



(12) **Patentschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2022 130 358.6**  
 (22) Anmeldetag: **16.11.2022**  
 (43) Offenlegungstag: **16.05.2024**  
 (45) Veröffentlichungstag  
 der Patenterteilung: **07.11.2024**

(51) Int Cl.: **H02H 9/08 (2006.01)**  
**B60R 16/033 (2006.01)**  
**H02J 7/00 (2006.01)**

Innerhalb von neun 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:  
**Dr. Ing. h.c. F. Porsche Aktiengesellschaft, 70435  
 Stuttgart, DE; Fraunhofer-Gesellschaft zur  
 Förderung der angewandten Forschung  
 eingetragener Verein, 80686 München, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

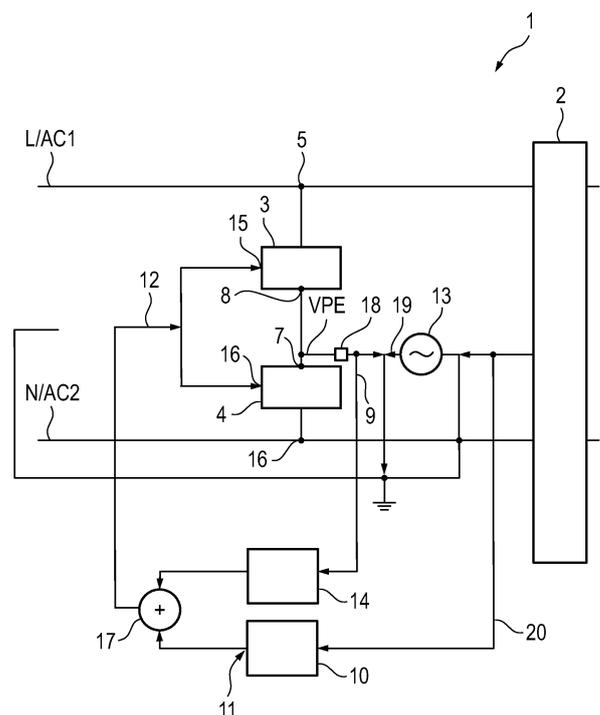
DE	10 2018 008 603	A1
DE	10 2018 104 916	A1
DE	10 2020 104 133	A1
DE	10 2020 131 512	A1
EP	3 599 690	B1
EP	3 616 972	B1

(74) Vertreter:  
**Patentanwälte Sturm Weilnau Franke  
 Partnerschaft mbB, 65195 Wiesbaden, DE**

(72) Erfinder:  
**Spesser, Daniel, 75428 Illingen, DE; Pfizenmaier,  
 Tim, 71229 Leonberg, DE; Mayer, Florian, 71732  
 Tamm, DE; Endres, Stefan, 91058 Erlangen, DE**

(54) Bezeichnung: **Vorrichtung und Verfahren zur Ableitstromkompensation**

(57) Hauptanspruch: Vorrichtung (1) zur Ableitstromkompensation mit zumindest einer ersten aktiven HV-Zelle (3) und mit zumindest einer zweiten aktiven HV-Zelle (4), wobei die zumindest eine erste aktive HV-Zelle (3) mit einem ersten Potential (AC1) verbunden ist und die zumindest eine zweite aktive HV-Zelle (4) mit einem zweiten Potential (AC2) verbunden ist, wobei die zumindest eine erste aktive HV-Zelle (3) oder die ersten aktiven HV-Zellen (3) und die zumindest eine zweite aktive HV-Zelle (4) oder die zweiten aktiven HV-Zellen (4) über einen jeweils vorgesehenen Anschluss (7, 8) ein VPE-Potential zur Verfügung stellen, wobei ein Ableitstrom (9) mittels einer Messschaltung (2) gemessen und auf einen Ausgang (11) eines vorgesehenen Vorsteuerungsreglers (10) addiert und als Stromsollwert (12) den aktiven HV-Zellen (3, 4) zur Verfügung gestellt wird.



**Beschreibung**

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Ableitstromkompensation, insbesondere für eine Batterieladeschaltung, insbesondere für eine Batterie eines Kraftfahrzeugs.

**[0002]** Die Kompensation bzw. die Reduktion von Ableitströmen ist bei Batterieladeschaltungen im Stand der Technik ein relevantes Thema, siehe beispielsweise die EP 3 616 972 B1 und die EP 3 599 690 B1.

**[0003]** Dabei ist im Stand der Technik zu dem Thema Ableitstromkompensation gemäß der DE 10 2020 131 512 A1 das VPE-Potential ein relevantes Element. Das VPE-Potential ist dabei ein Spannungspotential, welches in der Nähe des Schutzleiters PE liegt und typischerweise eine maximale Spannungsdifferenz zu dem Schutzleiter PE von +/- 15V aufweist.

**[0004]** Die DE 10 2018 008 603 A1 offenbart eine Schaltungsanordnung zum Laden einer Batterieanordnung mit mehreren Batteriemodulen, wobei zur Registrierung von Isolationsfehlern eine Spannungsmessung zwischen einem Mittelabgriff zweier Batteriemodule und der Batterieanordnung zu dem Schutzleiter durchgeführt wird.

**[0005]** Es ist die Aufgabe, eine verbesserte Vorrichtung und ein verbessertes Verfahren zur Ableitstromkompensation zu schaffen.

**[0006]** Die Aufgabe zu der Vorrichtung zur Ableitstromkompensation wird mit den Merkmalen von Anspruch 1 gelöst.

**[0007]** Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Ableitstromkompensation mit zumindest einer ersten aktiven HV-Zelle und zumindest einer zweiten aktiven HV-Zelle, wobei die zumindest eine erste aktive HV-Zelle mit einem ersten Potential verbunden ist und die zumindest eine zweite aktive HV-Zelle mit einem zweiten Potential verbunden ist, wobei die zumindest eine erste aktive HV-Zelle und die zumindest eine zweite aktive HV-Zelle über einen jeweils vorgesehenen Anschluss ein VPE-Potential zur Verfügung stellen, wobei der Ableitstrom mittels einer Messschaltung gemessen und auf einen Ausgang eines vorgesehenen Vorsteuerungsreglers addiert und als Stromsollwert den aktiven HV-Zellen zur Verfügung gestellt wird. Die Vorrichtung erlaubt, dass der Vorsteuerungsregler lediglich noch Abweichungen des Ableitstroms ausregeln muss, so dass die Anforderungen an die Dynamik des Regelkreises sinken und bei geringerem Aufwand und Kosten ein verbessertes Ergebnis erreicht wird. Vorteilhaft sind meh-

rere erste aktive HV-Zellen und mehrere zweite aktive HV-Zellen jeweils vorgesehen.

**[0008]** Bei einem Ausführungsbeispiel ist es zweckmäßig, wenn die Messschaltung, insbesondere ICOMP, vorgesehen ist, welche eine Stromquelle zur Erzeugung eines Kompensationsstroms ansteuert. Dabei kann die Messschaltung mit einem Transformator integriert oder verbunden ausgebildet sein und mit dem ersten Potential AC1 und mit dem zweiten Potential AC2 verbunden sein.

**[0009]** Auch ist es bei einem weiteren Ausführungsbeispiel zweckmäßig, wenn der Kompensationsstrom einem VPE-Regler zugeführt wird, bevor das Ausgangssignal des VPE-Reglers zu dem Signal des Ausgangs des Vorsteuerungsreglers addiert wird. Dadurch kann ein stabileres Signal erzeugt werden.

**[0010]** Vorteilhaft ist es auch, wenn die zumindest eine erste aktive HV-Zelle oder die ersten aktiven HV-Zellen und die zumindest eine zweite aktive HV-Zelle oder die zweiten aktiven HV-Zellen aus einer Hochvolt-Batterie versorgbar ist bzw. sind, beispielsweise in einem Spannungsbereich von etwa 200V oder mehr, insbesondere von etwa 400V oder mehr, insbesondere von etwa 800V oder mehr, und/oder sie ist bzw. sind versorgbar aus einem AC-Netz im Spannungsbereich von 110V bis 277V.

**[0011]** Bei einem Ausführungsbeispiel ist es zweckmäßig, wenn die ersten aktiven HV-Zellen und die zweiten aktiven HV-Zellen einen ersten Anschluss zum Anschluss an das erste Potential oder einen zweiten Anschluss zum Anschluss an das zweite Potential, einen dritten Anschluss zum Anschluss an das VPE-Potential und einen vierten Anschluss zum Einspeisen des Stromsollwerts aufweisen. Dadurch kann der Strom zur Kompensation des Ableitstroms in die jeweilige erste aktive HV-Zelle oder in die ersten aktiven HV-Zellen und/oder zweite aktive HV-Zelle oder in die zweiten aktiven HV-Zellen eingespeist werden.

**[0012]** Auch ist es vorteilhaft, wenn der VPE-Regler und/oder der Vorsteuerungsregler als P-Regler, PI-Regler oder PID-Regler ausgebildet ist oder sind. Damit lässt sich eine geeignete Regelung vornehmen.

Auch ist es vorteilhaft, wenn das VPE-Potential ein Potential in der Nähe des Schutzleiters PE ist und insbesondere eine Abweichung zu dem Schutzleiter PE von etwa +/-30V aufweist.

**[0013]** Die Aufgabe zu dem Verfahren zur Ableitstromkompensation wird mit den Merkmalen von Anspruch 8 gelöst.

**[0014]** Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung betrifft ein Verfahren zur Ableitstromkompensation, insbesondere mit einer erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Ableitstromkompensation, wobei zumindest eine erste aktive HV-Zelle oder erste HV-Zellen und zumindest eine zweite aktive HV-Zelle oder zweite aktive HV-Zellen vorgesehen ist oder sind, wobei die zumindest eine erste aktive HV-Zelle oder die ersten aktiven HV-Zellen mit einem ersten Potential verbunden wird oder werden und die zumindest eine zweite aktive HV-Zelle oder die zweiten aktiven HV-Zellen mit einem zweiten Potential verbunden wird oder werden, wobei die zumindest eine erste aktive HV-Zelle oder die ersten aktiven HV-Zellen und zumindest eine zweite aktive HV-Zelle oder die zweiten aktiven HV-Zellen über einen jeweils vorgesehenen Anschluss ein VPE-Potential zur Verfügung stellen, wobei der Ableitstrom gemessen und auf einen Ausgang eines vorgesehenen Vorsteuerungsreglers addiert und als Stromsollwert den aktiven HV-Zellen zur Verfügung gestellt wird. Dadurch lässt sich die Ableitstromkompensation zuverlässig und unkompliziert durchführen.

**[0015]** Auch ist es zweckmäßig, wenn die Messschaltung derart vorgesehen ist, dass sie eine Stromquelle zur Erzeugung eines Kompensationsstroms ansteuert, welcher auf Basis des gemessenen Ableitstroms gesteuert wird. Damit kann der zur Kompensation verwendete Strom dem Ableitstrom angeglichen und dem Ausgangswert des Vorsteuerungsreglers in einer angemessenen Größe addiert werden.

**[0016]** Auch ist es vorteilhaft, wenn der Kompensationsstrom einem VPE-Regler zugeführt wird, bevor das Ausgangssignal des VPE-Reglers dem Ausgang des Vorsteuerungsreglers addiert wird. Dies erlaubt eine angemessene Glättung und Anpassung.

**[0017]** Im Folgenden wird die Erfindung anhand eines Ausführungsbeispiels unter Bezugnahme auf die Zeichnung detailliert erläutert. In der Zeichnung zeigt:

**Fig. 1** eine schematische Darstellung einer Schaltung einer Vorrichtung einer erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Ableitstromkompensation.

**[0018]** Die **Fig. 1** zeigt in einer schematischen Darstellung eine Schaltung einer Vorrichtung 1 zur Ableitstromkompensation.

**[0019]** Die Vorrichtung weist ein erstes Potential L/AC1 auf und ein zweites Potential N/AC2, welche beispielsweise an eine Einrichtung 2 als Transformator und Messschaltung ausgebildet ist.

**[0020]** Es ist zumindest eine erste aktive HV-Zelle 3 oder es sind mehrere erste aktive HV-Zellen 3 vorge-

sehen. Bei mehreren ersten aktiven HV-Zellen 3 sind diese ersten aktiven HV-Zellen 3 beispielsweise miteinander elektrisch verschaltet, beispielsweise parallelgeschaltet oder in Gruppen parallelgeschaltet und die Gruppen seriell verschaltet.

**[0021]** Es ist zumindest eine zweite aktive HV-Zelle 4 oder es sind mehrere zweite aktive HV-Zellen 4 vorgesehen. Bei mehreren zweiten aktiven HV-Zellen 4 sind diese zweiten aktiven HV-Zellen 4 beispielsweise miteinander elektrisch verschaltet, beispielsweise parallelgeschaltet oder in Gruppen parallelgeschaltet und die Gruppen seriell verschaltet.

**[0022]** Die zumindest eine erste aktive HV-Zelle 3 oder die ersten aktiven HV-Zellen 3 sind mit einem ersten Anschluss 5 mit dem ersten Potential L/AC1 verbunden. Die zumindest eine zweite aktive HV-Zelle 4 oder die zweiten aktiven HV-Zellen 4 sind mit einem zweiten Anschluss 6 mit dem zweiten Potential N/AC2 verbunden.

**[0023]** Weiterhin ist oder sind die zumindest eine erste aktive HV-Zelle 3 oder die ersten aktiven HV-Zellen 3 und die zumindest eine zweite aktive HV-Zelle 4 oder die zweiten aktiven HV-Zellen 4 über einen jeweils vorgesehenen dritten Anschluss 7, 8 verbindbar, welche ein VPE-Potential zur Verfügung stellen.

Dabei wird der Ableitstrom 9 mittels eines Messwiderstands 18 gemessen und auf den Eingang des VPE-Reglers 14 verschaltet.

**[0024]** Im gezeigten Ausführungsbeispiel steuert die Messschaltung 2 eine Stromquelle 13 zur Erzeugung eines Kompensationsstroms 19 an.

**[0025]** Gleichzeitig ist eine Messschaltung 2 vorgesehen, welche ein Signal 20 auf einen Eingang eines Vorsteuerreglers 10 verschaltet und den Ausgang 11 des Vorsteuerreglers 10 mittels eines Addierers 17 mit dem Ausgang des VPE-Reglers 14 addiert und als Stromsollwert 12 den aktiven HV-Zellen 3, 4 zur Verfügung stellt.

**[0026]** Bei einem Ausführungsbeispiel ist es zweckmäßig, wenn der VPE-Regler 14 und/oder der Vorsteuerungsregler 10 optional als P-Regler, PI-Regler oder PID-Regler ausgebildet ist oder sind.

**[0027]** Aus **Fig. 1** geht auch hervor, dass die zumindest eine erste aktive HV-Zelle 3 oder die ersten aktiven HV-Zellen 3 und die zumindest eine zweite aktive HV-Zelle 4 oder die zweiten aktiven HV-Zellen 4 einen ersten Anschluss 5 bzw. einen zweiten Anschluss 6 zum Anschluss an das erste Potential L/AC1 oder an das zweite Potential N/AC2, einen dritten Anschluss 7, 8 zum Anschluss an das VPE-Potential und einen vierten Anschluss 15, 16 zum Einspeisen des Stromsollwerts 12 aufweisen.

**[0028]** Gemäß einem Ausführungsbeispiel ist die zumindest eine erste aktive HV-Zelle 3 oder sind die ersten aktiven HV-Zellen 3 und/oder ist die zumindest eine zweite aktive HV-Zelle 4 oder sind die zweiten aktiven HV-Zellen 4 aus einer Hochvolt-Batterie versorgbar, beispielsweise in einem Spannungsbereich von etwa 200V oder mehr, insbesondere von etwa 400V oder mehr, insbesondere von etwa 800V oder mehr. Auch kann eine Versorgung alternativ oder zusätzlich auch aus einem AC-Netz im Bereich von 110V bis 277V erfolgen.

**[0029]** Das VPE-Potential ist ein Potential in der Nähe des Schutzleiters PE und weist insbesondere eine Abweichung zu PE von etwa +/-30V auf.

**[0030]** Das erfindungsgemäße Verfahren zur Ableitstromkompensation mit einer Vorrichtung 1 zur Ableitstromkompensation sieht vor, dass zumindest eine erste aktive HV-Zelle 3 oder erste aktive HV-Zellen 3 und zumindest eine zweite aktive HV-Zelle 4 oder zweite aktive HV-Zelle 4 vorgesehen sind, wobei die zumindest eine erste aktive HV-Zelle 3 oder die ersten aktiven HV-Zellen 3 mit einem ersten Potential L/AC1 verbunden wird oder werden und die zumindest eine zweite aktive HV-Zelle 4 oder die zweiten aktiven HV-Zellen 4 mit einem zweiten Potential N/AC2 verbunden wird oder werden, wobei die zumindest eine erste aktive HV-Zellen 3 oder die ersten aktiven HV-Zellen 3 und die zumindest eine zweite aktive HV-Zelle 4 oder die zweiten aktiven HV-Zellen 4 über einen jeweils vorgesehenen Anschluss 7, 8 ein VPE-Potential zur Verfügung stellen, wobei der Ableitstrom 9 gemessen und nach Regelung mittels eines VPE-Reglers 14 auf einen Ausgang 11 eines vorgesehenen Vorsteuerungsreglers 10 mittels des Addierers 17 addiert und als Stromsollwert 12 den aktiven HV-Zellen 3, 4 zur Verfügung gestellt wird.

### Patentansprüche

1. Vorrichtung (1) zur Ableitstromkompensation mit zumindest einer ersten aktiven HV-Zelle (3) und mit zumindest einer zweiten aktiven HV-Zelle (4), wobei die zumindest eine erste aktive HV-Zelle (3) mit einem ersten Potential (AC1) verbunden ist und die zumindest eine zweite aktive HV-Zelle (4) mit einem zweiten Potential (AC2) verbunden ist, wobei die zumindest eine erste aktive HV-Zelle (3) oder die ersten aktiven HV-Zellen (3) und die zumindest eine zweite aktive HV-Zelle (4) oder die zweiten aktiven HV-Zellen (4) über einen jeweils vorgesehenen Anschluss (7, 8) ein VPE-Potential zur Verfügung stellen, wobei ein Ableitstrom (9) mittels einer Messschaltung (2) gemessen und auf einen Ausgang (11) eines vorgesehenen Vorsteuerungsreglers (10) addiert und als Stromsollwert (12) den aktiven HV-Zellen (3, 4) zur Verfügung gestellt wird.

2. Vorrichtung (1) zur Ableitstromkompensation nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Messschaltung (2) vorgesehen ist, welche eine Stromquelle (13) zur Erzeugung eines Kompensationsstroms (19) ansteuert.

3. Vorrichtung (1) zur Ableitstromkompensation nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Kompensationsstrom (19) einem VPE-Regler (14) zugeführt wird, bevor das Ausgangssignal des VPE-Reglers (14) zu dem Ausgang (11) des Vorsteuerungsreglers (10) addiert wird.

4. Vorrichtung (1) zur Ableitstromkompensation nach Anspruch 1, 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass die zumindest eine erste aktive HV-Zelle (3) oder die ersten aktiven HV-Zellen (3) und/oder die zumindest eine zweite aktive HV-Zelle (4) oder die zweiten aktiven HV-Zellen (4) aus einer Hochvolt-Batterie versorgbar ist bzw. sind, beispielsweise in einem Spannungsbereich von etwa 200V oder mehr, insbesondere von etwa 400V oder mehr, insbesondere von etwa 800V oder mehr, und/oder sie ist bzw. sind versorgbar aus einem AC-Netz im Spannungsbereich von 110V bis 277V.

5. Vorrichtung (1) zur Ableitstromkompensation nach Anspruch 1, 2, 3 oder 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass die ersten aktiven HV-Zellen (3) und die zweiten aktiven HV-Zellen (4) einen ersten Anschluss (5) zum Anschluss an das erste Potential (AC1) oder einen zweiten Anschluss (6) zum Anschluss an das zweite Potential (AC2), einen vorgesehenen Anschluss (7, 8) als dritten Anschluss zum Anschluss an das VPE-Potential und einen vierten Anschluss (15, 16) zum Einspeisen des Stromsollwerts (12) aufweisen.

6. Vorrichtung (1) zur Ableitstromkompensation nach Anspruch 1, 2, 3, 4 oder 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass der VPE-Regler (14) und/oder der Vorsteuerungsregler (10) als P-Regler, PI-Regler oder PID-Regler ausgebildet ist oder sind.

7. Vorrichtung (1) zur Ableitstromkompensation nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das VPE-Potential ein Potential in der Nähe des Schutzleiters PE ist und insbesondere eine Abweichung zu PE von etwa +/-30V aufweist.

8. Verfahren zur Ableitstromkompensation, insbesondere mit einer Vorrichtung (1) zur Ableitstromkompensation gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass zumindest eine erste aktive HV-Zelle (3) oder erste aktive HV-Zellen (3) und zumindest eine zweite aktive HV-Zelle (4) oder zweite aktive HV-Zellen (4) vorgesehen ist oder sind, wobei die zumindest eine erste aktive HV-Zelle (3) oder die ersten aktiven HV-Zel-

len (3) mit einem ersten Potential (AC1) verbunden wird oder werden und die zumindest eine zweite aktive HV-Zelle (4) oder die zweiten aktiven HV-Zellen (4) mit einem zweiten Potential (AC2) verbunden wird oder werden, wobei die zumindest eine erste aktive HV-Zelle (3) oder die ersten aktiven HV-Zellen (3) und zumindest eine zweite aktive HV-Zelle (4) oder die zweiten aktiven HV-Zellen (4) über einen jeweils vorgesehenen Anschluss (7, 8) ein VPE-Potential zur Verfügung stellen, wobei ein Ableitstrom (9) gemessen und auf einen Ausgang (11) eines vorgesehenen Vorsteuerungsreglers (10) addiert und als Stromsollwert (12) den aktiven HV-Zellen (3, 4) zur Verfügung gestellt wird.

9. Verfahren zur Ableitstromkompensation nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Messschaltung (2) derart vorgesehen ist, dass sie eine Stromquelle (13) zur Erzeugung eines Kompensationsstroms (19) ansteuert, welcher auf Basis des gemessenen Ableitstroms (9) gesteuert wird.

10. Verfahren zur Ableitstromkompensation nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Kompensationsstrom (19) einem VPE-Regler (14) zugeführt wird, bevor das Ausgangssignal des VPE-Reglers (14) zu dem Ausgang (11) des Vorsteuerungsreglers (10) addiert wird.

Es folgt eine Seite Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

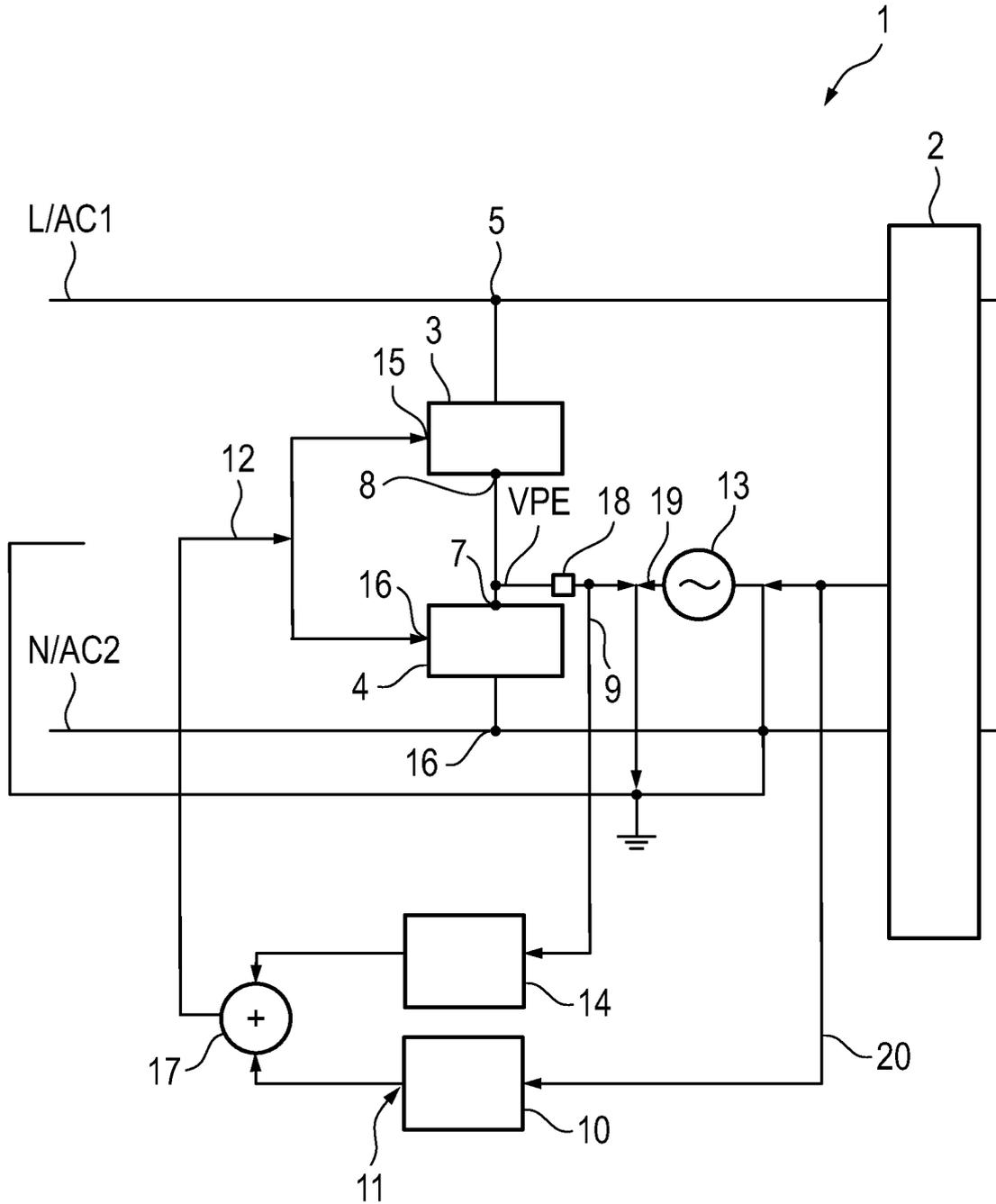


Fig. 1