

(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

18. September 2014 (18.09.2014)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer

WO 2014/140004 A2

(51) Internationale Patentklassifikation:
B60L 11/18 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2014/054689

(22) Internationales Anmeldedatum:
11. März 2014 (11.03.2014)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2013 204 256.6 12. März 2013 (12.03.2013) DE

(71) Anmelder: BAYERISCHE MOTOREN WERKE
AKTIENGESELLSCHAFT [DE/DE]; Petuelring 130,
80809 München (DE).

(72) Erfinder: KURTZ, Andreas; Putzbrunnerstrasse 80,
85521 Ottobrunn (DE). WEBER, Martin; Odelzhauser
Straße 10, 85250 Altomünster (DE).

DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM,
GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP,
KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD,
ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI,
NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU,
RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH,
TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA,
ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ,
TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ,
RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY,
CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT,
LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE,
SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA,
GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu
veröffentlichen nach Erhalt des Berichts (Regel 48 Absatz
2 Buchstabe g)

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW,
BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK,

(54) Title: CHARGING DEVICE FOR AN ELECTRIC VEHICLE

(54) Bezeichnung : LADEVORRICHTUNG FÜR EIN ELEKTROFAHRZEUG

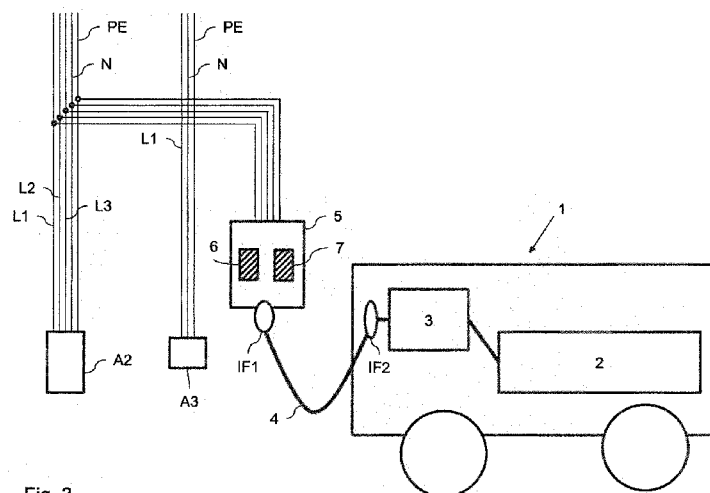


Fig. 3

(57) Abstract: The invention relates to a charging device for an electric vehicle (1) that can be driven by means of an electrical energy store (2), the charging device comprising a charging interface (5) outside the electric vehicle (1), which charging interface can be fed at the input by a three-phase alternating current from an external three-phase alternating current network and provides a charging current at the output that can be fed via a charging cable (4) to the electric vehicle (1) in order to charge the electrical energy store (2). The charging device according to the invention is characterised in that the charging interface (5) comprises a converter device (6) for converting the three-phase alternating current into a single-phase alternating current as the charging current, which converter device distributes a phase load on the conduction phase of the single-phase alternating current substantially uniformly onto the three conduction phases of the three-phase alternating current during operation.

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2014/140004 A2



Die Erfindung betrifft eine Ladevorrichtung für ein Elektrofahrzeug (1), das über einen elektrischen Energiespeicher (2) angetrieben werden kann, wobei die Ladevorrichtung eine Ladeschnittstelle (5) außerhalb des Elektrofahrzeugs (1) umfasst, welche am Eingang durch einen dreiphasigen Wechselstrom aus einem externen dreiphasigen Wechselstromnetz speisbar ist und am Ausgang einen Ladestrom bereitstellt, der über ein Ladekabel (4) dem Elektrofahrzeug (1) zum Laden des elektrischen Energiespeichers (2) zuführbar ist. Die erfindungsgemäße Ladevorrichtung zeichnet sich dadurch aus, dass die Ladeschnittstelle (5) eine Wandlereinrichtung (6) zur Wandlung des dreiphasigen Wechselstroms in einen einphasigen Wechselstrom als Ladestrom umfasst, welche im Betrieb eine Phasenlast auf der Leitungsphase des einphasigen Wechselstroms im Wesentlichen gleichmäßig auf die drei Leitungsphasen des dreiphasigen Wechselstroms verteilt.

Ladevorrichtung für ein Elektrofahrzeug

Die Erfindung betrifft eine Ladevorrichtung für ein Elektrofahrzeug.

Aus dem Stand der Technik ist es bekannt, den zum Antrieb eines Elektrofahrzeugs vorgesehenen elektrischen Energiespeicher über ein einphasiges Wechselstrom-Ladesystem zu laden. Dabei wird einphasiger Wechselstrom von einem Stromanschluss über ein Ladekabel einem entsprechenden fahrzeugseitigen Anschluss zugeführt. Der Wechselstrom wird im Fahrzeug über ein Ladegerät in Gleichstrom gewandelt, der zum Laden des elektrischen Energiespeichers genutzt wird.

Konventionelle Stromanschlüsse, welche sie z.B. in Privathaushalten genutzt werden, stellen zwar bereits einen einphasigen Wechselstrom bereit, jedoch ist die Leistung solcher Anschlüsse auf maximal 3,7 kW bzw. 16 A begrenzt. Demzufolge eignen sich solche Anschlüsse nicht für eine sog. Schnellladefunktion des elektrischen Energiespeichers im Fahrzeug, für die in der Regel eine Leistung von 7,4 kW bzw. ein Strom von 32 A benötigt wird. Zwar kann ein konventioneller einphasiger Stromanschluss gegebenenfalls leistungsstärker ausgelegt werden, jedoch ist hierzu in der Regel eine Änderung der Installation der Stromverteilung hin zum Energieverteilnetz des Energieversorgers erforderlich, was mit hohem Aufwand verbunden ist.

Die Druckschrift DE 10 2011 007 839 A1 offenbart verschiedene Fahrzeugladevorrichtungen, bei denen über einen externen Wechselstromnetzanschluss das Laden eines elektrischen Energiespeichers eines Elektrofahrzeugs mit einphasigem oder dreiphasigem Wechselstrom ermöglicht wird. Darüber hinaus können die Ladevorrichtungen zum Gleichstromladen des Elektrofahrzeugs eingesetzt werden.

Aufgabe der Erfindung ist es, eine Ladevorrichtung für ein Elektrofahrzeug zu schaffen, mit der auf einfache Weise ein effizientes Laden des Energiespeichers des Elektrofahrzeugs mit einphasigem Wechselstrom ermöglicht wird.

Diese Aufgabe wird durch die Ladevorrichtung gemäß Patentanspruch 1 gelöst. Weiterbildungen der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen definiert.

Die erfindungsgemäße Ladevorrichtung ist für ein Elektrofahrzeug vorgesehen, das über einen elektrischen Energiespeicher (z.B. über eine Batterie) angetrieben werden kann. Der Begriff des Elektrofahrzeugs ist dabei weit zu verstehen und umfasst jede Art von Kraftfahrzeug, welches über einen elektrischen Energiespeicher zu dessen Antrieb verfügt, wie z.B. reine Elektrofahrzeuge oder gegebenenfalls auch Hybridfahrzeuge. Die erfindungsgemäße Ladeeinrichtung umfasst eine Ladeschnittstelle außerhalb des Elektrofahrzeugs, welche am Eingang durch einen dreiphasigen Wechselstrom aus einem externen dreiphasigen Wechselstromnetz speisbar ist und am Ausgang einen Ladestrom bereitstellt, der über ein Ladekabel dem Elektrofahrzeug zum Laden des elektrischen Energiespeichers zuführbar ist. Vorzugsweise ist dabei das Ladekabel fest mit der Ladeschnittstelle verbunden, d.h. es kann nicht über ein Steckersystem entfernt werden. In diesem Fall ist das Ladekabel als ein Teil der Ladevorrichtung anzusehen. Der Begriff der Ladeschnittstelle ist hier und im Folgenden weit zu verstehen und kann u.a. eine Wallbox, eine Ladestation oder ein EVSE (EVSE = Electric Vehicle Supply Equipment) umfassen. Insbesondere kann die Ladeschnittstelle ggf. auch Bestandteil des Ladekabels sein.

Die erfindungsgemäße Ladevorrichtung zeichnet sich dadurch aus, dass deren Ladeschnittstelle eine Wandlereinrichtung zur Wandlung des dreiphasigen Wechselstroms in einen einphasigen Wechselstrom als Ladestrom umfasst, wobei die Wandlereinrichtung derart ausgestaltet ist, dass eine Phasenlast bzw. ein Phasenstrom auf der Leitungsphase des einphasigen Wechselstroms im Wesentlichen gleichmäßig auf die drei Leitungsphasen des dreiphasigen Wechselstroms verteilt wird. Der Erfindung liegt dabei die Erkenntnis zu Grunde, dass mit einer entsprechenden Ladevorrichtung der dreiphasige Wechselstrom eines Wechselstromnetzes durch Wandlung in einen einphasigen Wechselstrom zum Laden eines Elektrofahrzeugs genutzt werden kann, ohne dabei die Phasenlast ungleichmäßig nur auf einer Phase des Wechselstromnetzes zu erhöhen. Hierdurch können dem Elektrofahrzeug höhere Ströme zugeführt werden, was wiederum zu einem schnelleren Laden des elektrischen Energiespeichers führt. Darüber hinaus wird im Gegensatz zu einem einphasigen Laden direkt aus dem externen Wechselstromnetz die Last auf den Nullleiter gering gehalten, wie näher in der detaillierten Beschreibung dargelegt wird. Die erfindungsgemäße Ladevorrichtung ermöglicht somit eine Verringerung der Rückwirkung auf das externe Wechselstromnetz.

Die Realisierung einer entsprechenden Wandlereinrichtung mit den obigen Eigenschaften liegt dabei im Rahmen von fachmännischem Handeln. Nichtsdestotrotz ist die Verwendung einer solchen Wandlereinrichtung für ein einphasiges Wechselstromladen des elektrischen Energiespeichers eines Elektrofahrzeugs nicht aus dem Stand der Technik bekannt. In einer bevorzugten Ausführungsform umfasst die Wandlereinrichtung einen AC/DC/AC-Wandler (auch als Zwischenkreisumrichter bezeichnet), der den dreiphasigen Wechselstrom in einen Gleichstrom und diesen Gleichstrom in einen einphasigen Wechselstrom wandelt.

In einer besonders bevorzugten Ausgestaltung ist die Wandlereinrichtung zum Wandeln eines dreiphasigen Wechselstroms mit (maximal) 16 A Phasenstrom ausgelegt, d.h. die Ladevorrichtung eignet sich zur Installation in herkömmlichen Stromverteilungen und insbesondere in Stromverteilungen von privaten Haushalten. Ferner ist die Wandlereinrichtung vorzugsweise zur Bereitstellung eines einphasigen Wechselstroms mit (maximal) 32 A Phasenstrom ausgelegt. Hierdurch wird eine einphasige Wechselstrom-Schnellladefunktion für das Elektrofahrzeug ermöglicht.

In einer weiteren, besonders bevorzugten Ausführungsform umfasst die Ladeschnittstelle eine Steuereinheit, die über eine Kommunikationsleitung im Ladekabel mit dem Elektrofahrzeug zur Steuerung des Ladevorgangs des elektrischen Energiespeichers kommunizieren kann. Solche Steuereinheiten sind bekannt und in der Regel werden sog. Pilot-Kontakte zum Herstellen der Verbindung zwischen Steuereinheit und Fahrzeug über die Kommunikationsleitung genutzt.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform umfasst die Ladeschnittstelle ferner einen AC/DC-Wandler zur Wandlung des dreiphasigen Wechselstroms in einen Gleichstrom als Ladestrom. Hierdurch kann die Ladeschnittstelle auch zusätzlich zum Gleichstromladen des Elektrofahrzeugs genutzt werden. Vorzugsweise umfasst dabei die Ladeschnittstelle einen mehrstufigen Schalter mit einer ersten und mindestens einer zweiten Schaltstufe, der über die Steuereinheit steuerbar ist, wobei in der ersten Schaltstufe der AC/DC-Wandler mit dem externen dreiphasigen Wechselstromnetz elektrisch verbunden ist und in einer zweiten Schaltstufe die erfindungsgemäße Wandlereinrichtung mit dem externen dreiphasigen Wechselstromnetz elektrisch verbunden ist. Ggf. kann ferner eine weitere zweite Schaltstufe vorgesehen sein, in der das externe dreiphasige Wechselstromnetz

unter Umgehung der Wandlereinrichtung direkt mit einem dreiphasigen Wechselstromanschluss der Ladeschnittstelle zur Bereitstellung von dreiphasigem Wechselstrom als Ladestrom verbunden ist.

In einer weiteren, bevorzugten Ausführungsform umfasst die Ladeschnittstelle eine Mehrzahl von elektrischen Abgriffen, welche belegungsgleich mit elektrischen Leitungen des Ladekabels verbindbar oder verbunden sind, wobei über die Mehrzahl von elektrischen Abgriffen zumindest die Leitungsphase und die neutrale Phase des einphasigen Wechselstroms sowie eine Erdung bereitgestellt werden.

Im Falle, dass die Ladevorrichtung auch die Funktion eines Gleichstromladens ermöglicht, umfasst die Mehrzahl von elektrischen Abgriffen ferner zwei Abgriffe zur Bereitstellung des Gleichstroms aus dem AC/DC-Wandler. In einer besonders bevorzugten Ausführungsform ist die Ladeeinrichtung dabei analog wie diejenigen Ladeeinrichtungen der oben genannten Druckschrift DE 10 2011 007 839 A1 aufgebaut, welche zum einphasigen Wechselstromladen über ein einphasiges Wechselstromnetz vorgesehen sind. Zusätzlich ist jedoch die Wandlereinrichtung zur Wandlung eines dreiphasigen Wechselstroms in einen einphasigen Wechselstrom vorgesehen. Vorzugsweise umfasst die Mehrzahl von elektrischen Abgriffen ferner einen Abgriff zur Verbindung mit der oben beschriebenen Kommunikationsleitung in dem Ladekabel. Die gesamte Offenbarung der Druckschrift DE 10 2011 007 839 A1 wird durch Verweis zum Inhalt der vorliegenden Anmeldung gemacht.

In einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung ist ein dreiphasiger Wechselstromanschluss der Ladeschnittstelle unter Umgehung der Wandlereinrichtung direkt mit dem externen dreiphasigen Wechselstromnetz verbindbar. Dies kann über eine entsprechende Schalteinrichtung erreicht werden, welche vorzugsweise über die oben beschriebene Steuereinheit angesteuert wird.

In einer weiteren Variante der Erfindung, in der ein AC/DC-Wandler zum Gleichstromladen vorgesehen ist und die Wandlereinrichtung als AC/DC/AC-Wandler ausgestaltet ist, ist der AC/DC-Wandler eine Wandlerstufe des AC/DC/AC-Wandlers beim Bereitstellen eines einphasigen Wechselstroms als Ladestrom. Dies kann durch eine Schalteinrichtung

auf der Ausgangsseite des AC/DC-Wandlers erreicht werden, welche vorzugsweise über die oben beschriebene Steuereinheit angesteuert wird.

In einer besonders bevorzugten Ausführungsform ist die Ladeschnittstelle zum Laden des elektrischen Energiespeichers des Elektrofahrzeugs basierend auf dem Standard IEC 62196 vorgesehen. Das heißt, alle Stecker-Buchse-Verbindungen zur Anbindung des Ladekabels an das Fahrzeugs sowie alle Lademodi dieses Standards können auch in der erfindungsgemäßen Ladevorrichtung realisiert werden, sofern die entsprechende Verbindung bzw. die entsprechenden Lademodi ein einphasiges Wechselstromladen ermöglichen.

Ausführungsbeispiele der Erfindung werden nachfolgend anhand der beigefügten Figuren detailliert beschrieben.

Es zeigen:

- Fig. 1 ein Beispiel einer herkömmlichen Stromverteilung in einem Haushalt, in der die erfindungsgemäße Ladevorrichtung installiert werden kann;
- Fig. 2 eine schematische Darstellung eines herkömmlichen einphasigen Wechselstromladens eines Fahrzeugs mittels der Hausverteilung aus Fig. 1;
- Fig. 3 eine schematische Darstellung eines einphasigen Wechselstromladens mittels einer Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Ladestation, die in der Hausverteilung der Fig. 1 installiert ist;
- Fig. 4 eine schematische Darstellung einer Variante einer in der Ladestation aus Fig. 3 verbauten Wandlereinrichtung; und
- Fig. 5 ein Diagramm, welches beispielhaft die bei der Verwendung der erfindungsgemäßen Ladestation auftretenden Phasenlasten mit den Phasenlasten ohne Verwendung dieser Ladestation vergleicht; und

Fig. 6 bis Fig. 8 schematische Darstellungen von verschiedenen Varianten einer erfindungsgemäßen Ladestation.

Fig. 1 zeigt in schematischer Darstellung ein Beispiel einer herkömmlichen Stromverteilung in einem privaten Haushalt. Die dargestellte Stromverteilung umfasst in an sich bekannter Weise den Hausanschluss HA, über den Wechselstrom mit den drei Leitungsphasen L1, L2 und L3 sowie der neutralen Phase N aus einem externen dreiphasigen Wechselstromnetz eines Energieversorgers bereitgestellt wird. In der hier beschriebenen Ausführungsform ist das Wechselstromnetz ein 230V-Stromnetz. Die Erfindung kann jedoch auch für Wechselstromnetze in anderen Spannungsbereichen verwendet werden. Der Hausanschluss ist mittels drei Sicherungen F gegen Überstrom gesichert. In der hier beschriebenen Ausführungsform handelt es sich um 50A-Sicherungen.

An den Hausanschluss HA schließt sich das eigentliche Hausverteilsystem HV an, in dem drei 35A-Sicherungen F' für die drei Phasen L1 bis L3 sowie eine Fehlerstrom-Schutzeinrichtung RCD und eine Erdung PE vorgesehen sind. Die einzelnen Phasen des Wechselstroms werden an entsprechenden Stromanschlüssen bzw. Steckdosen im Haus bereitgestellt, die in Fig. 1 mit A1 bis A11 bezeichnet sind. Bei den Anschlüssen A1 und A2 handelt es sich um dreiphasige Anschlüsse, und bei den Anschlüssen A3 bis A11 um einphasige Anschlüsse. Die entsprechenden Phasenleitungen zu den Anschlüssen sind wiederum mit 16A-Sicherungen F'' abgesichert, welche aus Übersichtlichkeitsgründen nur teilweise mit diesem Bezugszeichen bezeichnet sind. Üblicherweise sind die dreiphasigen Wechselstromanschlüsse A1 und A2 für den Elektroherd im Haushalt vorgesehen bzw. stellen eine sog. CEE-Steckdose oder anderweitige länderspezifische dreiphasige Netzanschlüsse dar, an welche dreiphasige Verbraucher angeschlossen werden können. Die anderen Anschlüsse A3 bis A11 sind herkömmliche Steckdosen für die einzelnen Verbraucher in den Räumen des Haushalts. In der hier beschriebenen Ausführungsform wird davon ausgegangen, dass der Anschluss A2 eine CEE-Steckdose ist, die in der Garage des Haushalts vorgesehen ist und welche im Rahmen der hier beschriebenen Ausführungsform der Erfindung dazu genutzt wird, um den elektrischen Energiespeicher eines Fahrzeugs zu laden.

Fig. 2 zeigt ein Elektrofahrzeug mit einem einphasigen Wechselstrom-Ladesystem, mit dem ein Schnellladen des elektrischen Energiespeichers des Fahrzeugs ermöglicht wird.

Das Fahrzeug ist dabei mit Bezugszeichen 1 sowie dessen elektrischer Energiespeicher mit Bezugszeichen 2 bezeichnet. Zum Wechselstromladen ist ein internes Ladegerät 3 in der Form eines AC/DC-Wandlers vorgesehen, der den bereitgestellten einphasigen Wechselstrom in einen entsprechenden Gleichstrom zum Laden des Energiespeichers wandelt. Im Rahmen des Schnellladens kann dem elektrischen Energiespeicher 2 eine Leistung von bis zu 7,4 kW mit einem Strom von 32 A zugeführt werden.

Um das Fahrzeug in der herkömmlichen Hausverteilung gemäß Fig. 1 zu laden, muss dieses an einen einphasigen Anschluss der Hausverteilung angeschlossen werden. Dies erfolgt in dem Szenario der Fig. 2 über den Anschluss A3. Dabei stellt ein Ladekabel 4 über entsprechende Schnittstellen IF1 auf Seiten des Hausanschlusses und IF2 auf Seiten des Fahrzeugs die elektrische Verbindung zwischen Fahrzeug 1 und einphasigem Wechselstromanschluss A3 her. Hierbei besteht jedoch das Problem, dass die Leitungsphase des einphasigen Anschlusses A3 nur für einen Phasenstrom von 16 A ausgelegt ist. Demzufolge kann die Schnellladefunktion im Fahrzeug 1 nicht genutzt werden, sondern das Fahrzeug wird mit geringerer Leistung geladen.

Es gibt zwar die Möglichkeit, dass in einer Hausverteilung auch ein einphasiger Wechselstromanschluss mit 32A-Phasenstrom verbaut wird. Hierzu ist jedoch eine Auflastung des Hausanschlusses beim Energieversorger zu beantragen. Dabei muss eine gesonderte Leitung in der Hausverteilung und in Extremfällen von der Übergabestelle des Energieversorgers bis zum Haushalt gelegt werden. Ferner müssen teilweise andere Sicherungen bzw. eine andere Fehlerstrom-Schutzeinrichtung verbaut werden, welche für höhere Ströme ausgelegt sind. Dies ist mit sehr hohem Aufwand verbunden. Darüber hinaus hat ein solcher einphasiger 32A-Anschluss den Nachteil, dass es durch die hohe einphasige Belastung beim Schnellladen des Fahrzeugs zu einer unsymmetrischen Phasenlast in der Hausverteilung bzw. dem angeschlossenen Energieverteilnetz kommt, die zu Störungen, Überlastung einzelner Sicherungen und dergleichen führen kann.

Zur Umgehung der oben beschriebenen Problematik wird erfindungsgemäß eine Ladevorrichtung in der Form einer externen Ladestation außerhalb des Fahrzeugs verwendet, welche in Fig. 3 mit dem Bezugszeichen 5 wiedergegeben ist. Im Folgenden ist der Begriff der Ladestation weit zu verstehen und kann jede Art von externer Ladeschnittstelle außerhalb des Fahrzeugs umfassen. Die Ladestation ist an den dreiphasigen Wechsel-

stromanschluss A2 gekoppelt und wandelt den dreiphasigen Wechselstrom in einen einphasigen Wechselstrom, der über die entsprechenden Schnittstellen IF1 und IF2 sowie das Ladekabel 4 dem Ladegerät 3 im Fahrzeug und von dort dem Energiespeicher 2 zugeführt wird. Die Ladestation 5 beinhaltet dabei eine entsprechende Wandlereinrichtung 6, die in der hier beschriebenen Ausführungsform als AC/DC/AC-Wandler ausgeführt ist (siehe Fig. 4). Ferner umfasst die Ladestation in an sich bekannter Weise eine Steuereinheit 7, welche über eine Kommunikationsleitung im Ladekabel mit einem entsprechenden Steuergerät (nicht gezeigt) des Fahrzeugs 1 kommunizieren kann.

In der hier beschriebenen Ausführungsform läuft der Ladevorgang in an sich bekannter Weise basierend auf dem Standard IEC 62196 ab, wobei ein geeignetes Stecker-Buchse-System dieses Standards zum Anschluss des Ladekabels an das Fahrzeug verwendet wird. Die Kommunikation zwischen den Steuereinheiten der Ladestation und des Fahrzeugs läuft über eine an sich bekannte Pilot-Leitung im Ladekabel. Ferner ist ein Proximity-Kontakt zwischen Stecker und Buchse vorgesehen, über den mittels einer Widerstandscodierung die maximale Stromtragfähigkeit des Ladekabel festgelegt wird. Im Rahmen des Wechselstromladens können alle Steckersysteme bzw. Lademodi aus dem Standard IEC 62196 zum Einsatz kommen, sofern sie ein einphasiges Wechselstromladen ermöglichen. Gegebenenfalls kann das Steckersystem auch einen Combo-Stecker darstellen, der zusätzlich ein Gleichstromladen des elektrischen Energiespeichers 2 ermöglicht. In diesem Fall ist ein weiterer AC/DC-Wandler in der Ladestation 5 integriert.

Fig. 4 zeigt nochmals in schematischer Darstellung eine Ausgestaltung der Wandlereinrichtung 6 aus Fig. 3. Wie oben erwähnt, stellt die Wandlereinrichtung einen AC/DC/AC-Wandler dar, dessen Aufbau an sich aus dem Stand der Technik bekannt ist. Der Wandler umfasst einen AC/DC-Wandler 601, der Eingänge für den dreiphasigen Wechselstrom in der Form entsprechender Leitungen L1, L2, L3 und N aufweist. Der Wandler 601 generiert ausgangsseitig einen Gleichstrom, der anschließend durch einen DC/AC-Wandler 602 in den einphasigen Wechselstrom mit den Phasen L1 und N gewandelt wird. Zwischen den Wandlern verläuft ferner die Erdung PE, die in Fig. 4 nicht wiedergegeben ist.

Mit der Ladestation aus Fig. 3 wird ein fahrzeugseitiges Schnellladen mit 32A-Ladestrom mit symmetrischer Phasenlast auf den Phasenleitungen am Eingang der Ladestation 5

ermöglicht. Dies wird nochmals in dem Diagramm der Fig. 5 verdeutlicht. In diesem Diagramm ist beispielhaft eine in der Hausverteilung der Fig. 1 vorliegende Grundlast mit entsprechenden Strömen auf den einzelnen Phasen L1, L2, L3 und N (d.h. auf den Leitungen nach der Fehlerschutzeinrichtung RCD) durch weiße Balken B angedeutet, welche aus Übersichtlichkeitsgründen nur teilweise mit diesem Bezugszeichen versehen sind. Fig. 5 zeigt dabei verschiedene Szenarien, die durch Abschnitte D1, D2 und D3 angedeutet sind. Das Szenario D1 zeigt dabei die reine Grundlast ohne einen Ladevorgang eines Fahrzeugs über die Ladestation 5. Das Szenario gemäß D2 betrifft ein einphasiges Wechselstrom-Schnellladen mit einem einphasigen Wechselstromanschluss der Hausverteilung, der – wie oben beschrieben – durch Veränderung der Hausinstallation für 32 A ausgelegt ist. Wie durch die schraffierten Balken B' angedeutet ist, führt der einphasige Ladestrom auf der Leitung L1 zu einer unsymmetrischen Phasenlast und somit zu einer starken Belastung des Nullleiters N. Das Szenario gemäß D3 zeigt das einphasige Schnellladen des Fahrzeugs mittels einer erfindungsgemäßen Ladestation. Wie man erkennt, führt die unsymmetrische Phasenlast am Ausgang der Ladestation aufgrund der Wandlung in der Ladestation zu einer zusätzlichen symmetrischen Phasenlast, bei der auf jeder Leitungsphase ein zusätzlicher Strom von etwa einem Drittel des Ausgangsstroms der Ladestation auftritt, wie durch die gepunkteten Balken B'' angedeutet ist. Demzufolge hat ein einphasiges Schnellladen des Fahrzeugs keinen negativen Einfluss auf die Lastverteilung und erzeugt keine zusätzliche Nullleiterlast.

Fig. 6 zeigt eine bevorzugte Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Ladestation. Die Ladestation umfasst in an sich bekannter Weise eine Steuereinheit 7 zur Verbindung mit dem Pilot-Anschluss PI sowie eine Erdung PE. Ferner enthält die Ladestation die bereits oben beschriebene Wandlereinrichtung 6 in der Form eines AC/DC/AC-Wandlers mit dem AC/DC-Wandler 601 als erste Wandlerstufe und den DC/AC-Wandler 602 als zweite Wandlerstufe. Der Wandler führt zum Wechselstromanschluss AC, an dem einphasiger Wechselstrom mit 32A bereitgestellt wird. Ferner ist ein weiterer Wechselstromanschluss AC' vorgesehen, an dem ein dreiphasiger Wechselstrom mit 16A bereitgestellt wird. Die Ladestation wird mit einem dreiphasigen Wechselstrom aus einem externen Wechselstromnetz über den Netzanschluss 8 gespeist. Neben den beiden Wechselstromanschlüssen AC und AC' können ferner noch weitere Anschlüsse vorgesehen sein, wie schematisch durch die Linie L angedeutet wird. Ein weiterer Anschluss kann z.B. ein An-

schluss zum Gleichstromladen sein. Ggf. können die Anschlüsse AC und AC' zu einem Anschluss zusammengefasst werden.

Gemäß der Ausführungsform der Fig. 6 ist ein Schalter 9 vorgesehen, mit dem je nach Wunsch ein Laden mit einphasigem Wechselstrom über den Anschluss AC oder mit dreiphasigem Wechselstrom über den Anschluss AC' oder, ggf. auf andere Weise über weitere Anschlüsse ermöglicht wird. Durch die Wahl der entsprechenden Schaltstellungen des Schalters 9 kann die entsprechende Ladeart ausgewählt werden. In der obersten Schaltstellung wird dabei ein einphasiges Wechselstromladen mit symmetrischer Phasenlast gewährleistet. In der mittleren Schaltstellung, in der der Netzanschluss 8 direkt mit dem Anschluss AC' verbunden ist, wird ein dreiphasiges Wechselstromladen ermöglicht. Die untere Schaltstellung ermöglicht das Laden über einen weiteren Anschluss, wie z.B. einen Gleichstromanschluss. Bei der in Fig. 6 dargestellten Ladestation kann es sich um eine Ladestation gemäß dem Standard IEC 62196 handeln.

Fig. 7 und Fig. 8 betreffen weitere Abwandlungen einer erfindungsgemäßen Ladestation, wobei zur Bezeichnung der gleichen Komponentren die gleichen Bezugszeichen wie in Fig. 6 verwendet wurden. Die entsprechenden Komponenten werden nicht nochmals im Detail beschrieben. In der Ausführungsform der Fig. 7 ist der Schalter 9 und der Anschluss AC' nicht mehr vorhanden. Dafür ist ein Anschluss DC zum Gleichstromladen vorgesehen sowie eine Schalteinrichtung 10, welche eine Verbindung zwischen dem AC/DC-Wandler 601 und dem Anschluss DC öffnen bzw. schließen kann und welche eine Verbindung zwischen dem AC/DC-Wandler 601 und dem DC/AC-Wandler 602 öffnen bzw. schließen kann. Die Variante der Fig. 7 zeichnet sich dadurch aus, dass der AC/DC-Wandler sowohl Teil der Wandlereinrichtung 6 ist als auch als AC/DC-Wandler zum Gleichstromladen verwendet wird. Dies wird durch entsprechende Schaltstellungen der Schalteinrichtung 10 erreicht. In der in Fig. 7 dargestellten Schaltstellung erfolgt ein Laden mit einphasigem Wechselstrom über den Anschluss AC. Nach Wechsel in eine Schaltstellung, bei der eine Verbindung zum Anschluss DC hergestellt ist und die Verbindung zwischen Wandler 601 und Wandler 602 geöffnet ist, erfolgt ein Gleichstromladen über den Anschluss DC unter Verwendung des AC/DC-Wandlers 601.

Fig. 8 zeigt eine Abwandlung der Ladestation aus Fig. 7. Im Unterschied zu Fig. 7 umfasst die Ladestation zusätzlich einen dreiphasigen Wechselstromanschluss AC', dem mittels

eines Schalters 9 direkt dreiphasiger Wechselstrom aus dem Netzanschluss 8 zugeführt werden kann. Ferner ermöglicht die Ladestation analog zur Ausführungsform der Fig. 7 ein Laden mit einphasigem Wechselstrom über den Anschluss AC bzw. mit Gleichstrom über den Anschluss DC. Die Ladestation der Fig. 8 stellt dabei eine Erweiterung der in dem Dokument DE 10 2011 007 839 A1 beschriebenen Ladestationen um einen Anschluss zum einphasigen Wechselstromladen dar.

Die im Vorangegangenen beschriebenen Ausführungsformen der Erfindung weisen eine Reihe von Vorteilen auf. Insbesondere wird durch eine Ladevorrichtung bzw. Ladestation außerhalb des Fahrzeugs ein einphasiges Schnellladen des Fahrzeugs ermöglicht, ohne dass Änderungen an der Stromverteilung vorgenommen werden müssen, über welche das Fahrzeug den Ladestrom bezieht. Insbesondere müssen die elektrischen Kabel am Eingang der Ladevorrichtung nur für den Strom einer symmetrischen Phasenlast ausgelegt werden und nicht für den Maximalstrom, der vom Elektrofahrzeug benötigt wird. Gleichzeitig wird verhindert, dass eine hohe Einphasenlast zur Überlastung des Neutralleiters in der Stromverteilung führt, was wiederum Störungen in der Stromverteilung bzw. dem Energieverteilnetz nach sich ziehen kann.

Bezugszeichen

L1, L2, L3	Leitungsphasen
N	neutrale Phase
HA	Hausanschluss
HV	Hausverteilung
F, F', F''	Sicherungen
PE	Erdung
RCD	Fehlerstrom-Schutzeinrichtung
A1, A2, ..., A11	Stromanschlüsse
IF1, IF2	Schnittstellen
1	Elektrofahrzeug
2	elektrischer Energiespeicher
3	Ladegerät
4	Ladekabel
5	Ladestation
6	Wandlereinrichtung
601	AC/DC-Wandler
602	DC/AC-Wandler
7	Steuereinheit
8	Netzanschluss
9	Schalter
10	Schalteinrichtung
PI	Pilot-Anschluss
AC, AC'	Wechselstromanschlüsse
DC	Gleichstromanschluss
L	Linie
D1, D2, D3	Diagramme
I	Strom
B, B', B''	Balken

Patentansprüche

1. Ladevorrichtung für ein Elektrofahrzeug (1), das über einen elektrischen Energiespeicher (2) angetrieben werden kann, wobei die Ladevorrichtung eine Ladeschnittstelle (5) außerhalb des Elektrofahrzeugs (1) umfasst, welche am Eingang durch einen dreiphasigen Wechselstrom aus einem externen dreiphasigen Wechselstromnetz speisbar ist und am Ausgang einen Ladestrom bereitstellt, der über ein Ladekabel (4) dem Elektrofahrzeug (1) zum Laden des elektrischen Energiespeichers (2) zuführbar ist, dadurch gekennzeichnet, dass die Ladeschnittstelle (5) eine Wandlereinrichtung (6) zur Wandlung des dreiphasigen Wechselstroms in einen einphasigen Wechselstrom als Ladestrom umfasst, welche im Betrieb eine Phasenlast auf der Leitungsphase des einphasigen Wechselstroms im Wesentlichen gleichmäßig auf die drei Leitungsphasen des dreiphasigen Wechselstroms verteilt.
2. Ladevorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Wandlereinrichtung (6) einen AC/DC/AC-Wandler umfasst, der den dreiphasigen Wechselstrom in einen Gleichstrom und diesen Gleichstrom in den einphasigen Wechselstrom wandelt.
3. Ladevorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Wandlereinrichtung (6) zum Wandeln eines dreiphasigen Wechselstroms mit bis zu 16 A Phasenstrom ausgelegt ist.
4. Ladevorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Wandlereinrichtung (6) zur Bereitstellung eines einphasigen Wechselstroms mit bis zu 32 A Phasenstrom ausgelegt ist.
5. Ladevorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Ladeschnittstelle (5) eine Steuereinheit (7) umfasst, die über eine Kommunikationsleitung im Ladekabel (4) mit dem Elektrofahrzeug (1) zur Steuerung des Ladevorgangs des elektrischen Energiespeichers (2) kommunizieren kann.

6. Ladevorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Ladeschnittstelle (5) ferner einen AC/DC-Wandler zur Wandlung des dreiphasigen Wechselstroms in einen Gleichstrom als Ladestrom umfasst.
7. Ladevorrichtung nach Anspruch 5 und 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Ladeschnittstelle (5) einen mehrstufigen Schalter mit einer ersten und mindestens einer zweiten Schaltstufe umfasst, der über die Steuereinheit (7) steuerbar ist, wobei in der ersten Schaltstufe der AC/DC-Wandler mit dem externen dreiphasigen Wechselstromnetz elektrisch verbunden ist und in einer zweiten Schaltstufe die Wandlereinrichtung (6) mit dem externen dreiphasigen Wechselstromnetz elektrisch verbunden ist, wobei vorzugsweise eine weitere zweite Schaltstufe vorgesehen ist, in der das externe dreiphasige Wechselstromnetz unter Umgehung der Wandlereinrichtung (6) direkt mit einem dreiphasigen Wechselstromanschluss (AC') der Ladeschnittstelle (5) zur Bereitstellung von dreiphasigem Wechselstrom als Ladestrom verbunden ist.
8. Ladevorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Ladeschnittstelle (5) eine Mehrzahl von elektrischen Abgriffen umfasst, welche belegungsgleich mit elektrischen Leitungen des Ladekabels (4) verbindbar oder verbunden sind, wobei über die Mehrzahl von elektrischen Abgriffen zumindest die Leitungsphase und die neutrale Phase des einphasigen Wechselstroms sowie eine Erdung bereitgestellt wird.
9. Ladevorrichtung nach Anspruch 8 in Kombination mit Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Mehrzahl von elektrischen Abgriffen ferner zwei Abgriffe zur Bereitstellung des Gleichstroms aus dem AC/DC-Wandler umfasst.
10. Ladevorrichtung nach Anspruch 8 oder 9 in Kombination mit Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Mehrzahl von elektrischen Abgriffen ferner einen Abgriff zur Verbindung mit der Kommunikationsleitung in dem Ladekabel (4) umfasst.

11. Ladevorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass ein dreiphasiger Wechselstromanschluss (AC') der Ladeschnittstelle (5) unter Umgehung der Wandlereinrichtung (6) direkt mit dem externen dreiphasigen Wechselstromnetz verbindbar ist.
12. Ladevorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche in Kombination mit Anspruch 2 und 6, dadurch gekennzeichnet, dass der AC/DC-Wandler (601) eine Wandlerstufe des AC/DC/AC-Wandlers (6) beim Bereitstellen eines einphasigen Wechselstroms als Ladestrom ist.
13. Ladevorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Ladeschnittstelle (5) zum Laden des elektrischen Energiespeichers (2) des Elektrofahrzeugs (1) basierend auf dem Standard IEC 62196 vorgesehen ist.

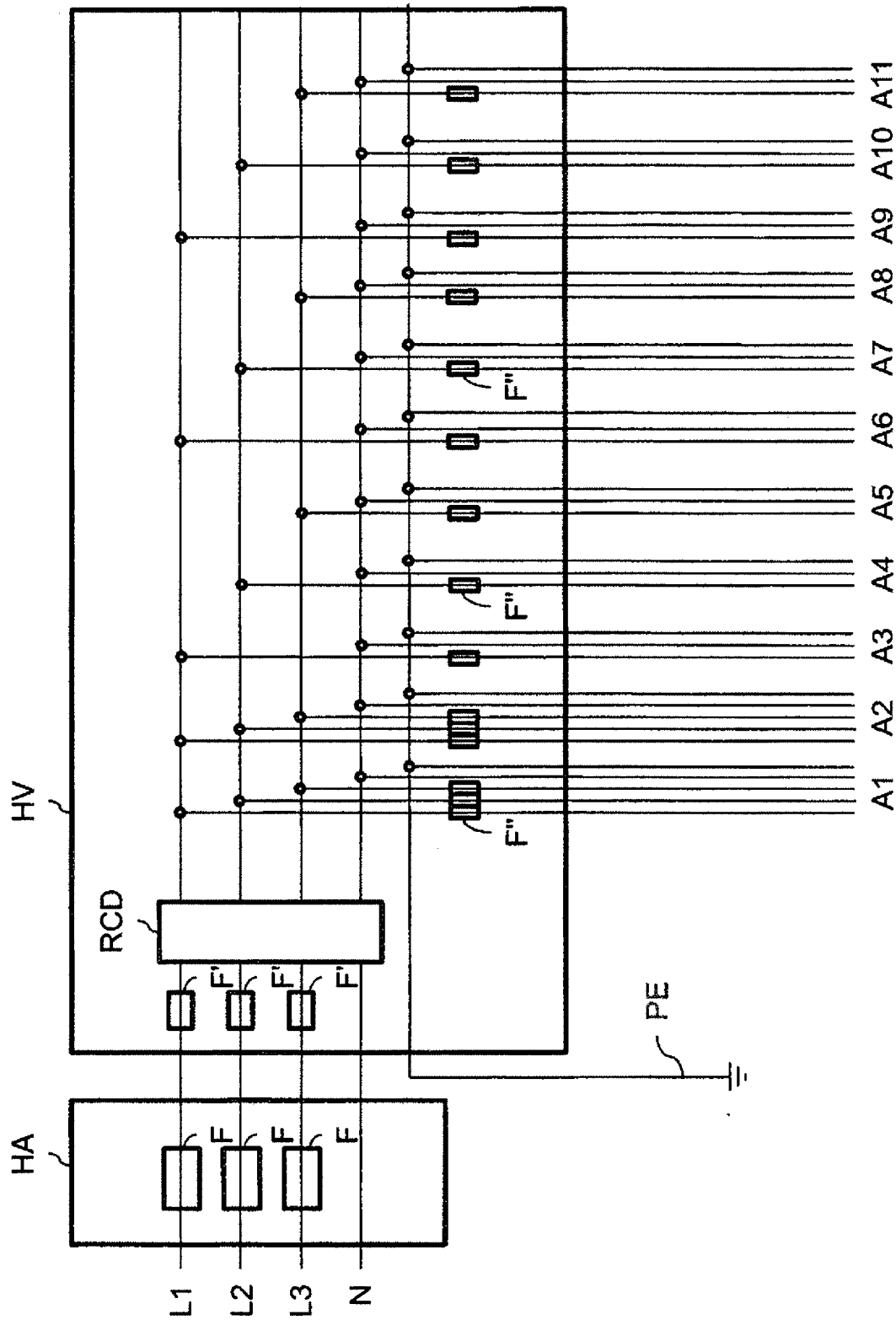


Fig. 1

2/8

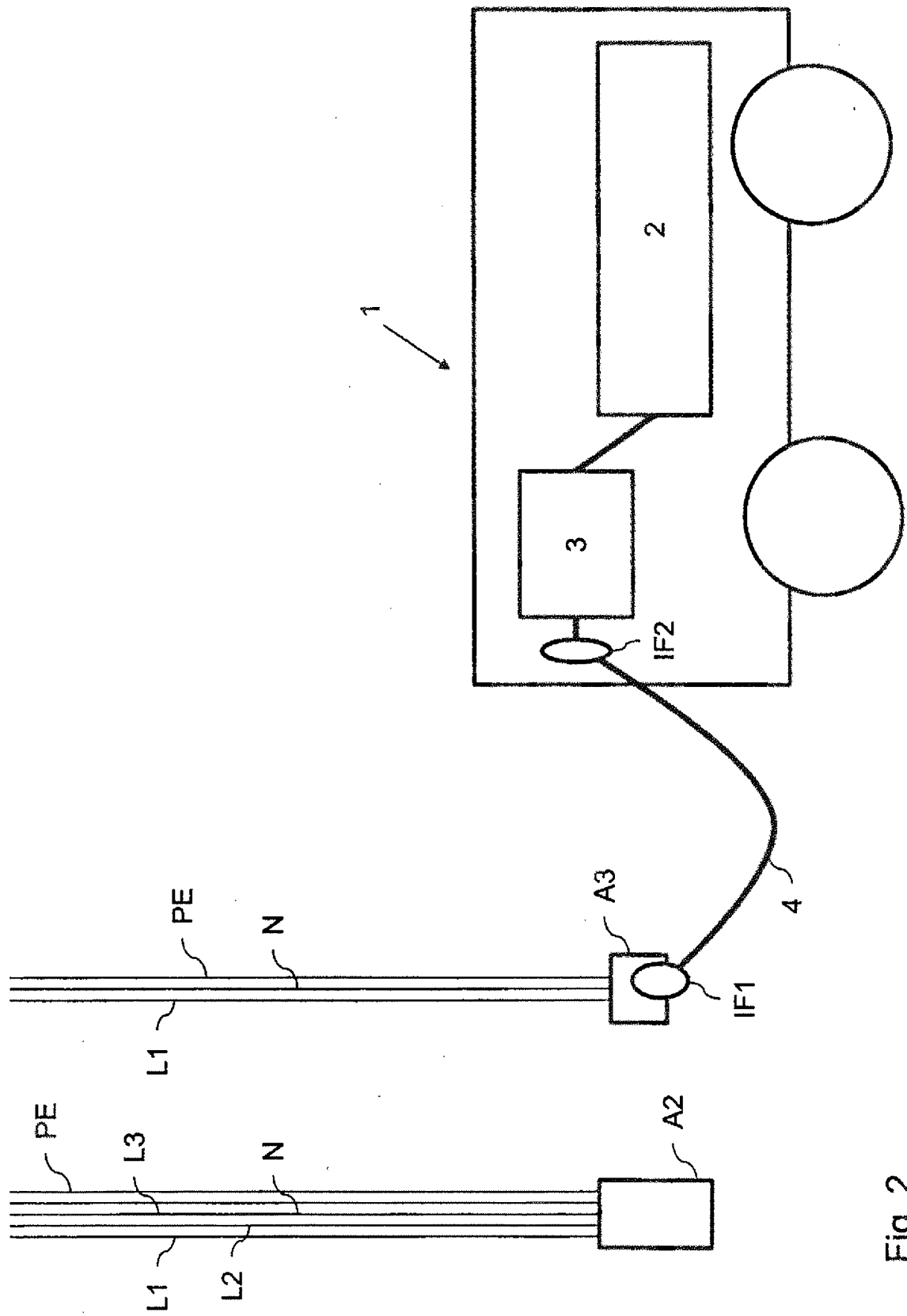


Fig. 2

3/8

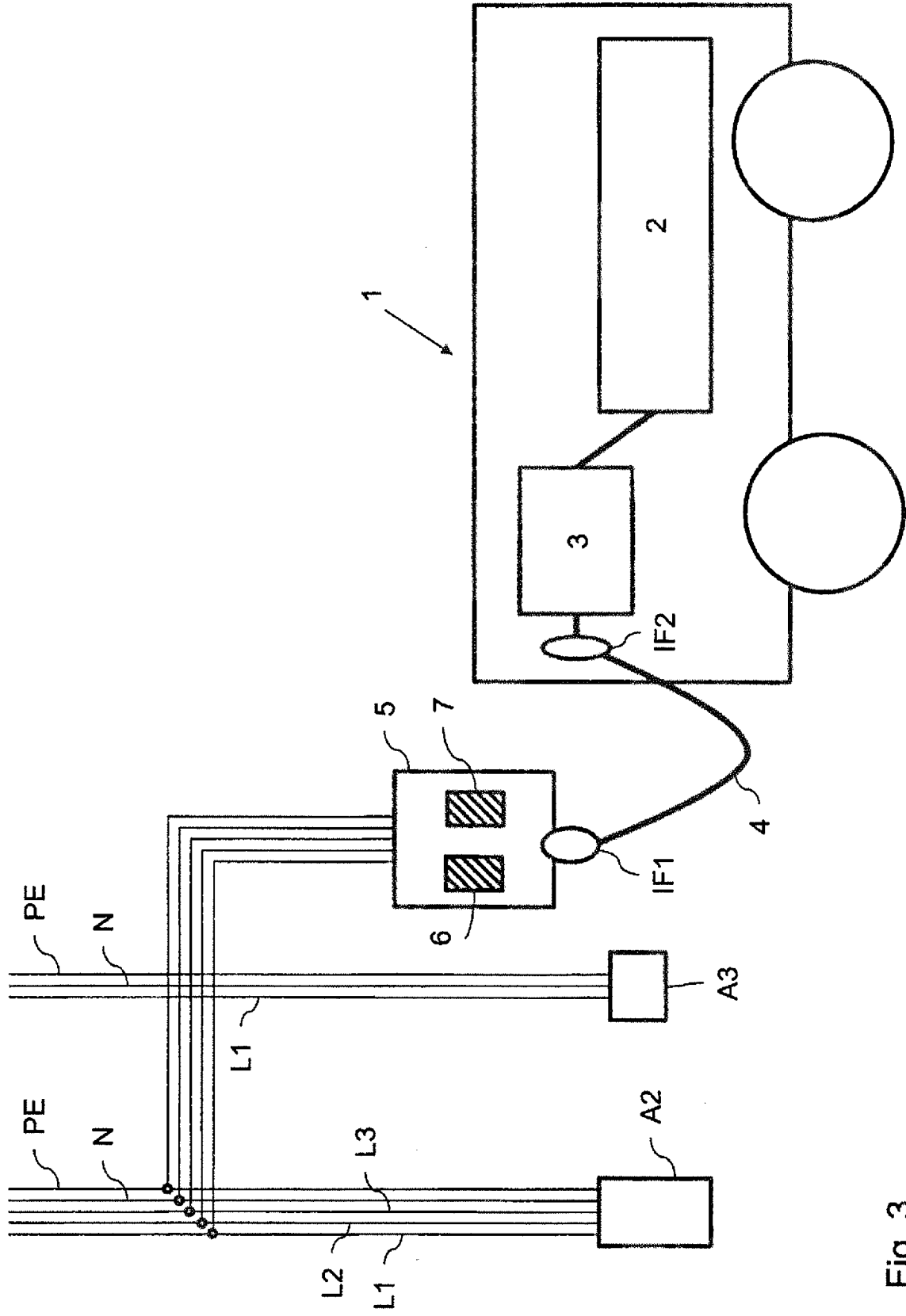


Fig. 3

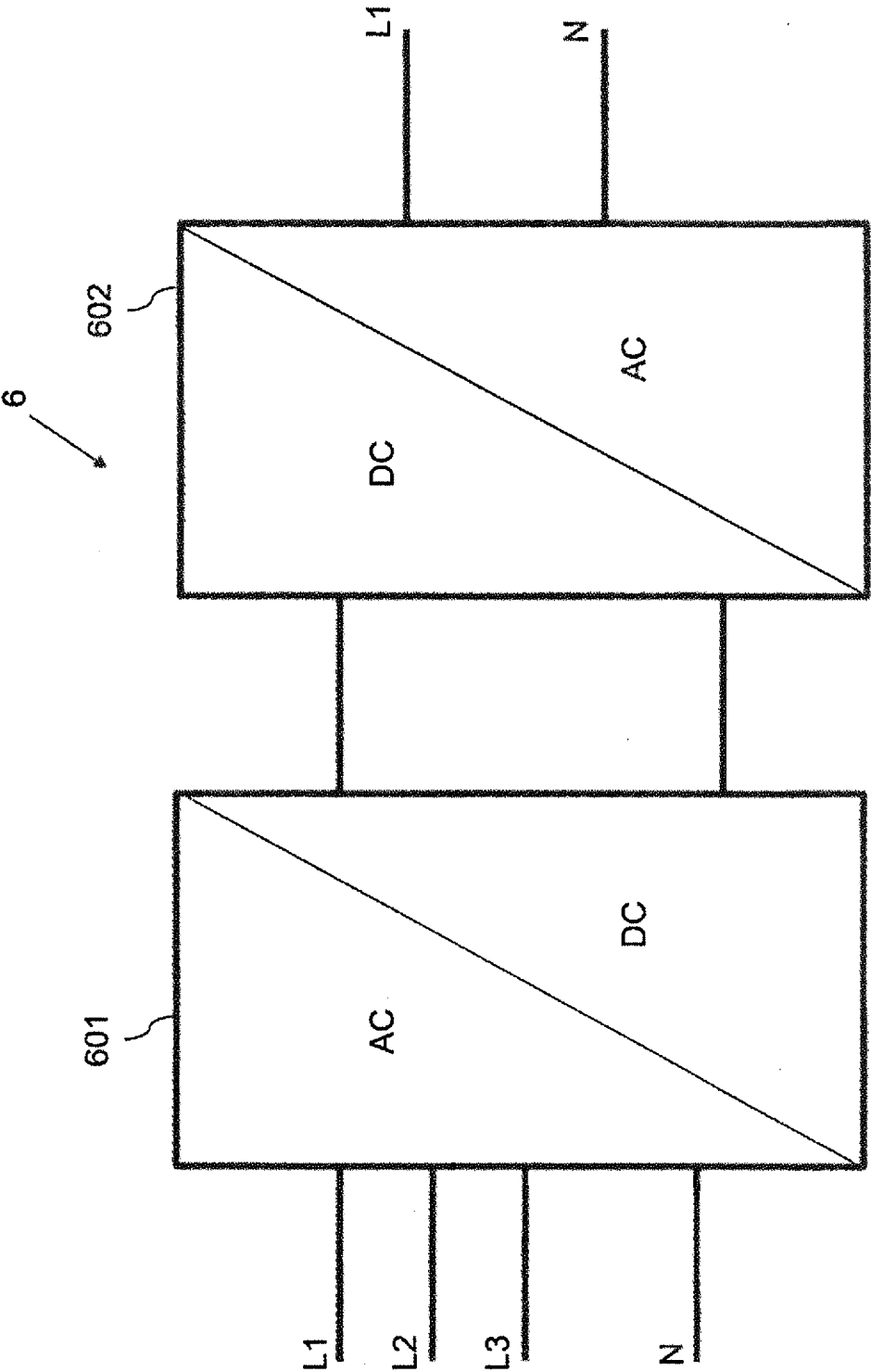


Fig. 4

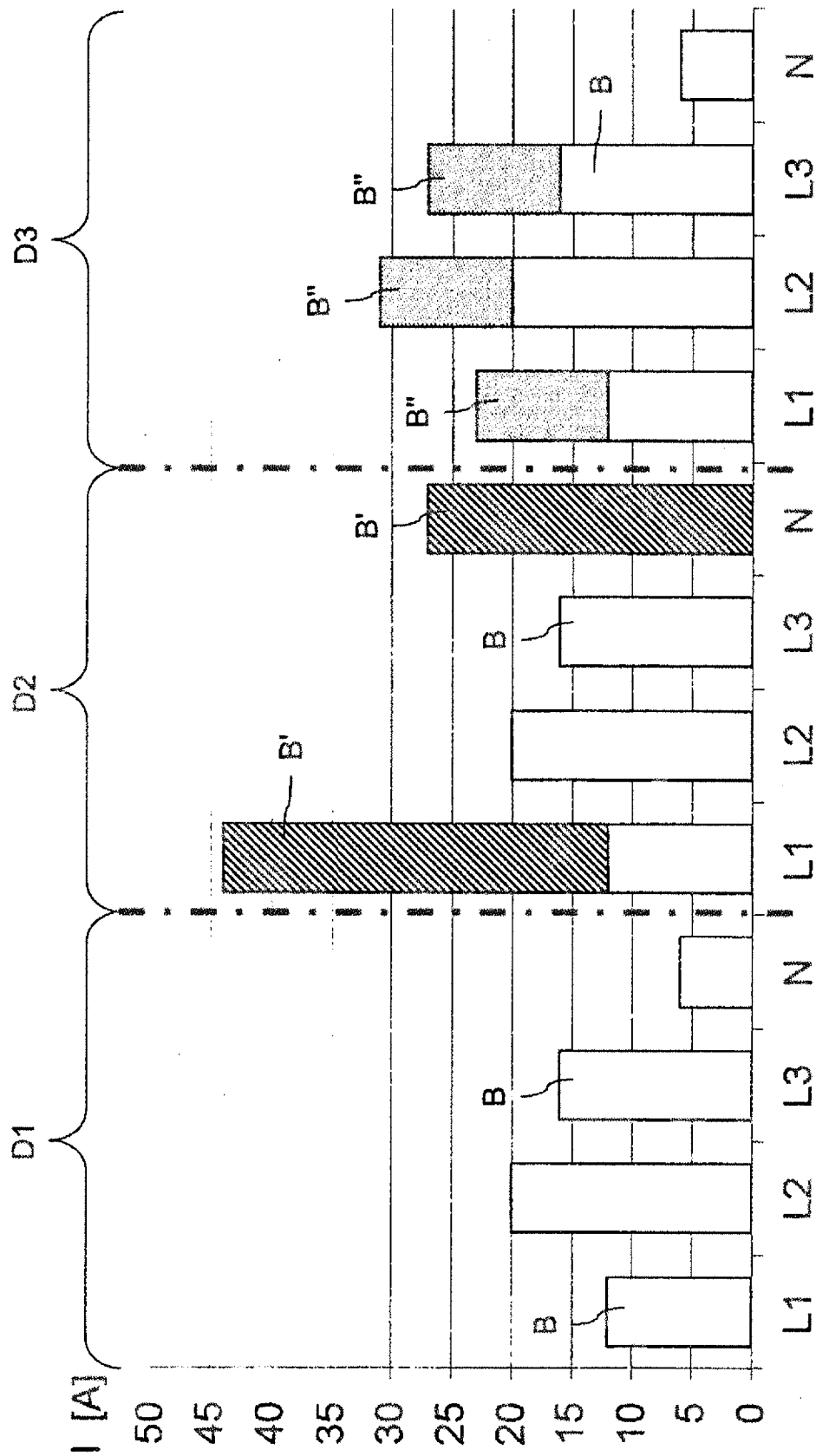


Fig. 5

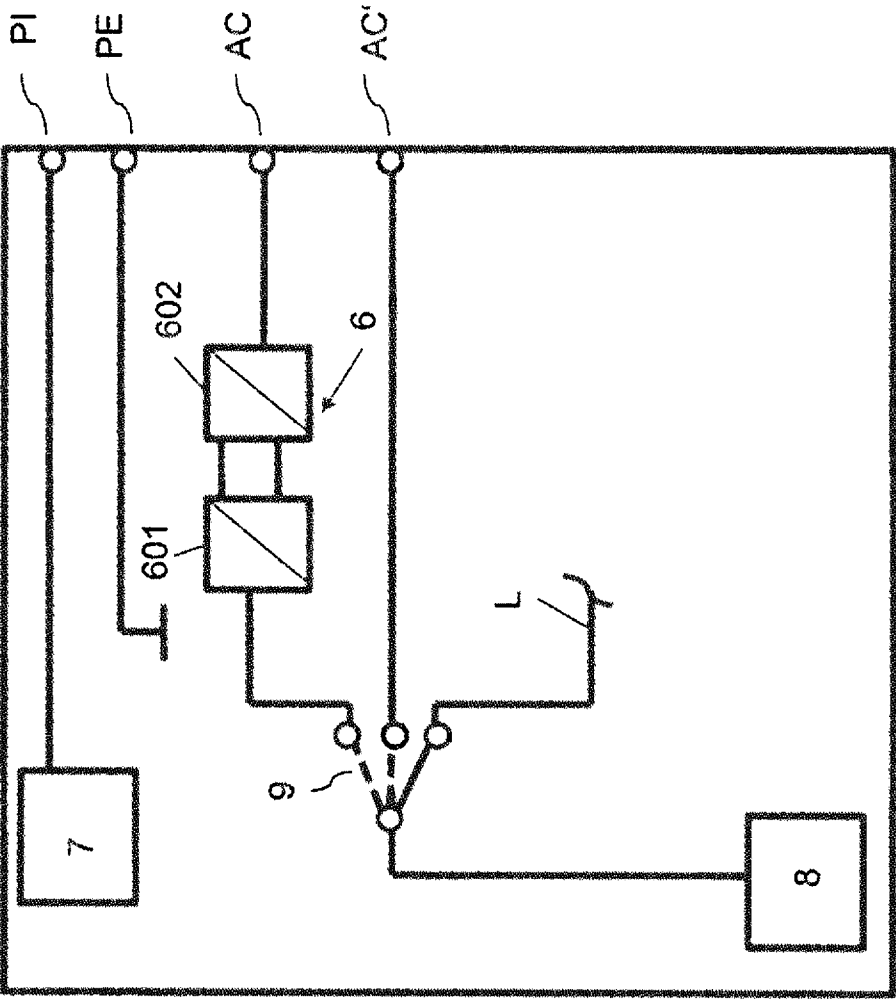


Fig. 6

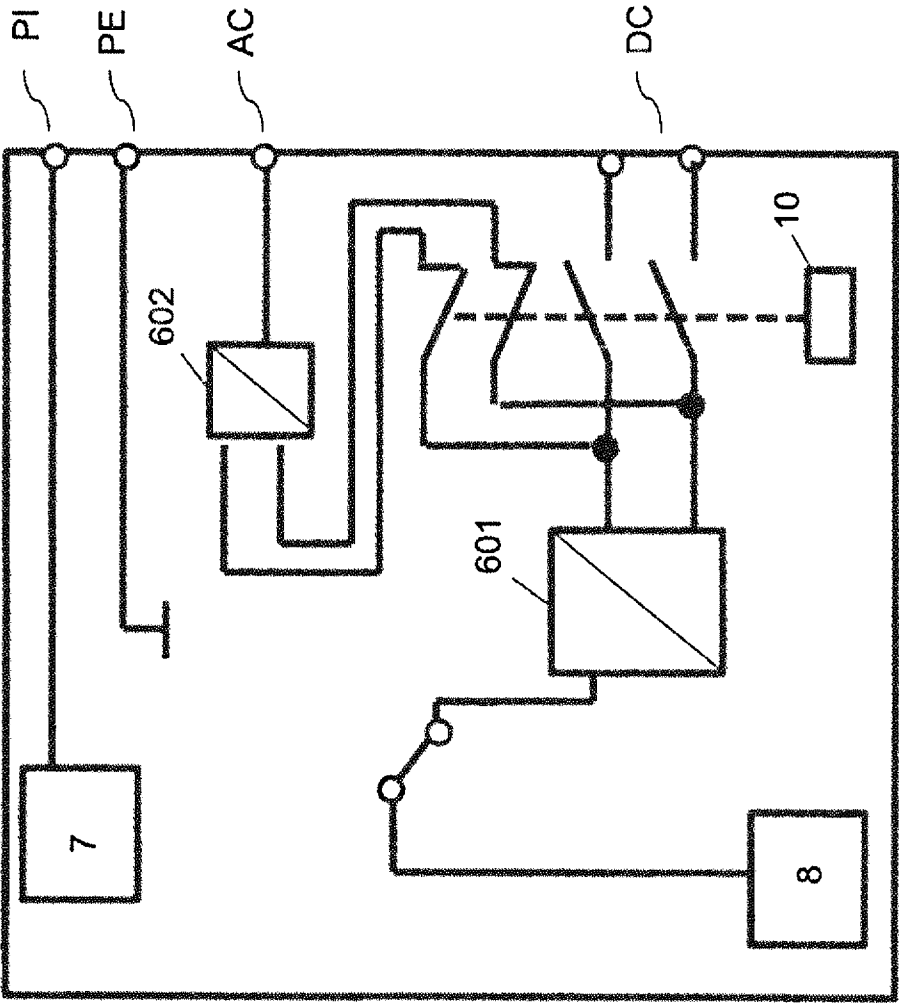


Fig. 7

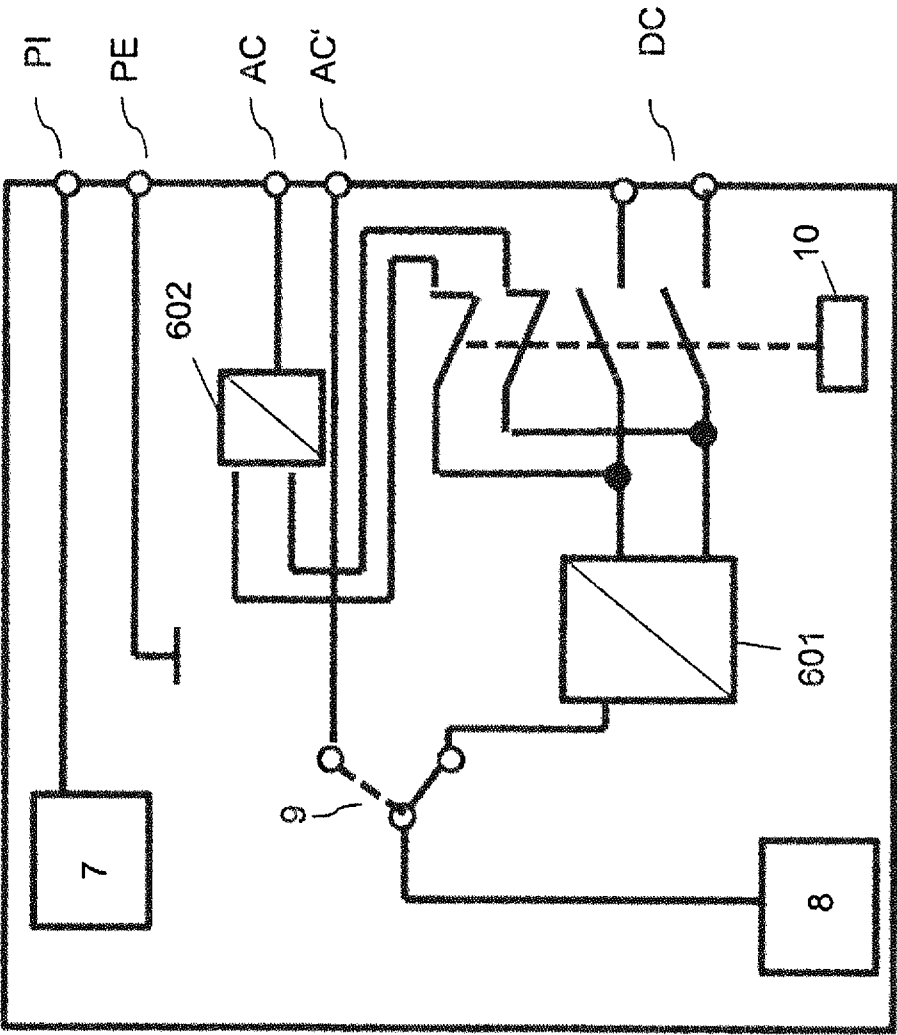


Fig. 8