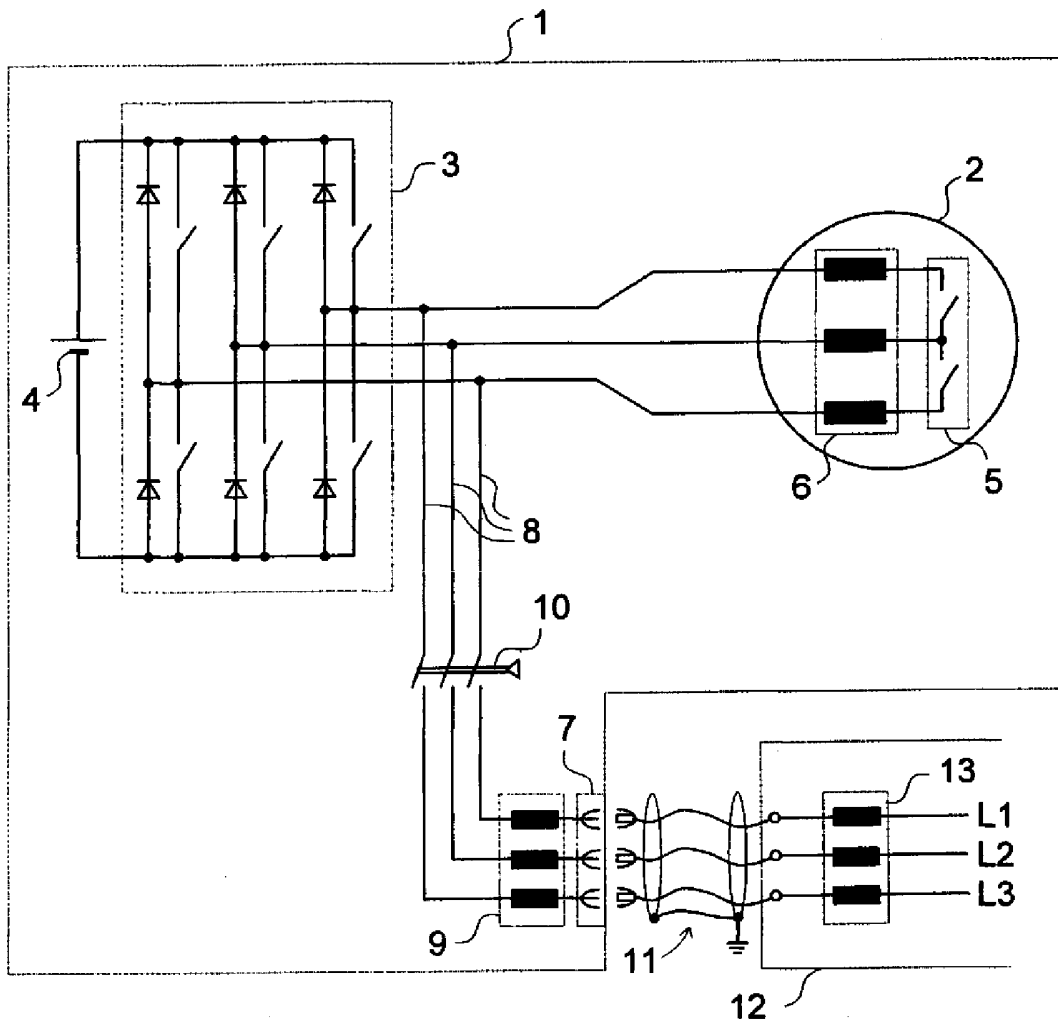


Fig. 1

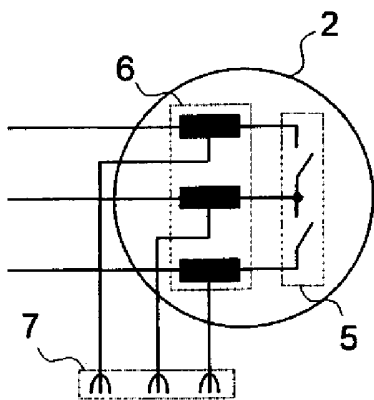


Fig. 2

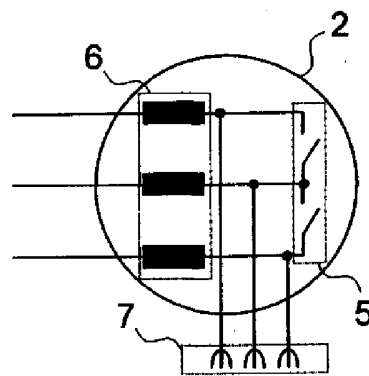


Fig. 3