(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
13. September 2012 (13.09.2012)

WIPO | PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2012/119795 A2

(51) Internationale Patentklassifikation:
H02P 25/22 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2012/050242

(22) Internationales Anmeldedatum:
9. Januar 2012 (09.01.2012)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2011 013 884.6 4. März 2011 (04.03.2011) DE

(71) Anmelder *(für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US)*: **C. & E. FEIN GMBH** [DE/DE]; Hans-Fein-Straße 81, 73529 Schwäbisch Gmünd-Bargau (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder *(nur für US)*: **BARZA, Radu** [DE/DE]; Eichenstr. 66, 71384 Weinstadt (DE). **DIETL, Lothar** [DE/DE]; Hannah-Arendt-Str. 14, 73431 Aalen (DE). **RIEMAY, Thomas** [DE/DE]; Haydnweg 3, 71404 Korb (DE).

(74) Anwälte: **GAHLERT, Stefan** et al.; Witte, Weller & Partner, Postfach 10 54 62, 70047 Stuttgart (DE).

(81) Bestimmungsstaaten *(soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart)*: AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, 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, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, 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,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: CONTROL UNIT

(54) Bezeichnung : STEUEREINHEIT

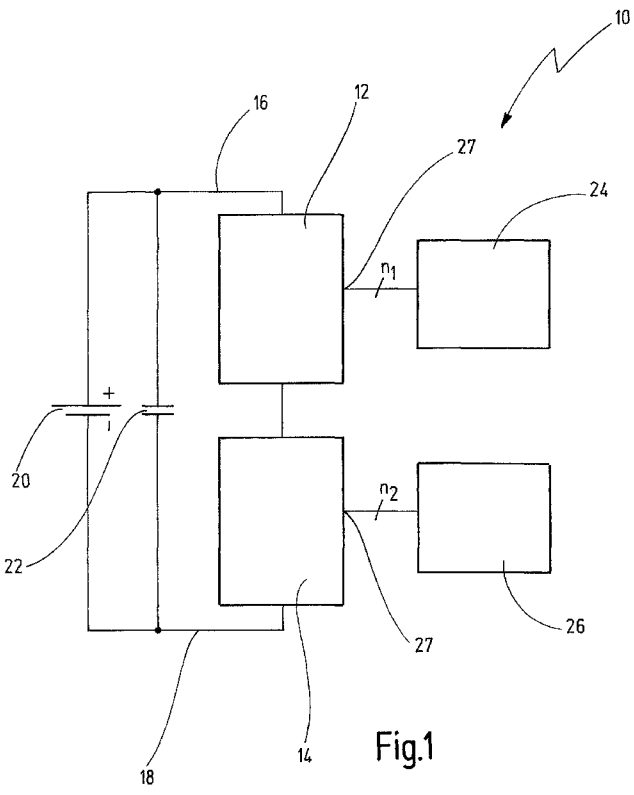


Fig.1

(57) Abstract: The invention relates to a control unit (10) for controlling an electric machine, having a first and a second voltage connection (16, 18) for connecting the control unit (10) to a voltage source (20), a first control arrangement (12) which is mounted between the voltage connections (16, 18) and is designed to electrically control a first electric consumer (24) and supply with a multi-phase current. The first control arrangement (12) comprises at least two electric connections (27) for connecting to the first electric consumer (24). According to the invention, at least one second control arrangement (14, 28) is serially connected to the first control arrangement (12) between the voltage connections (16, 18), said second control arrangement being designed to electrically control a second electric consumer (26, 29) and supply with a current.

(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Erfindung betrifft eine Steuereinheit (10) zur Ansteuerung einer elektrischen Maschine, mit einem ersten und einem zweiten Spannungsanschluss (16, 18), um die Steuereinheit (10) mit einer Spannungsquelle (20) zu verbinden, einer ersten Steuerungsanordnung (12), die zwischen die Spannungsanschlüsse (16, 18) geschaltet ist und dazu ausgebildet

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2012/119795 A2

TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, 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, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

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

ist, einen ersten elektrischen Verbraucher (24) elektrisch anzusteuern und mehrphasig zu bestromen, wobei die erste Steuerungsanordnung (12) wenigstens zwei elektrische Anschlüsse (27) zum Anschließen des ersten elektrischen Verbrauchers (24) aufweist, wobei zwischen die Spannungsanschlüsse (16, 18) ferner wenigstens eine zweite Steuerungsanordnung (14, 28) in Reihe mit der ersten Steuerungsanordnung (12) geschaltet ist, die dazu ausgebildet ist, einen zweiten elektrischen Verbraucher (26, 29) elektrisch anzusteuern und zu bestromen.

Steuereinheit

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Steuereinheit zur Ansteuerung einer elektrischen Maschine, mit einem ersten und einem zweiten Spannungsanschluss, um die Steuereinheit mit einer Spannungsquelle zu verbinden, einer ersten Steuerungsanordnung, die zwischen die Spannungsanschlüsse geschaltet ist und dazu ausgebildet ist, einen ersten elektrischen Verbraucher elektrisch anzusteuern und mehrphasig zu bestromen, wobei die erste Steuerungsanordnung wenigstens zwei elektrische Anschlüsse zum Anschließen des ersten elektrischen Verbrauchers aufweist.

[0002] Die Erfindung betrifft ferner einen elektrischen Antrieb mit einer Steuereinheit der oben genannten Art.

[0003] Die Erfindung betrifft weiterhin ein Elektrowerkzeug mit einem derartigen elektrischen Antrieb.

[0004] Im Stand der Technik werden elektrische Maschinen üblicherweise mittels einer Steuereinheit, insbesondere eines Pulswechselrichters bzw. eines Inverters, dreiphasig mit elektrischem Strom versorgt, bei der drei parallele Stromzweige jeweils mit zwei steuerbaren Schaltern ausgebildet sind, wobei die drei Phasen U, V, W an Abgriffen zwischen den steuerbaren Schaltern bereitgestellt werden.

[0005] Aus der DE 10 2007 040 725 A1 ist eine elektrische Maschine bekannt, die mittels eines Umrichters dreiphasig mit elektrischer Energie versorgt wird, wobei der Stator eine mehrphasige Erregerwicklung mit drei Spulensträngen aufweist, wobei die Spulenstränge jeweils zwei Spulenabschnitte aufweisen, die zur Reduzierung der Flussverkettung mittels einer dreipoligen Schaltvorrichtung zwischen einer Reihenschaltung und einer Parallelschaltung umschaltbar ausgebildet sind.

[0006] Nachteilig bei den bekannten Steuereinheiten ist es, dass lediglich eine Spulenanordnung als elektrischer Verbraucher einer elektrischen Maschine ansteuerbar bzw. bestrombar ist und eine zusätzliche Schaltvorrichtung zum Umschalten der Spulenabschnitte nötig ist.

[0007] Vor diesem Hintergrund ist es die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine verbesserte Steuereinheit anzugeben, mit der mehrere elektrische Verbraucher einer elektrischen Maschine mit geringem technischen Aufwand flexibel ansteuerbar und mit elektrischem Strom bestrombar sind.

[0008] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch eine Steuereinheit der eingangs genannten Art, wobei zwischen die Spannungsanschlüsse ferner wenigstens eine zweite Steuerungsanordnung in Reihe mit der ersten Steuerungsanordnung geschaltet ist, die dazu ausgebildet ist, einen zweiten elektrischen Verbraucher elektrisch anzusteuern und zu bestromen.

[0009] Erfindungsgemäß ist die Steuereinheit so ausgelegt, dass die Verbraucher der elektrischen Maschine unabhängig ansteuerbar sind, wobei durch die Reihenschaltung der beiden Steuerungsanordnungen beide Verbraucher bestrombar sind, wodurch die Verbraucher mit geringem technischem Aufwand mit elektrischer Energie versorgt werden können. Dabei ist die Steuereinheit durch die Reihenschaltung der beiden Steuerungsanordnungen besonders einfach aufgebaut und kann mit einer geringen Anzahl von Bauelementen realisiert werden.

[0010] Von besonderem Vorteil ist es, wenn die erfindungsgemäße Steuereinheit zum Ansteuern von verschiedenen Spulensystemen einer elektrischen Maschine verwendet wird, da diese so separat von außen angesteuert werden können und die Spulenanordnungen keinen aufwändigen Umpolmechanismus aufweisen müssen.

[0011] Wie nachfolgend noch näher erläutert wird, bietet die erfindungsgemäße Steuereinheit die Möglichkeit, eine zweite Spulenanordnung einer elektrischen Maschine separat mit elektrischem Strom zu bestromen, um ein von dem eigentlichen Drehfeld unabhängiges Drehfeld zu erzeugen. Sofern die unabhängigen Spulenanordnungen magnetisch miteinander gekoppelt sind, kann somit das Drehfeld zum Antreiben eines Rotors des elektrischen Antriebs verstärkt oder geschwächt werden, wodurch ein sogenannter Feldschwächungsbetrieb bzw. ein Schwächungsbetrieb der elektromotorischen Kraft (EMK-Schwächungsbetrieb) realisiert werden kann und eine höhere Leerlaufdrehzahl bei gleichzeitig entsprechend reduziertem Stillstandsmoment bewirkt wird.

[0012] Derartige Spulensysteme eines elektrischen Antriebs sind durch die erfindungsgemäße Steuereinheit mit einfachen Mitteln ansteuerbar, wobei insbesondere dadurch, dass die beiden Spulensysteme durch denselben Strom bestromt werden, die ohmschen Verluste in den Spulensystemen beim Schalten in eine andere Konfiguration gleich bleiben, wodurch die elektrische Maschine nicht in einen

thermischen Überlastbereich gerät und die Leistungsabgabe des elektrischen Antriebes bei den unterschiedlichen Modi im Wesentlichen gleich bleibt.

[0013] Durch die erfindungsgemäße Steuereinheit kann ein entsprechender elektrischer Antrieb mit unterschiedlichen Drehzahl-Drehmoment-Kennlinien betrieben werden, um im Ergebnis zum Beispiel das Verhalten eines Motors mit einem mechanisch schaltbaren Getriebe nachzubilden.

[0014] Alternativ können auch Spulen in einem Stator und einem Rotor eines elektrischen Antriebs separat mit elektrischem Strom versorgt werden. Dabei können sowohl statische als auch dynamische Magnetfelder unabhängig voneinander erzeugt werden.

[0015] Ein derartiger elektrischer Antrieb wird vorzugsweise zum Antreiben einer Werkzeugspindel eines Elektrowerkzeugs verwendet.

[0016] Vorzugsweise weist die erste Steuerungsanordnung eine Mehrzahl von parallelen Stromzweigen mit jeweils einer Mehrzahl von steuerbaren Schaltern auf, wobei die Anschlüsse zum Ansteuern des ersten Verbrauchers mit Abgriffen zwischen den steuerbaren Schaltern elektrisch verbunden sind.

[0017] Dadurch kann die erste Steuerungsanordnung mit einfachen Mitteln als Pulswechselrichter eingesetzt werden und den ersten elektrischen Verbraucher mehrphasig mit elektrischer Energie versorgen.

[0018] Gemäß einer Weiterbildung der vorliegenden Erfindung weist die zweite Steuerungsanordnung eine Mehrzahl von parallelen Stromzweigen mit jeweils einer Mehrzahl von steuerbaren Schaltern auf, wobei die zweite Steuerungsanordnung wenigstens zwei Anschlüsse zum Anschließen des zweiten Verbrauchers aufweist, die mit Abgriffen zwischen den steuerbaren elektrischen Schaltern verbunden sind.

[0019] Dadurch können zwei Verbraucher durch die Steuereinheit mehrphasig mit elektrischer Energie versorgt werden.

[0020] Vorzugsweise weisen die Steuerungsanordnungen eine identische Mehrzahl von Stromzweigen auf.

[0021] Dadurch können zwei identische und ggf. phasenverschobene Mehrphasensysteme zur Ansteuerung von zwei Verbrauchern bereitgestellt werden.

[0022] In einer bevorzugten Ausführungsform weist die erste Steuerungsanordnung drei Stromzweige auf, die den ersten elektrischen Verbraucher dreiphasig mit elektrischer Energie versorgt.

[0023] Dadurch kann ein üblicher Dreiphasendrehstromverbraucher mit einfachen Mitteln mit elektrischer Energie versorgt werden.

[0024] In einer weiteren Ausführungsform weisen die Steuerungsanordnungen jeweils drei Stromzweige auf, die die elektrischen Verbraucher dreiphasig mit elektrischer Energie versorgen.

[0025] Dadurch können zwei Dreiphasendrehstromverbraucher gleichzeitig mit elektrischer Energie versorgt werden, wobei die entsprechenden Phasen eine beliebige Phasenverschiebung zueinander aufweisen können.

[0026] Es ist weiterhin bevorzugt, wenn die steuerbaren Schalter als Halbleiterbauelemente, insbesondere als MOS-Feldeffekttransistoren ausgebildet sind.

[0027] Durch diese steuerbaren Schalter können hohe Spannungen mit einer hohen Schaltgeschwindigkeit bei gleichzeitig geringen Verlusten geschaltet werden. Weiterhin können derartige steuerbare Schalter einen großen Strom treiben, der insbesondere zum Antreiben elektrischer Maschinen nötig ist.

[0028] In einer weiteren Ausführungsform sind die steuerbaren Schalter als IGBTs, als Tyristoren oder als Triacs ausgebildet. Dadurch können höhere Spannungen geschaltet werden oder höhere Ströme getrieben werden.

[0029] In einer besonderen Ausführungsform ist der ersten und der zweiten Steuerungsanordnung jeweils wenigstens eine Treiberschaltung zugeordnet, die die jeweiligen steuerbaren Schalter ansteuert.

[0030] Dadurch können beliebige Arten von steuerbaren Schaltern mit unterschiedlichen Ansteuerungscharakteristiken verwendet werden.

[0031] Es ist weiterhin bevorzugt, wenn eine der Treiberschaltungen mit einem potentialfreien Mittelabgriff zwischen den Steuerungsanordnungen verbunden ist, der ein Bezugspotential für die Treiberschaltung bildet.

[0032] Da die Treiberschaltung dasselbe Bezugspotential benötigt, wie die zu schaltenden Schalter, bietet dies eine gute Möglichkeit, um die Steuerungsanordnung, die nicht mit Masse verbunden ist, entsprechend zu schalten.

[0033] Dabei ist es ferner bevorzugt, wenn eine der Treiberschaltungen mit einer potentialfreien Spannungsquelle verbunden ist, um die Treiberschaltung mit elektrischer Energie zu versorgen.

[0034] Dies bietet eine einfache Möglichkeit, die Treiberschaltung mit elektrischer Energie zu versorgen, da die Treiberschaltung auf dasselbe Potential bezogen ist wie die zu schaltenden Schalter.

[0035] Es ist weiterhin bevorzugt, wenn die Treiberschaltungen mittels einer Steuerschaltung ansteuerbar sind.

[0036] Dadurch kann die gesamte Steuereinheit mittels einer einzigen Steuerschaltung gesteuert werden, wodurch die Gesamtsteuerung ermöglicht wird.

[0037] Es ist ferner bevorzugt, wenn eine der Treiberschaltungen, insbesondere die, die mit dem Mittelabgriff verbunden ist, über potentialfreie Koppler, insbesondere Optokoppler, mit der Steuerschaltung verbindbar ist.

[0038] Dadurch ist eine störungsfreie Übertragung von Steuersignalen von der Steuerschaltung zu den Treiberschaltungen möglich.

[0039] Es ist ferner bevorzugt, wenn den Schaltern eines Stromzweiges jeweils eine Treiberschaltung zugeordnet ist.

[0040] Dadurch können einfache Treiberschaltungen verwendet werden, die lediglich zwei Transistoren schalten müssen.

[0041] Insgesamt wird erfindungsgemäß eine einfache und kostengünstige Steuereinheit bereitgestellt, mit der eine Mehrzahl von Verbrauchern individuell mit elektrischem Strom bestromt werden können und insbesondere Dreiphasendrehstrom bereitgestellt werden kann, mit dem unterschiedliche Komponenten von Drehstrommaschinen mit elektrischer Energie versorgt werden können.

[0042] Ein weiterer Vorteil der erfindungsgemäßen Steuereinheit ist es, dass die Phasen mit einer sehr hohen Schaltgeschwindigkeit gewechselt werden können, so dass eine elektronische Kommutierung einer elektrischen Maschine ohne Weiteres realisierbar ist.

[0043] Es versteht sich, dass die erfindungsgemäße Steuereinheit auch zum Ansteuern von verschiedenen elektrischen Maschinen verwendet werden kann.

[0044] Es versteht sich, dass die vorstehend genannten und die nachstehend noch zu erläuternden Merkmale nicht nur in der jeweils angegebenen Kombination, sondern auch in anderen Kombinationen oder in Alleinstellung verwendbar sind, ohne den Rahmen der vorliegenden Erfindung zu verlassen.

[0045] Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung dargestellt und werden in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 ein vereinfachtes Schaltbild einer allgemeinen Ausführungsform der erfindungsgemäßen Steuereinheit;

Fig. 1a ein vereinfachtes Schaltbild einer Ausführungsform der Steuereinheit mit drei Steuerungsanordnungen;

Fig. 2 ein schematisches Schaltbild einer Ausführungsform von Steuerungsanordnungen mit jeweils zwei Stromzweigen;

Fig. 2a eine Ausführungsform der Steuerungsanordnungen aus Fig. 2 mit steuerbaren Halbleiterschaltern;

Fig. 3 ein schematisches Schaltbild einer weiteren Ausführungsform der erfindungsgemäßen Steuereinheit zur Ansteuerung von zwei Spulenanordnungen eines elektrischen Antriebs;

Fig. 4 eine weitere Ausführungsform der erfindungsgemäßen Steuereinheit mit steuerbaren Halbleiterschaltern;

Fig. 5a bis c
eine schematische Darstellung verschiedener Schaltzustände der Steuereinheit zum Ansteuern der Spulenanordnungen des elektrischen Antriebs;

Fig. 6 eine Tabelle zur Erläuterung der möglichen Schaltzustände der Steuereinheit zum Ansteuern zweier Spulenanordnungen einer elektrischen Maschine für sechs unterschiedliche Kommutierungsschritte;

Fig. 7 ein schematisches Schaltbild einer Ansteuerung zum Ansteuern von zwei Stromzweigen der erfindungsgemäßen Steuereinheit;

Fig. 8 ein Elektrowerkzeug in stark vereinfachter Darstellung mit einem Motor und einer erfindungsgemäßen Steuereinheit;

Fig. 9 ein schematisches Schaltbild der erfindungsgemäßen Steuereinheit zur Ansteuerung von zwei Spulenanordnungen in Dreiecksschaltung;

Fig. 10 ein schematisches Schaltbild der erfindungsgemäßen Steuereinheit zur Ansteuerung von zwei Spulenanordnungen, die in Stern- und in Dreiecksschaltung geschaltet sind; und

Fig. 11 ein schematisches Schaltbild der erfindungsgemäßen Steuereinheit zur Ansteuerung von zwei Spulenanordnungen, die in Dreiecks- und in Sternschaltung geschaltet sind.

[0046] In Fig. 1 ist eine erfindungsgemäße Steuereinheit schematisch dargestellt und allgemein mit 10 bezeichnet. Die Steuereinheit 10 weist eine erste Steuerungsanordnung 12 und eine zweite Steuerungsanordnung 14 auf. Die erste Steuerungsanordnung 12 und die zweite Steuerungsanordnung 14 sind in Reihe geschaltet zwischen zwei Spannungsanschlüssen 16, 18. Die Spannungsanschlüsse 16, 18 sind mit einer elektrischen Energieversorgung 20 verbunden. Die elektrische Energieversorgung 20 ist als Gleichspannungsquelle, wie zum Beispiel eine Batterie oder ein Akkumulator ausgebildet. Parallel zu der Gleichspannungsquelle 20 ist eine Kapazität 22 geschaltet.

[0047] Die erste Steuerungsanordnung 12 ist elektrisch verbunden mit einem ersten elektrischen Verbraucher 24. Die zweite Steuerungsanordnung 14 ist elektrisch verbunden mit einem zweiten elektrischen Verbraucher 26. Die erste Steuerungsanordnung 12 ist dazu ausgebildet, den ersten elektrischen Verbraucher 24 mehrphasig n_1 zu bestromen. Die zweite Steuerungsanordnung 14 ist dazu ausgebildet, den zweiten elektrischen Verbraucher 26 ein- oder mehrphasig n_2 zu bestromen. Die erste und die zweite Steuerungsanordnung 12, 14 weisen jeweils Anschlüsse 27 auf, um die elektrischen Verbraucher 24, 26 elektrisch anzuschließen.

[0048] Die Steuerungsanordnungen 12, 14 sind zwischen den Spannungsanschlüssen 16, 18 in Reihe geschaltet, so dass die Steuerungsanordnungen 12, 14 mit demselben Strom bestromt werden. Die Steuerungsanordnungen 12, 14 können die elektrischen Verbraucher 24, 26 unabhängig voneinander elektrisch ansteuern und mehrphasig n_1, n_2 bestromen. Die Steuereinheit 10 kann somit beispielsweise zwei unabhängige Spulensysteme einer elektrischen Maschine mehrphasig ansteuern und somit flexibel und mit einer beliebigen Phasenverschiebung zueinander bestromen.

[0049] In Fig. 1a ist eine Ausführungsform der Steuereinheit 10 gezeigt. Gleiche Elemente sind mit gleichen Bezugsziffern bezeichnet, wobei hier lediglich die Unterschiede erläutert sind.

[0050] Zwischen den Spannungsanschlüssen 16, 18 ist zusätzlich zu den Steuerungsanordnungen 12, 14 eine weitere Steuerungsanordnung 28 geschaltet, die dazu ausgelegt ist, einen dritten elektrischen Verbraucher 29 ein- oder mehrphasig n_3 zu bestromen. Die dritte Steuerungsanordnung 28 ist mit der ersten Steuerungsanordnung 12 und der zweiten Steuerungsanordnung 14 in Reihe geschaltet. Dadurch werden die Steuerungsanordnungen 12, 14, 28 durch denselben Strom bestromt. Die in Fig. 1a dargestellte Ausführungsform der Steuereinheit 10 kann die drei elektrischen Verbraucher 24, 26, 29 unabhängig voneinander mit geringem technischem Aufwand mehrphasig n_1, n_2, n_3 mit elektrischer Energie versorgen. Die Steuereinheit

10 aus Fig. 1a kann insbesondere drei unabhängige Spulensysteme einer elektrischen Maschine unabhängig voneinander mit beliebiger Phasenverschiebung mehrphasig bestromen.

[0051] In Fig. 2 ist eine Ausführungsform der Steuereinheit 10 aus Fig. 1 schematisch dargestellt. Die Steuerungsanordnungen 12, 14 sind zwischen den Spannungsanschlüssen 16, 18 elektrisch in Reihe geschaltet. Die Steuerungsanordnungen 12, 14 sind identisch aufgebaut.

[0052] Die Steuerungsanordnungen 12, 14 weisen jeweils zwei elektrische Stromzweige 30, 32 auf, die jeweils zwei steuerbare Schalter 34, 36 aufweisen. Die Stromzweige 30, 32 sind als Halbbrücken ausgebildet. Zwischen den steuerbaren Schaltern 34, 36 ist jeweils ein Abgriff 38, 40 gebildet, um den jeweiligen elektrischen Verbraucher 24, 26 anzuschließen und zu bestromen. Die elektrischen Verbraucher 24, 26 sind in diesem Beispiel jeweils als eine Spule ausgebildet. Die elektrischen Stromzweige 30, 32 sind an ihren jeweiligen Enden elektrisch miteinander verbunden. Die erste Steuerungsanordnung 12 und die zweite Steuerungsanordnung 14 sind mittels einer Brücke 41 elektrisch miteinander verbunden, wobei die Brücke 41 gleichzeitig einen Mittelabgriff 41 bildet.

[0053] Die steuerbaren Schalter 34, 36 der ersten Steuerungsanordnung 12 sind so angeordnet, dass durch wechselseitiges Öffnen und Schließen der steuerbaren Schalter 34, 36 der beiden Stromzweige 30, 32 der jeweilige Verbraucher 24, 26 in einer ersten Richtung oder einer zweiten Richtung durch den Strom I bestromt wird. Sofern der erste Schalter 34 des ersten Stromzweiges 30 geschlossen ist und gleichzeitig der zweite Schalter 36 des zweiten Stromzweiges 32 geschlossen ist, und wenn gleichzeitig der erste Schalter 34 des zweiten Stromzweiges 32 und der zweite Schalter 36 des ersten Stromzweiges 30 geöffnet ist, wird der Strom I in einer ersten Richtung dem jeweiligen Verbraucher 24, 26 zur Verfügung gestellt. Sofern die Schalter umgekehrt geschlossen bzw. geöffnet sind, wird der Strom I in einer zweiten der ersten Richtung entgegengesetzten Richtung dem jeweiligen Verbraucher 24, 26 zur Ver-

fügung gestellt. Sofern beide Schalter 34, 36 eines der Stromzweige 30, 32 geschlossen sind, ist der entsprechende Stromzweig 30, 32 kurzgeschlossen und der jeweilige Verbraucher 24, 26 wird nicht mit elektrischer Energie versorgt.

[0054] Dadurch, dass die erste und die zweite Steuerungsanordnung 12, 14 in Reihe geschaltet sind, fließt der Strom I in jedem Falle auch durch die zweite Steuerungsanordnung 14. Sofern die Schalter 34, 36 geschlossen sind, ist der Stromzweig 30, 32 kurzgeschlossen und der Strom I fließt direkt zu dem Massepunkt 18. Dadurch wird der zweite Verbraucher 26 nicht mit elektrischer Energie versorgt. Sofern die Schalter 34, 36 in oben beschriebener Weise geöffnet bzw. geschlossen sind, fließt der Strom I durch den zweiten Verbraucher 26, der dadurch bestromt und mit elektrischer Energie versorgt wird.

[0055] Durch die Steuereinheit 10 kann mittels der ersten und zweiten Steuerungsanordnung 12, 14 wenigstens eine Phase U und eine Phase V an den Abgriffen 38, 40 bereitgestellt werden. Dadurch, dass die zweite Steuerungsanordnung 14 in Reihe mit der ersten Steuerungsanordnung 12 geschaltet ist, fließt, sofern beide Verbraucher 24, 26 angesteuert werden, derselbe Strom I durch beide Verbraucher 24, 26.

[0056] Dadurch kann eine einfache Steuerungsanordnung zur Ansteuerung von zwei elektrischen Verbrauchern bereitgestellt werden.

[0057] In Fig. 2a ist eine bevorzugte Ausführungsform der Steuereinheit aus Fig. 2 schematisch dargestellt. Gleiche Elemente sind mit gleichen Bezugsziffern bezeichnet, wobei hier lediglich die Unterschiede erläutert sind.

[0058] Die steuerbaren Schalter 34, 36 der Steuerungsanordnungen 12, 14 sind als Halbleiterschalter 34a, 36a ausgebildet. Dadurch lassen sich die steuerbaren Schalter 34a, 36a mit einfachen Mitteln elektrisch ansteuern, wobei hohe Schaltgeschwindigkeiten zum Ansteuern der Spulen 24, 26 realisierbar sind.

[0059] In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung sind die elektrischen Verbraucher 24, 26 als Spulensysteme eines elektrischen Antriebs bzw. Motors ausgebildet, wobei der erste Verbraucher 24 ein Hauptspulensystem 24 des Motors bildet, wie zum Beispiel eine Kommutatorspule eines elektronisch kommutierten Motors und der zweite Verbraucher 26 eine Spule zur Erzeugung eines weiteren Magnetfeldes bildet. Dadurch kann zum Beispiel ein statisches Magnetfeld durch die Spule 26 erzeugt werden und ein dynamisches Magnetfeld bzw. ein wechselndes Magnetfeld durch die Spule 24 erzeugt werden. Dadurch können beispielsweise die Spulen einer Schenkelpolmaschine durch die Steuereinheit 10 angesteuert werden, wobei durch Umschalten der Steuerungsanordnung 12 die Drehrichtung gewechselt werden kann. Alternativ kann die Spule 26 auch mit dem Hauptspulensystem 24 derart gekoppelt sein, dass eine Verstärkung oder Schwächung des Hauptdrehfeldes ermöglicht wird.

[0060] In Fig. 3 ist ein schematischer Schaltplan einer Ausführungsform der Steuereinheit 10 dargestellt. Die Steuereinheit 10 weist die erste Steuerungsanordnung 12 und die zweite Steuerungsanordnung 14 auf, die jeweils mit einem elektrischen Verbraucher 46, 48 verbunden sind, die in dieser bevorzugten Ausführungsform als Spulensysteme 46, 48 einer elektrischen Maschine ausgebildet sind. Die Spulensysteme 46, 48 sind durch jeweils drei Spulenstränge gebildet, die in dieser Ausführungsform jeweils in einer Sternschaltung miteinander verschaltet sind. Es versteht sich, dass die Spulenstränge auch in einer Dreiecksschaltung miteinander verschaltet sein können. Die Spulenstränge des ersten Spulensystems 46 sind mit L1, L2, L3 bezeichnet. Die Spulenstränge des zweiten Spulensystems 48 sind mit L1', L2', L3' bezeichnet. Die erste Steuerungsanordnung 12 und die zweite Steuerungsanordnung 14 weisen in dieser Ausführungsform jeweils drei Stromzweige 50, 52, 54 auf. Die Stromzweige 50, 52, 54 sind an ihren Enden elektrisch miteinander verbunden, wobei die Steuerungsanordnungen 12, 14 in Reihe zwischen den Spannungsanschlüssen 16, 18 angeschlossen sind. Die Stromzweige 50, 52, 54 weisen jeweils zwei steuerbare Schalter 56, 58 auf. Die Stromzweige 50, 52, 54 sind jeweils als Halbbrücken ausgebildet. Zwischen den steuerbaren Schaltern 56, 58 ist jeweils ein Abgriff 60 gebildet, an dem eine von drei Phasen U, V, W abgreifbar ist.

[0061] Durch Schließen eines ersten der steuerbaren Schalter 56 eines ersten der Stromzweige 50, 52, 54 und das Schließen eines zweiten der Schalter 58 eines anderen der Stromzweige 50, 52, 54 kann eine Spannung zwischen den jeweiligen Abgriffen 60 angelegt werden und eine entsprechende elektrische Leitung 61 mit dem elektrischem Strom I bestromt werden. Da die beiden Steuerungsanordnungen 12, 14 in Reihe zwischen den Spannungsanschlüssen 16, 18 geschaltet sind, fließt in diesem Falle durch die beiden Steuerungsanordnungen 12, 14 derselbe Strom I. Sofern die steuerbaren Schalter 56, 58 so geschaltet sind, dass beide Verbraucher 46, 48 bestromt werden, fließt derselbe Strom durch beide der Verbraucher 46, 48.

[0062] Mittels der Steuereinheit 10 gemäß Fig. 3 können die beiden Spulensysteme 46, 48 einer elektrischen Maschine separat angesteuert werden und mit demselben Strom I bestromt werden, wobei durch wechselndes Schließen der steuerbaren Schalter 56, 58 eine elektronische Kommutierung der entsprechenden elektrischen Antriebe realisiert werden kann.

[0063] In Fig. 4 ist eine bevorzugte Ausführungsform der Steuereinheit 10 aus Fig. 3 dargestellt. Gleiche Elemente sind mit gleichen Bezugsziffern bezeichnet, wobei hier lediglich die Unterschiede erläutert sind.

[0064] Die steuerbaren Schalter 56, 58 sind in dieser Ausführungsform als Halbleiterschalter 56a, 58a ausgebildet. Die Spulensysteme 46, 48 weisen jeweils drei Anschlüsse auf, die für das erste Spulensystem 46 mit U_A, V_A, W_A bezeichnet sind und für das zweite Spulensystem 48 mit U_B, V_B, W_B bezeichnet sind. Die Abgriffe 60 der ersten Steuerungsanordnung 12 sind entsprechend mit den Anschlüssen U_A, V_A, W_A des ersten Spulensystems 46 verbunden und die Abgriffe 60 der zweiten Steuerungsanordnung 14 sind entsprechend mit den Anschlüssen U_B, V_B, W_B des zweiten Spulensystems 48 verbunden. Die Halbleiterschalter 56a, 58a der Stromzweige 50, 52, 54 sind entsprechend ihrer Zuordnung zum positiven Potential des Spannungsanschlusses 16 bzw. des negativen Potentials des Spannungsanschlusses 18 und entsprechend dem jeweiligen Anschluss mit den Spulensystemen 46, 48 bezeichnet. Entsprechend

ist zum Beispiel der erste Halbleiterschalter 56a des ersten Stromzweiges 50, der die Phase U des ersten Spulensystems 46 ansteuert, mit T_{UA+} bezeichnet.

[0065] Dadurch, dass die steuerbaren Schalter 56, 58 durch die Halbleitertransistoren 56a, 58a gebildet sind, ist ein schnelles Schalten möglich, wodurch die Bestromung der Spulensysteme 46, 48 mit einer hohen Schaltgeschwindigkeit umgeschaltet werden kann. Dies ist besonders bevorzugt bei elektronisch kommutierten Drehfeldmaschinen, bei denen ein Umschalten entsprechend der Drehzahl schnell erfolgen muss. Dadurch kann die Steuerungsanordnung 10 zur Kommutierung von den beiden Spulensystemen 46, 48 verwendet werden.

[0066] Die Schaltzustände der steuerbaren Schalter 56a, 58a zur Ansteuerung der Spulensysteme 46, 48 werden im Folgenden näher erläutert.

[0067] In den Fig. 5a bis c sind unterschiedliche Schaltzustände der steuerbaren Schalter 56a, 58a dargestellt, um die Spulensysteme 46, 48 unterschiedlich zu bestromen. Gleiche Elemente sind mit gleichen Bezugsziffern bezeichnet, wobei hier lediglich die Unterschiede erläutert sind.

[0068] In Fig. 5a ist ein möglicher Schaltzustand der Steuereinheit 10 zur Bestromung der beiden Spulensysteme 46, 48 schematisch dargestellt. Dabei ist der erste steuerbare Schalter 56a (T_{UA+}) des ersten Stromzweiges 50 der Steuerungsanordnung 12 und der zweite steuerbare Schalter 58a (T_{VA-}) des zweiten Stromzweiges 52 der Steuerungsanordnung 12 geschlossen bzw. durchgeschaltet, so dass eine Spannung an den Spulensträngen L1, L2 angelegt wird und der Strom I durch die entsprechenden Spulenstränge L1, L2 geleitet wird. Dadurch entsteht ein erstes Drehfeld 62, das einem Kommutierungsschritt bei Null Grad entspricht. In der zweiten Steuerungsanordnung 14 ist der erste steuerbare Schalter 56a (T_{UB+}) des ersten Stromzweiges 50 und der zweite steuerbare Schalter 58a (T_{VB-}) des zweiten Stromzweiges 52 geschlossen, so dass entsprechend die Spulenstränge L1', L2' des zweiten Spulensys-

tems 48 bestromt werden und ein entsprechendes zweites Drehfeld 64 für einen Kommutierungsschritt von Null Grad erzeugt.

[0069] In Fig. 5b ist ein weiterer mögliche Schaltzustand der Steuereinheit 10 gezeigt, die die Spulenstränge L2, L3 und L2', L3' bestromt und entsprechende Drehfelder für einen Kommutierungsschritt von 60 Grad erzeugt. Für eine derartige Bestromung der Spulensysteme 46, 48 werden in beiden der Steuerungsanordnungen 12, 14 jeweils der erste steuerbare Schalter 56a (T_{WA+}, T_{WB+}) des dritten Stromzweiges 54 und der zweite steuerbare Schalter 58a (T_{VA-}, T_{VB-}) des zweiten Stromzweiges 52 geschlossen. So kann durch einfaches Umschalten der steuerbaren Schalter 56a, 58a ein alternativer Kommutierungsschritt in den Spulensystemen 46, 48 erzeugt werden.

[0070] In Fig. 5c ist eine weitere mögliche Schaltung der Steuereinheit 10 dargestellt, bei der die Spulensysteme 46, 48 unterschiedlich bestromt werden. Das erste Spulenanordnungssystem 46 wird in diesem Schaltmodus identisch bestromt wie in Fig. 5a, es werden also die Spulenstränge L1 und L2 bestromt. Das zweite Spulensystem 48 ist in entgegengesetzter Richtung des ersten Spulensystems 46 bestromt, so dass das zweite Drehfeld 64 entsteht, das dem ersten Drehfeld 62 entgegengerichtet ist.

[0071] Zum Erzielen dieses Schaltmodus werden die steuerbaren Schalter 56, 58 der ersten Steuerungsanordnung 12 identisch geschaltet wie in Bezug auf Fig. 5a erläutert. Um den Schaltzustand des zweiten Spulensystems 48 zu erzielen, ist der erste steuerbare Schalter 56a (T_{VB+}) des zweiten Stromzweiges 52 der zweiten Steuerungsanordnung 14 und der zweite steuerbare Schalter 58a (T_{UB-}) des ersten Stromzweiges 50 der zweiten Steuerungsanordnung 14 geschlossen. Dadurch werden die Spulenstränge L1', L2' bestromt, und zwar in umgekehrter Richtung als die Spulenstränge L1, L2 des ersten Spulensystems 46.

[0072] Auf diese Weise können die Spulensysteme 46, 48 durch die Steuereinheit 10 in unterschiedlichen Modi separat bestromt werden, so dass jedes der

Spulensysteme entsprechend eines beliebigen Kommutierungsraumzeigers bestromt wird.

[0073] Vorzugsweise sind die beiden Spulensysteme 46, 48 einander fest zugeordnet und beide entweder in dem Rotor oder dem Stator verbaut. Dabei sind die einzelnen Spulenstränge magnetisch miteinander gekoppelt, so dass die Drehfelder 62, 64 einander ergänzen zu einem Summenfeld, sofern sie gleichgerichtet sind, oder, sofern sie einander entgegengerichtet sind, ein Differenzfeld bilden.

[0074] Entsprechend sind in den Fig. 5a und 5b Schaltzustände gezeigt, bei denen die Drehfelder 62, 64 gleichgerichtet sind und ein Summenfeld erzeugen. In Fig. 5c ist ein Schaltzustand dargestellt, bei dem die Drehfelder 62, 64 einander entgegengesetzt sind, so dass ein Differenzfeld entsteht. Ein derartiger Schaltzustand wird auch als Feldschwächung bzw. EMK-Schwächung bezeichnet, weil das erste Drehfeld 62 durch das zweite Drehfeld 64 geschwächt wird. Wie in den Fig. 5a bis c gezeigt ist, können durch die Steuereinheit 10 die beiden Spulensysteme 46, 48 in jedem der Kommutierungsschritte unterschiedlich bestromt werden, so dass bei unterschiedlichen der Kommutierungsschritte entweder ein Summenfeld oder ein Differenzfeld erzeugt wird. Dadurch sind unterschiedliche Drehmoment-Drehzahlkennlinien der entsprechenden elektrischen Maschine realisierbar, wodurch zum Beispiel eine getriebeähnliche Charakteristik nachgebildet werden kann.

[0075] In Fig. 6 ist eine Tabelle 66 dargestellt, die für sechs unterschiedliche Kommutierungsschritte Schaltzustände der steuerbaren Schalter 56a, 58a mit den Bezugszeichen aus Fig. 4 darstellt, die die Drehfelder 62, 64 für einen Normalbetrieb erzeugen. Das heißt, bei den Schaltzuständen, die in Fig. 5 dargestellt sind, sind die Drehfelder 62, 64 grundsätzlich in dieselbe Richtung gerichtet, so dass sich die entsprechenden Drehfelder 62, 64 zu einem Summenfeld verstärken. Dabei sind die Potentiale an den Anschlüssen U_A, V_A, W_A des ersten Spulensystems 46 und an den Anschlüssen U_B, V_B, W_B des zweiten Spulensystems 48 mit U bzw. 0 bezeichnet für ein hohes bzw. niedrigeres Potenzial und x als undefiniertes oder schwebendes

Potential. Die Schaltzustände sind mit 1 für einen geschlossenen Schalter und 0 für einen geöffneten Schalter bezeichnet. Ferner sind die entsprechend entstehenden Spannungszeiger in Polarform angegeben.

[0076] In Fig. 7 ist eine Ansteuerung der steuerbaren Schalter 34, 36, 56, 58 gemäß aller Ausführungsformen der Erfindung dargestellt und allgemein mit 100 bezeichnet. Die Ansteuerung 100 weist zwei Treiberschaltungen 102, 104 auf, die jeweils mit zwei steuerbaren Schaltern 56, 58 eines der Stromzweige 50, 52, 54 verbunden sind. Die Treiberschaltungen 102, 104 weisen zwei Ausgänge auf, die mit Eingängen der steuerbaren Schalter 56, 58 verbunden sind. Die Treiberschaltungen 102, 104 weisen ferner Eingangsanschlüsse auf, die mit Ausgängen eines Controllers 106 verbunden sind, über die die Treiberschaltungen 102, 104 entsprechend gesteuert werden. Die Treiberschaltungen 102, 104 weisen ferner zur Spannungsversorgung einen Spannungsanschluss 108 und einen Masseanschluss 110 auf. Der Spannungsanschluss 108 der Treiberschaltung 104 ist mit dem Spannungsanschluss 16 verbunden. Der Masseanschluss 110 der Treiberschaltung 104 ist mit dem Spannungsanschluss 18 verbunden, um die Treiberschaltung 104 mit elektrischer Energie zu versorgen.

[0077] Da die Treiberschaltungen 102, 104 dasselbe Bezugspotential benötigen, wie die zu treibenden steuerbaren Schalter 56, 58, ist der Masseanschluss 110 der Treiberschaltung 102 verbunden mit der Brücke 41 bzw. dem Mittelabgriff 41, die zwischen den jeweiligen Steuerungsanordnungen 12, 14 gebildet ist. Ferner ist eine potentialfreie Spannungsversorgung 112 zum Versorgen der Treiberschaltungen 102 bereitgestellt, die mit einem negativen Pol mit dem Mittelabgriff 41 und mit einem positiven Pol mit dem Spannungsanschluss 108 der Treiberschaltung 102 verbunden ist. Dadurch kann die Treiberschaltung 102 potentialfrei mit elektrischer Energie versorgt werden.

[0078] Die Eingangsanschlüsse der Treiberschaltung 102 müssen ebenfalls potentialfrei mit einem Eingangssignal versorgt werden. Die entsprechenden Ein-

gangsanschlüsse der Treiberschaltung 102 sind jeweils über einen potentialfreien Koppler 114, 116 mit dem Controller 106 verbunden. Dadurch kann ein entsprechendes Steuersignal von dem Controller potentialfrei auf die Treiberschaltung 102 übertragen werden. In einer bevorzugten Ausführungsform sind die potentialfreien Koppler 114, 116 als Optokoppler ausgebildet.

[0079] Durch die besondere Ausführung der Ansteuerung 100 können jeweils zwei der steuerbaren Schalter 56, 58 getrieben werden bzw. geschaltet werden, wobei die entsprechenden Treiberschaltungen 102, 104 über einen gemeinsamen Controller 106 angesteuert werden. Durch die potentialfreie Spannungsversorgung 112 und die potentialfreien Koppler 114, 116 können auch diejenigen der steuerbaren Schalter 56, 58 problemlos gesteuert werden, die ihr Bezugspotential nicht an dem Masseanschluss 18 haben.

[0080] Insgesamt kann auf diese Weise mit einfachen Mitteln eine effektive Ansteuerung 100 zum Ansteuern der Steuereinheit 10 bereitgestellt werden.

[0081] Fig. 8 zeigt beispielhaft eine Anwendung der erfindungsgemäßen Steuereinheit 10 zum Ansteuern eines Elektromotors bei einem Elektrowerkzeug 120 in Form eines Schraubers. Das Elektrowerkzeug 120 weist ein Futter 122 zur Aufnahme eines Werkzeugs auf, das mit einer Werkzeugspindel 124 verbunden ist. Das Elektrowerkzeug 120 weist einen Motor 126 auf, der zum Antreiben des Futters 122 mit der Spindel 124 verbunden oder verbindbar ist. Der Motor 126 ist mit einem ein- oder mehrstufigen Getriebe 128 gekoppelt, das ggf. auch schaltbar sein kann. Der Motor 126 wird über die Steuereinheit 10 angesteuert und durch den Akkumulator 20 mit elektrischer Energie versorgt.

[0082] In Fig. 9 ist ein schematisches Schaltbild der erfindungsgemäßen Steuereinheit 10 zur Ansteuerung von zwei Erregerspulenanordnungen dargestellt, die jeweils in Dreiecksschaltung geschaltet sind.

[0083] Die in Fig. 10 dargestellte Steuereinheit 10 ist identisch mit der Steuereinheit 10 aus Fig. 3. Gleiche Elemente sind mit gleichen Bezugsziffern bezeichnet, wobei lediglich die Unterschiede dargestellt sind. Die Steuereinheit 10 dient dazu, Spulensysteme 130, 132 elektrisch anzusteuern und zu bestromen. Die Spulensysteme 130, 132 sind in Dreiecksschaltung zusammengeschaltet und werden von den Steuerungsanordnungen 12, 14 jeweils dreiphasig bestromt.

[0084] In Fig. 11 ist die erfindungsgemäße Steuereinheit 10 schematisch dargestellt und dient zur Ansteuerung von Spulenanordnungen, die in Stern- und in Dreiecksschaltung geschaltet sind. Die Steuereinheit 10 ist identisch mit der Steuereinheit 10 aus Fig. 3. Gleiche Elemente sind mit gleichen Bezugsziffern bezeichnet, wobei hier lediglich die Unterschiede erläutert sind. Die erste Steuerungsanordnung 12 ist mit einer ersten Spulenanordnung 134 verbunden, die in Sternschaltung geschaltet ist. Die Spulenanordnung 12 dient dazu, die Spulenanordnung 134 dreiphasig zu bestromen.

[0085] Die zweite Steuerungsanordnung 14 ist mit einer zweiten Spulenanordnung 136 verbunden, die in Dreiecksschaltung geschaltet ist. Die zweite Steuerungsanordnung 14 dient dazu, die Spulenanordnung 136 dreiphasig zu bestromen.

[0086] In Fig. 12 ist die erfindungsgemäße Steuereinheit 10 schematisch dargestellt und dient zur Ansteuerung von zwei Spulenanordnungen, die in Dreiecks- bzw. Sternschaltung geschaltet sind. Die Steuerungsanordnung 10 ist identisch mit der Steuerungsanordnung aus Fig. 3. Gleiche Elemente sind mit gleichen Bezugsziffern bezeichnet, wobei hier lediglich die Unterschiede dargelegt sind. Die erste Steuerungsanordnung 12 ist mit einer ersten Spulenanordnung 138 verbunden, die in Dreiecksschaltung geschaltet ist. Die erste Steuerungsanordnung 12 dient dazu, die erste Spulenanordnung 138 dreiphasig zu bestromen. Die zweite Steuerungsanordnung 14 ist mit einer zweiten Spulenanordnung 140 verbunden, die in Sternschaltung geschaltet ist. Die zweite Steuerungsanordnung 14 dient dazu, die zweite Spulenanordnung 140 dreiphasig zu bestromen.

[0087] Es versteht sich, dass die schematisch dargestellten Steuereinheiten in den Fig. 10 bis 12 auch mit steuerbaren Schaltern 56a, 58a in Form von Halbleiterbauelementen und insbesondere Feldeffekttransistoren ausgebildet sein können, wie es bereits in Fig. 4 dargestellt ist.

Patentansprüche

1. Steuereinheit (10) zur Ansteuerung einer elektrischen Maschine (126), mit einem ersten und einem zweiten Spannungsanschluss (16, 18), um die Steuereinheit (10) mit einer Spannungsquelle (20) zu verbinden, einer ersten Steuerungsanordnung (12), die zwischen die Spannungsanschlüsse (16, 18) geschaltet ist und dazu ausgebildet ist, einen ersten elektrischen Verbraucher (24; 46) elektrisch anzusteuern und mehrphasig zu bestromen, wobei die erste Steuerungsanordnung (12) wenigstens zwei elektrische Anschlüsse (27) zum Anschließen des ersten elektrischen Verbrauchers (24; 46) aufweist,
dadurch gekennzeichnet, dass
zwischen die Spannungsanschlüsse (16, 18) ferner wenigstens eine zweite Steuerungsanordnung (14; 28) in Reihe mit der ersten Steuerungsanordnung (12) geschaltet ist, die dazu ausgebildet ist, einen zweiten elektrischen Verbraucher (26, 29; 48) elektrisch anzusteuern und zu bestromen.

2. Steuereinheit nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die erste Steuerungsanordnung (12) eine Mehrzahl von parallelen Schaltern (34, 36; 56, 58) aufweist, wobei die Anschlüsse (27) zum Ansteuern des ersten Verbrauchers (24; 46) mit Abgriffen (38, 40; 60) zwischen den steuerbaren Schaltern (34, 36; 56, 58) verbunden sind.

3. Steuereinheit nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die zweite Steuerungsanordnung (14; 28) eine Mehrzahl von parallelen Stromzweigen (30, 32; 50, 52, 54) mit jeweils einer Mehrzahl von steuerbaren Schaltern (34, 36; 56, 58) aufweist, wobei die zweite Steuerungsanordnung (14, 28) wenigstens zwei Anschlüsse (27) zum Anschließen des zweiten Verbrauchers (26, 29; 48) aufweist, die mit Abgriffen (38, 40; 60) zwischen den steuerbaren Schaltern (34, 36; 56, 58) verbunden sind.

4. Steuereinheit nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuerungsanordnungen (12, 14, 28) eine identische Mehrzahl von Stromzweigen (30, 32; 50, 52, 54) aufweisen.

5. Steuereinheit nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die erste Steuerungsanordnung (12) drei Stromzweige (50, 52, 54) aufweist, die den ersten elektrischen Verbraucher (24; 46) wenigstens dreiphasig mit elektrischer Energie versorgt.

6. Steuereinheit nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuerungsanordnungen (12, 14, 28) jeweils drei Stromzweige (50, 52, 54) aufweisen, die die elektrischen Verbraucher (46, 48) dreiphasig mit elektrischer Energie versorgen.

7. Steuereinheit nach Anspruch 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die steuerbaren Schalter (34, 36; 56, 58) als Halbleiterbauelemente, insbesondere als MOS-Feldeffekttranssistoren ausgebildet sind.

8. Steuereinheit nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass der ersten und der zweiten Steuerungsanordnung (12, 14, 28) jeweils wenigstens eine Treiberschaltung (102, 104) zugeordnet ist, die die jeweiligen steuerbaren Schalter (34, 36; 56, 58) ansteuert.

9. Steuereinheit nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass eine der Treiberschaltungen (102, 104) mit einem Mittelabgriff (41) zwischen den Steuerungsanordnungen (12, 14) verbunden ist, der ein Bezugspotential für die Treiberschaltung (102, 104) bildet.

10. Steuereinheit nach Anspruch 8 oder 9, wobei eine der Treiberschaltungen (102, 104) mit einer potentialfreien Spannungsquelle (112) verbunden ist, um die Treiberschaltung (102, 104) mit elektrischer Energie zu versorgen.

11. Steuereinheit nach Anspruch 8 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Treiberschaltungen (102, 104) mittels einer Steuerschaltung (106) ansteuerbar sind.

12. Steuereinheit nach einem der Ansprüche 8 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass eine der Treiberschaltungen (102, 104), insbesondere die, die mit dem Mittelabgriff (41) verbunden ist, über potentialfreie Koppler (114, 116), insbesondere Optokoppler (114, 116), mit der Steuerschaltung (106) verbindbar ist.

13. Steuereinheit nach einem der Ansprüche 8 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass den steuerbaren Schaltern (34, 36; 56, 58) eines der Stromzweige (30, 32; 50, 52, 54) jeweils eine Treiberschaltung (102, 104) zugeordnet ist.

14. Elektrischer Antrieb (126) mit einer Steuereinheit (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, die zum Antreiben des Antriebs mit einer Spulenanordnung (46, 48) der elektrischen Maschine (126) verbindbar ist.

15. Elektrowerkzeug (120), gekennzeichnet durch einen elektrischen Antrieb (126) nach Anspruch 14, der mit einer Werkzeugspindel (124) zum Antrieb des Werkzeugs (120) koppelbar ist.

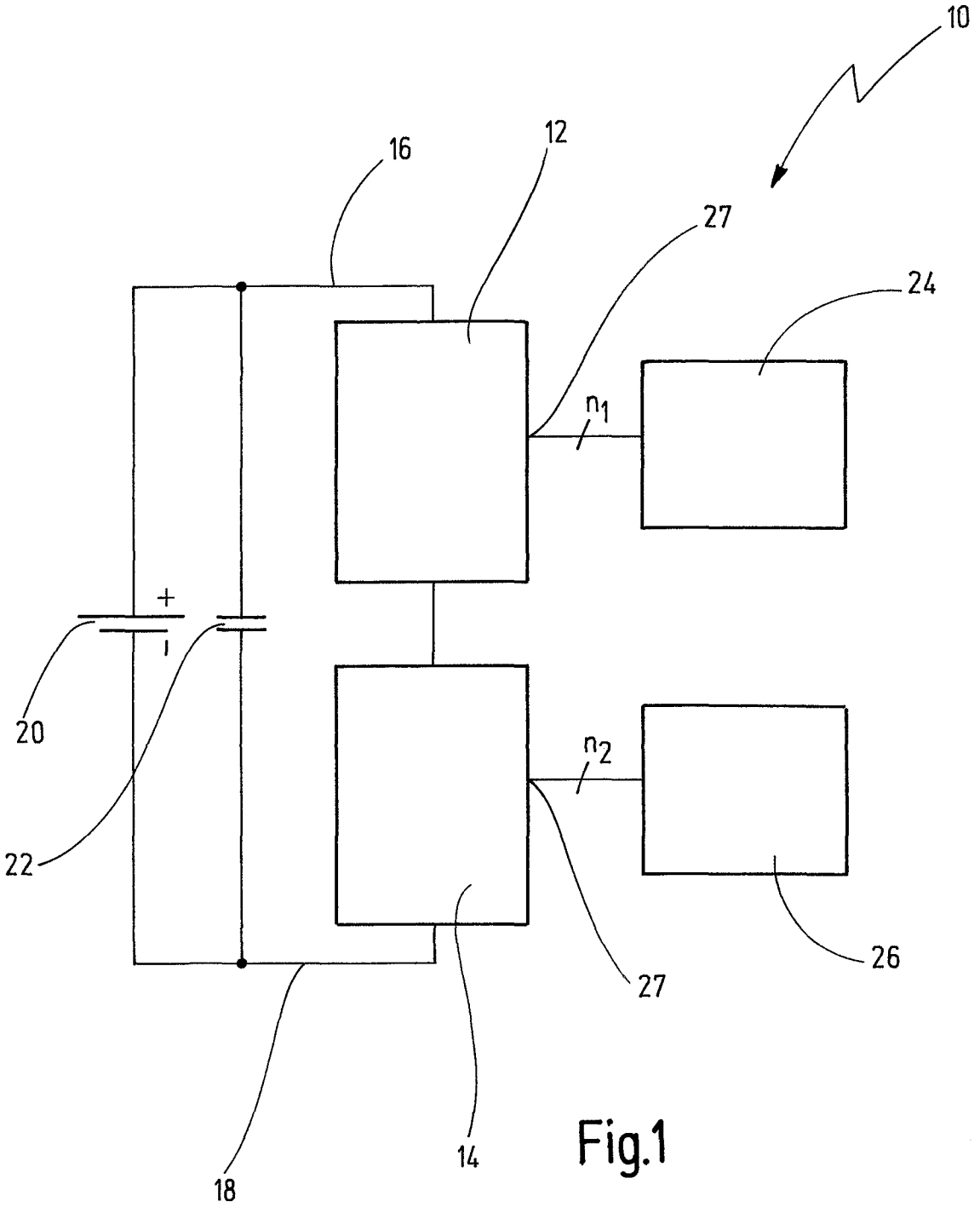


Fig.1

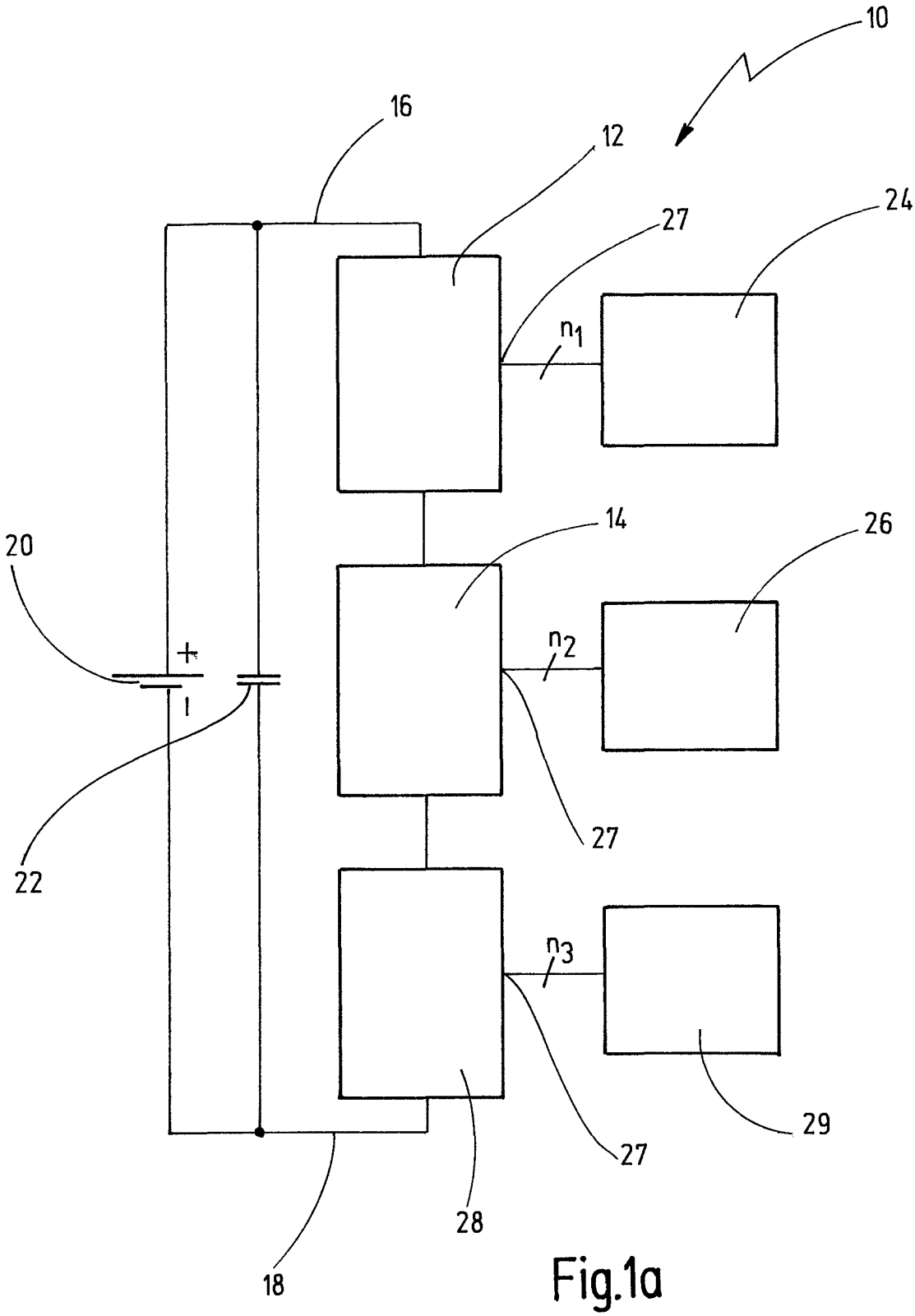


Fig.1a

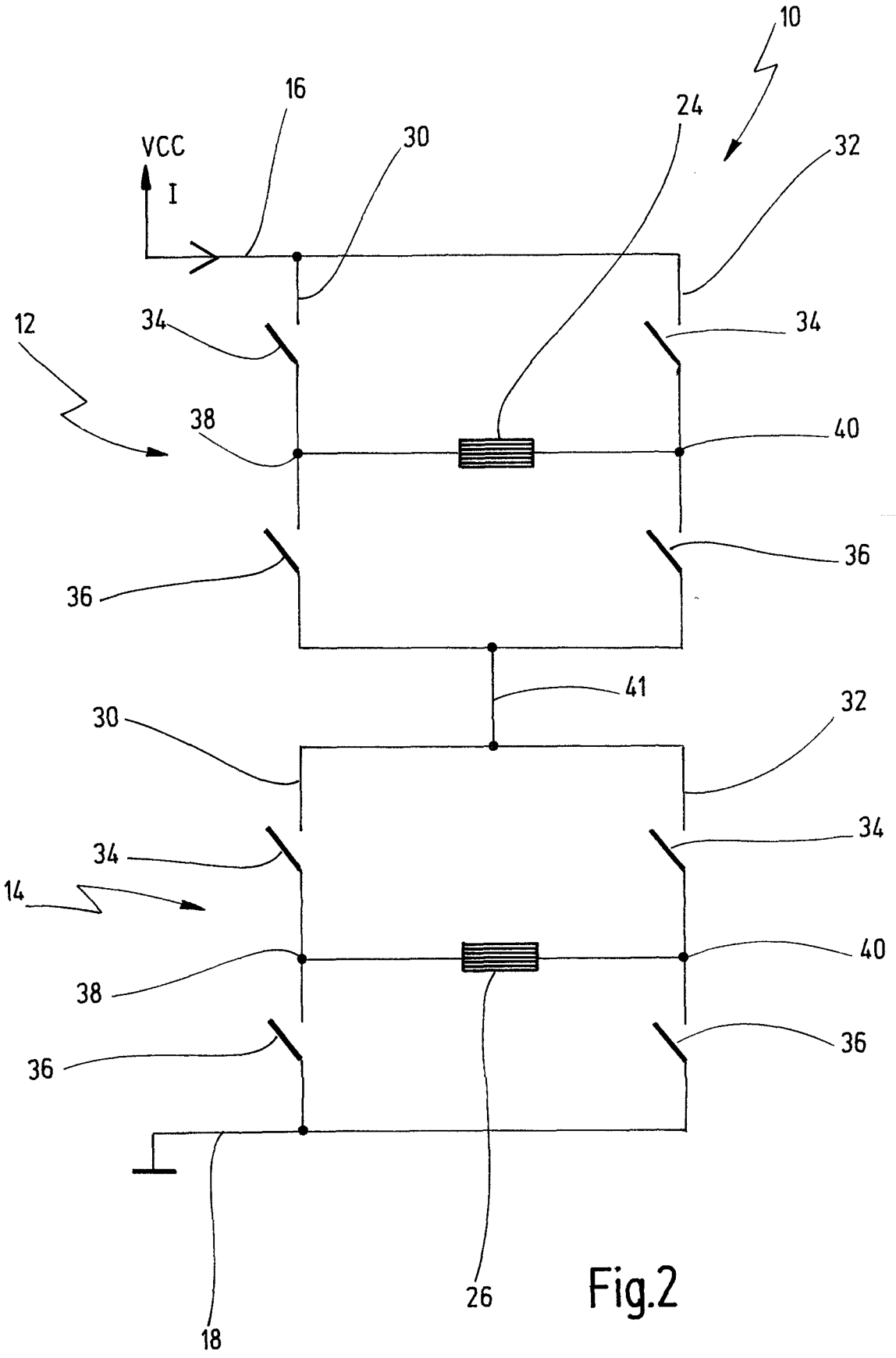

10
16
24
VCC
I
30
32
12
34
34
38
40
36
36
41
30
32
34
34
14
40
38
36
36
18
26

Fig.2

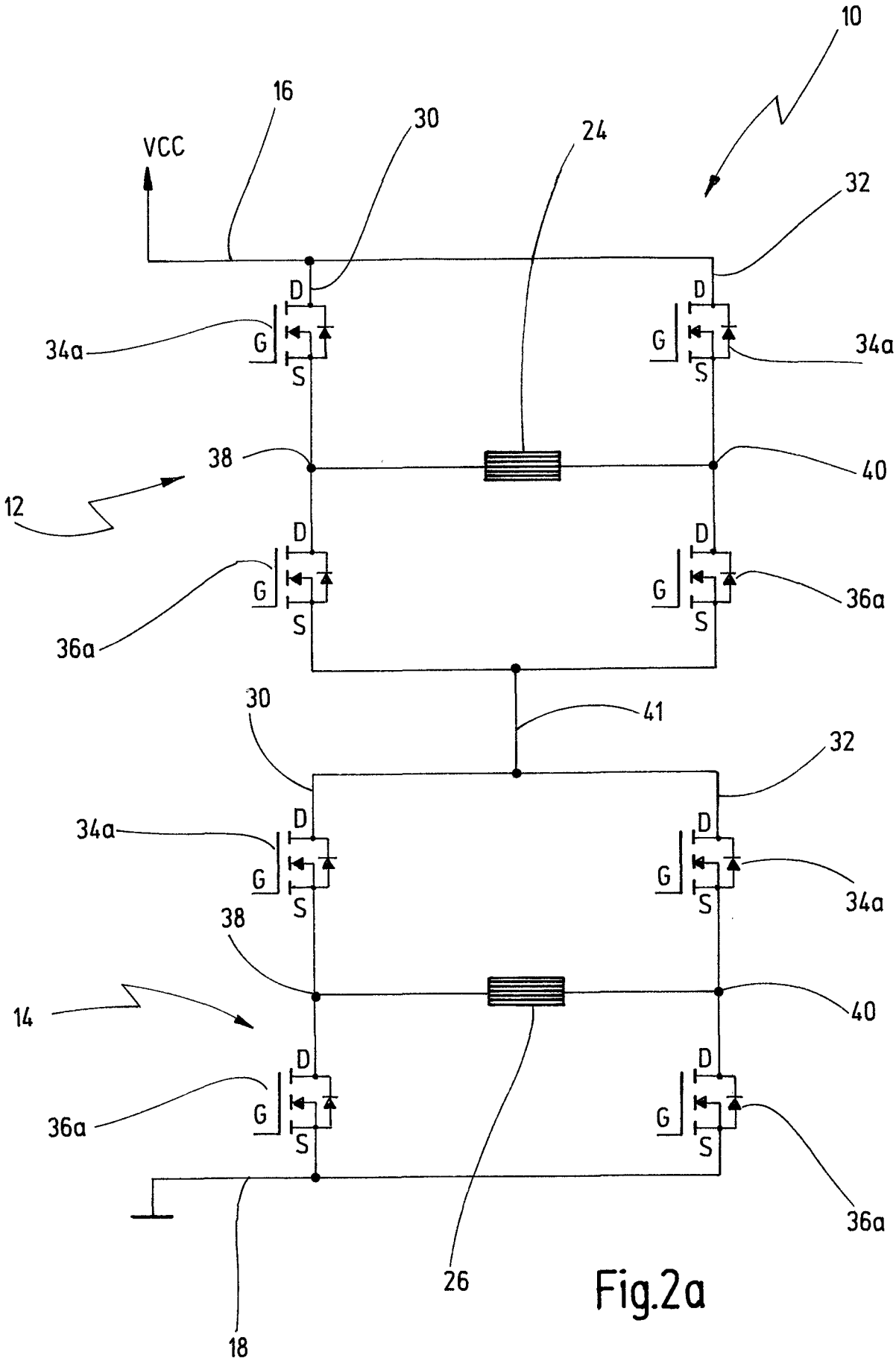


Fig.2a

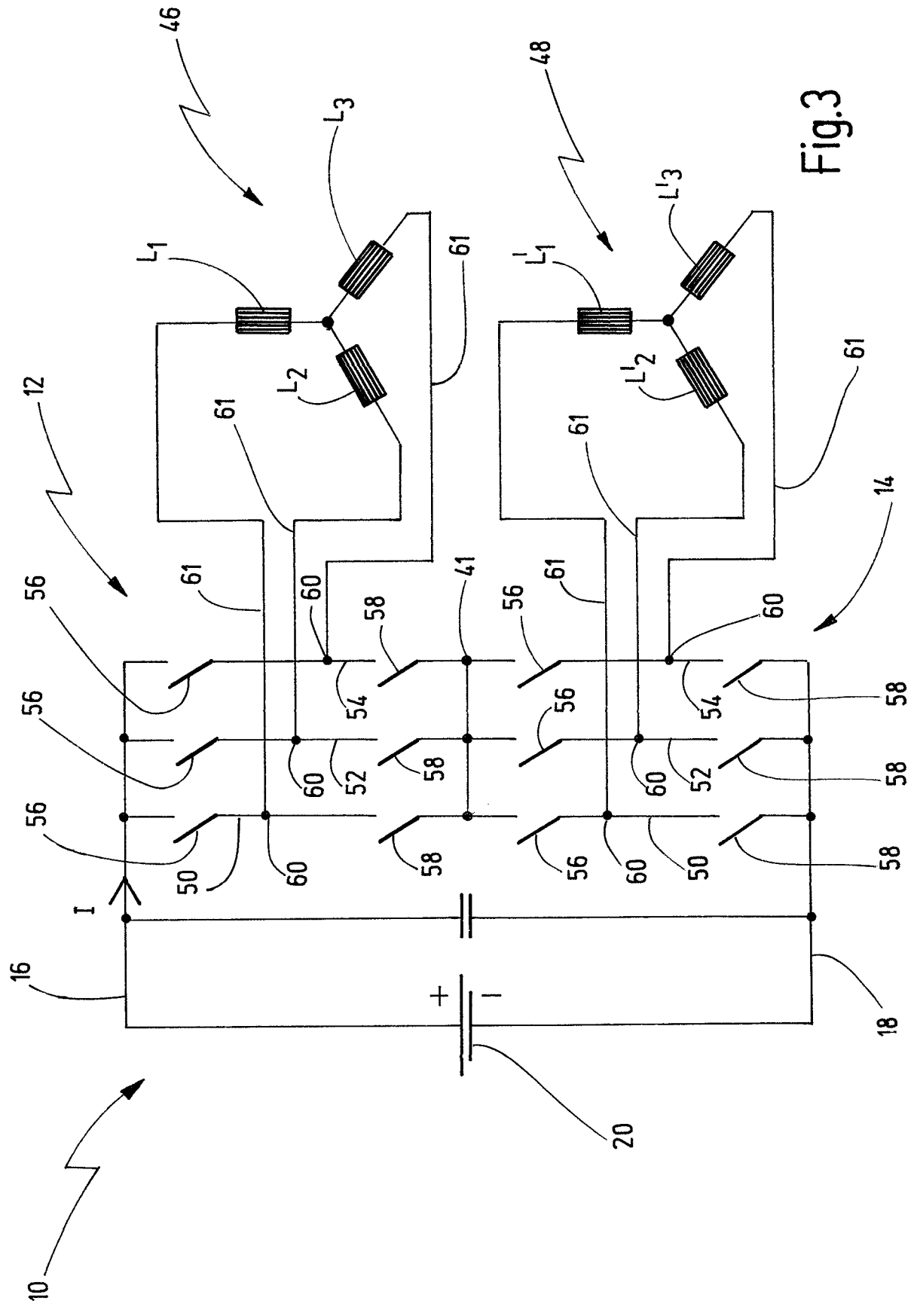


Fig.3

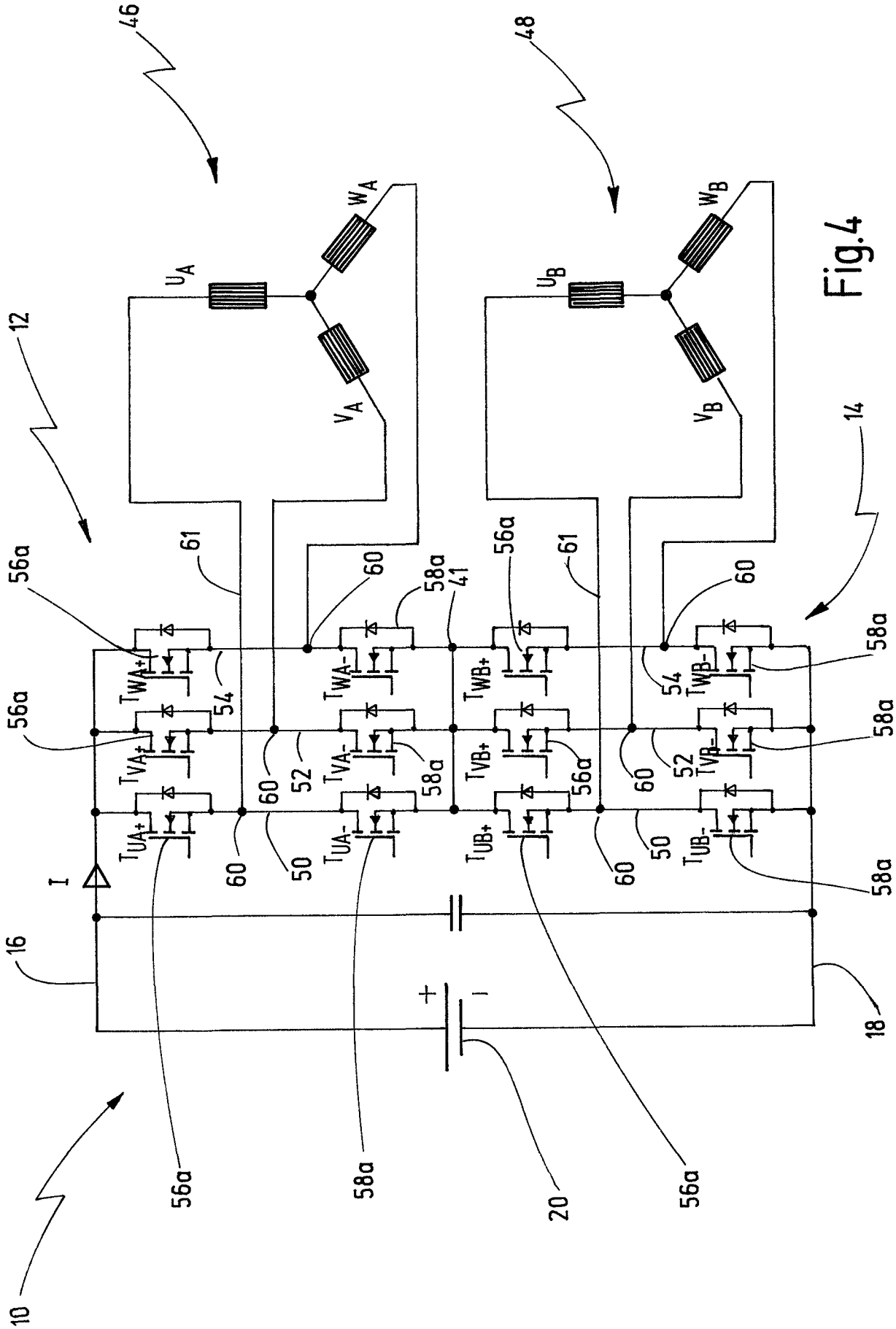

46
48
12
14
10
16
18
20
I
+
-
U_A
V_A
W_A
U_B
V_B
W_B
T_{UA+}
T_{UA-}
T_{VA+}
T_{VA-}
T_{WA+}
T_{WA-}
T_{UB+}
T_{UB-}
T_{VB+}
T_{VB-}
T_{WB+}
T_{WB-}
50
52
54
56a
58a
60
61

Fig.4

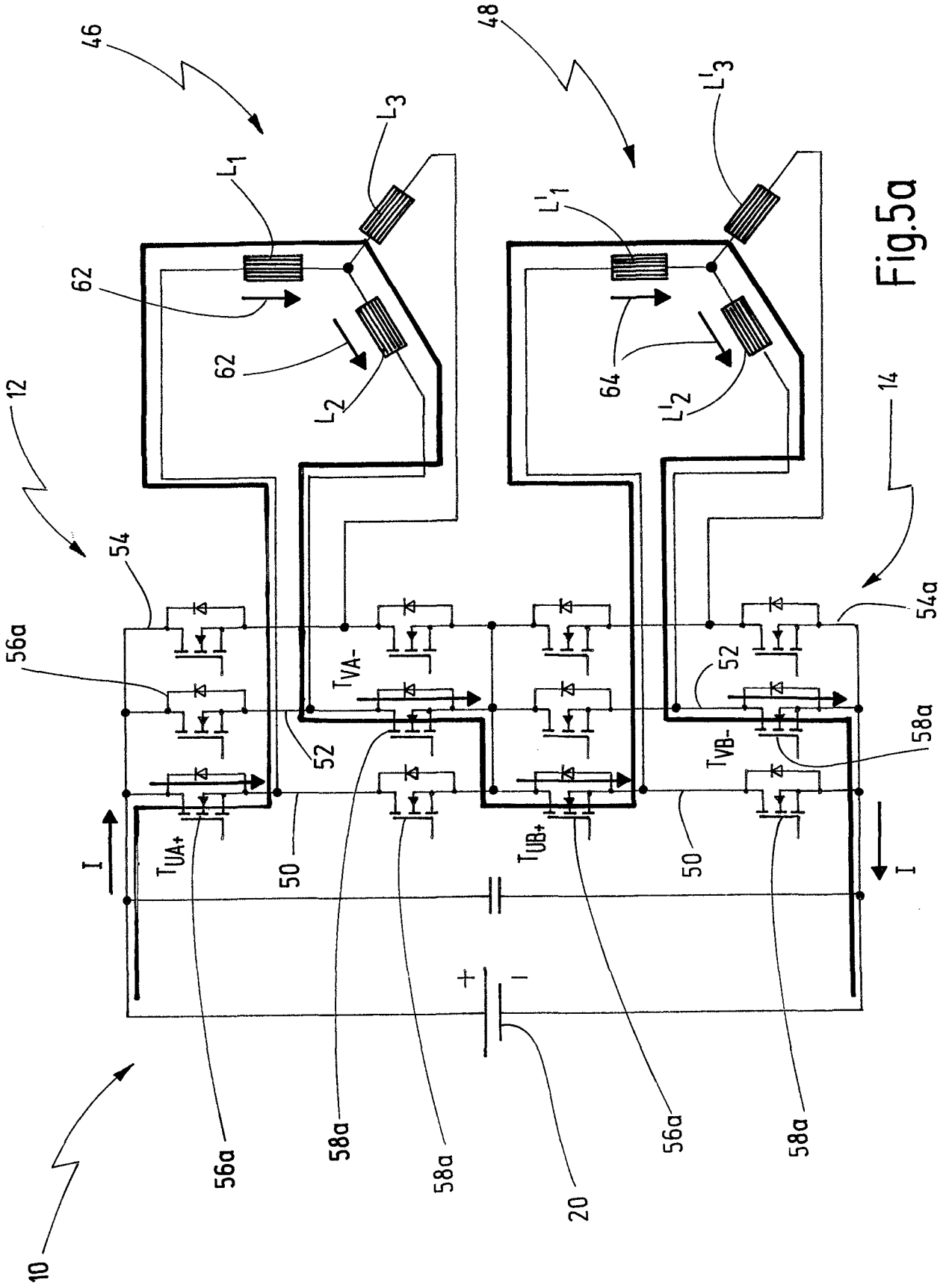

46
48
L1
L2
L3
L'1
L'2
L'3
62
64
12
14
54
54a
56a
52
58a
50
I
TUA+
TVA-
TUB+
TVB-
+
-
20
10

Fig.5a

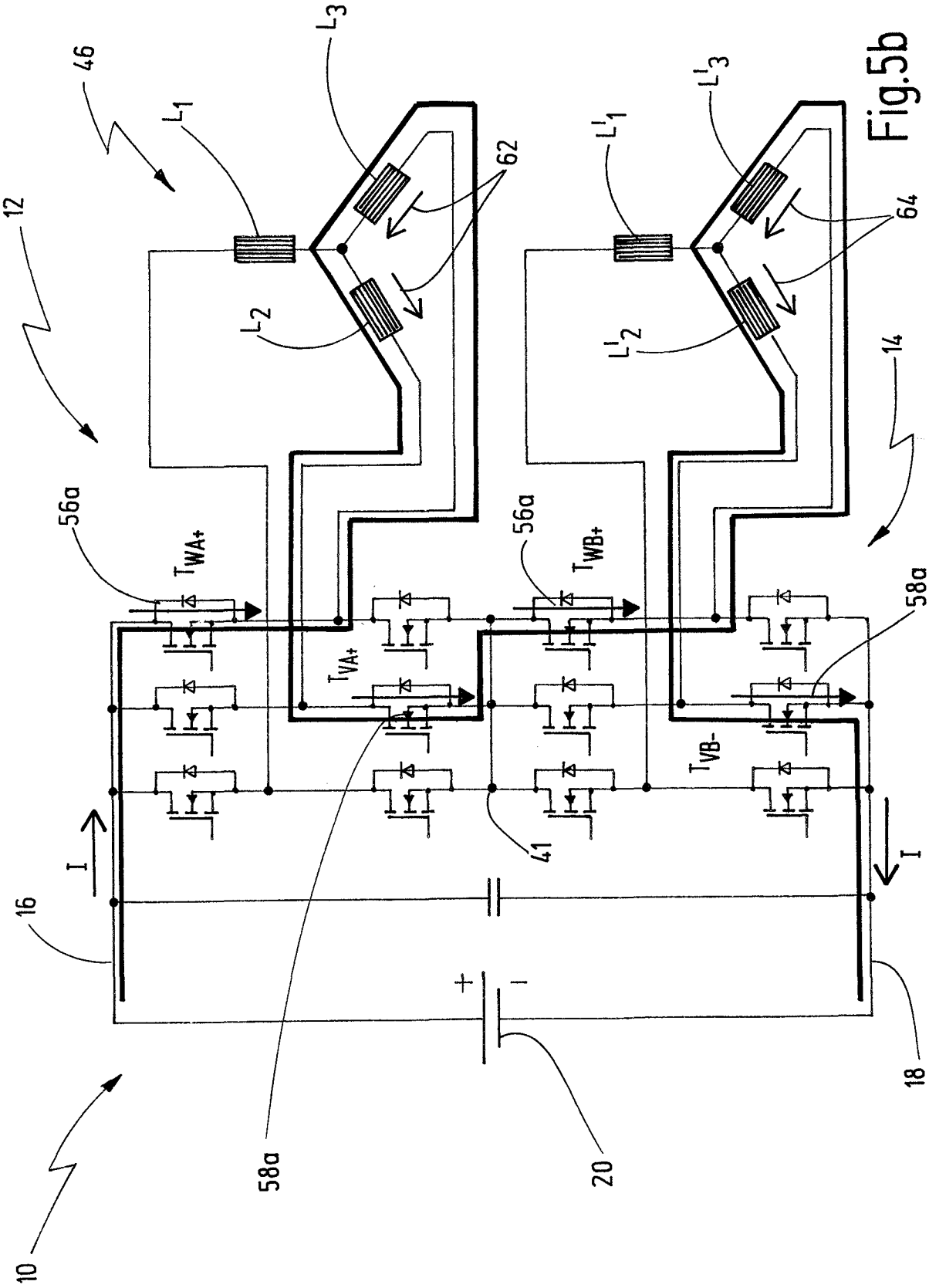

46
L1
L3
62
12
L2
56a
TWA+
TVA+
56a
TWB+
58a
TVB-
14
64
L'1
L'3
L'2
I
I
16
41
+
-
58a
20
18
10

Fig.5b

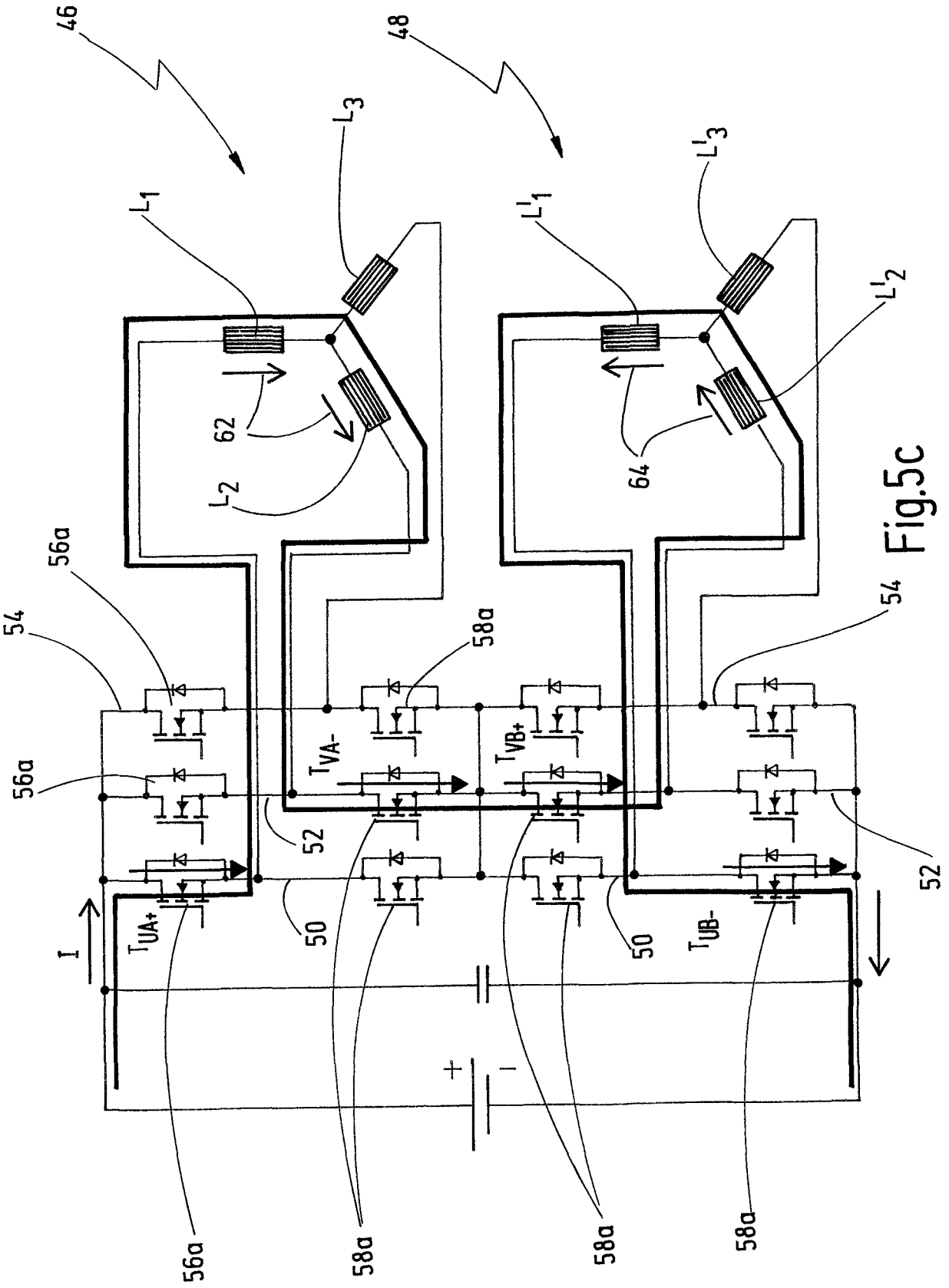


Fig.5c

66

Schritt	Potential						Schaltzustand												Raumzeiger
	U_A	V_A	W_A	U_B	V_B	W_B	T_{UA+}	T_{VA+}	T_{WA+}	T_{UA-}	T_{VA-}	T_{WA-}	T_{UB+}	T_{VB+}	T_{WB+}	T_{UB-}	T_{VB-}	T_{WB-}	
1	U	0	x	U	0	x	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	$\underline{U}_1 = U * e^{j0°}$
2	x	0	U	x	0	U	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	$\underline{U}_2 = U * e^{j60°}$
3	0	x	U	0	x	U	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	$\underline{U}_3 = U * e^{j120°}$
4	0	U	x	0	U	x	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	$\underline{U}_4 = U * e^{j180°}$
5	x	U	0	x	U	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	$\underline{U}_5 = U * e^{j240°}$
6	U	x	0	U	x	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	$\underline{U}_6 = U * e^{j300°}$

Fig. 6

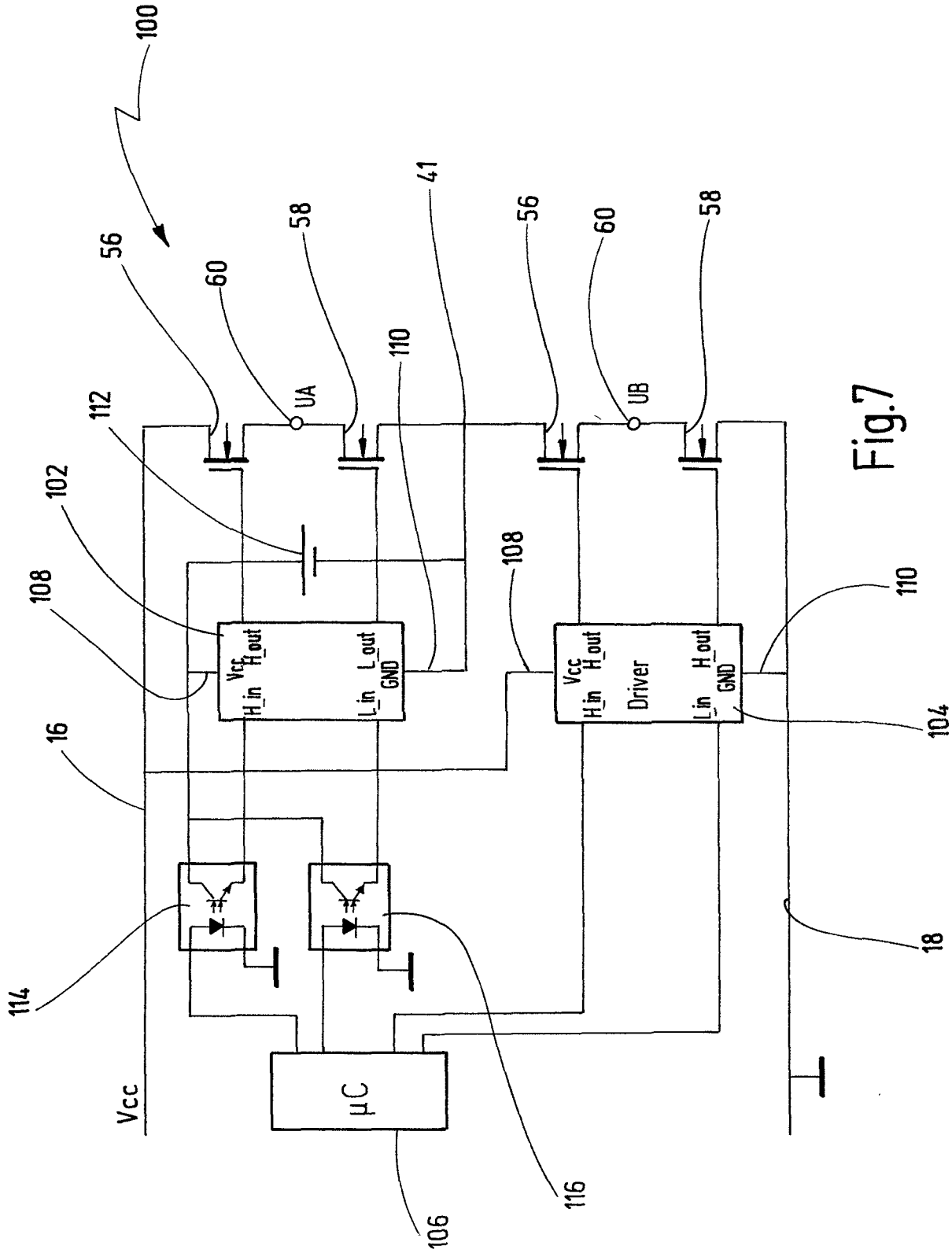

100
56
60
58
41
56
60
58
UA
UB
110
112
102
108
108
110
Vcc
H_out
H_in
L_out
GND
L_in
Driver
104
16
18
114
116
Vcc
µC
106

Fig.7

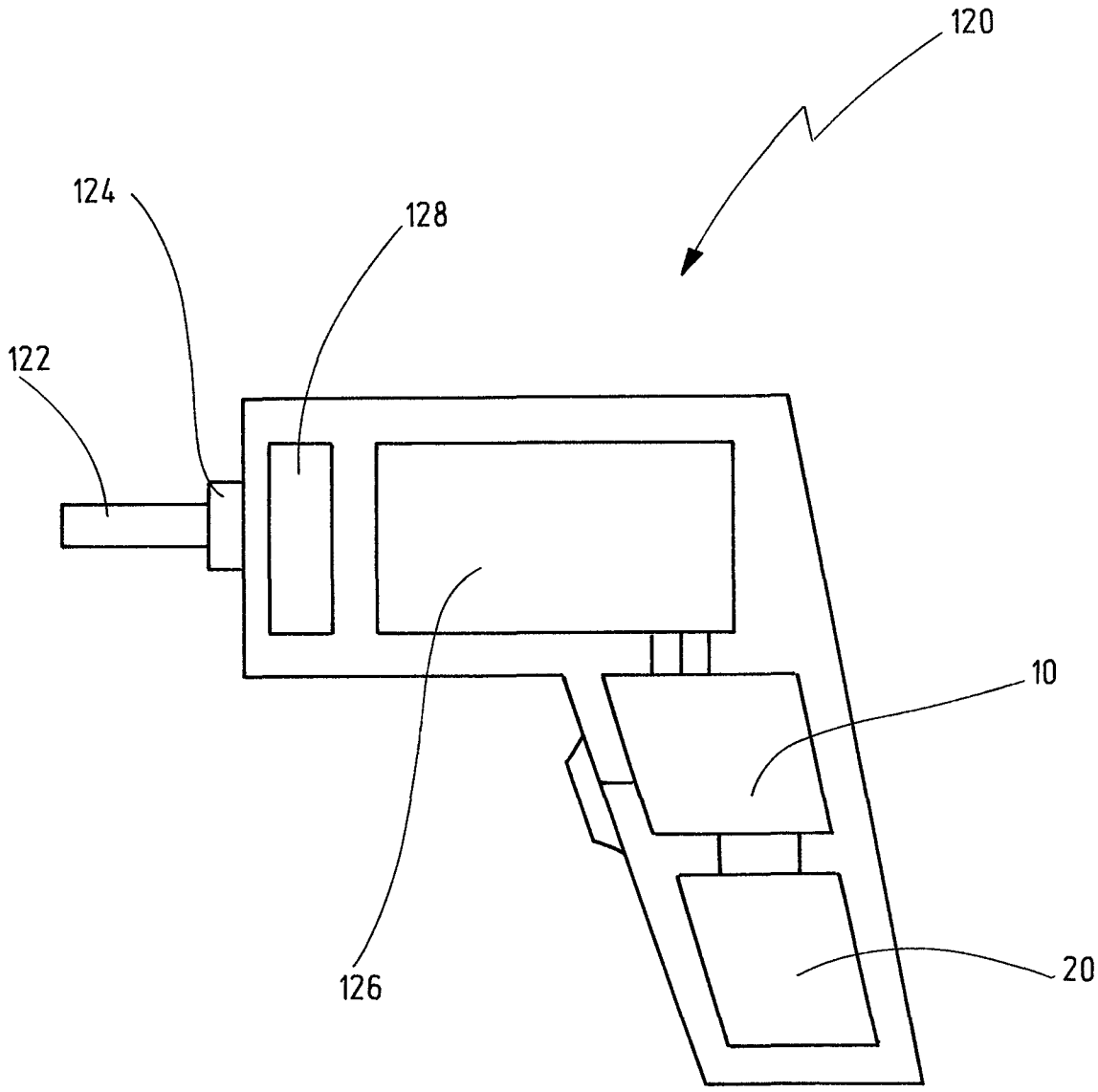


Fig.8

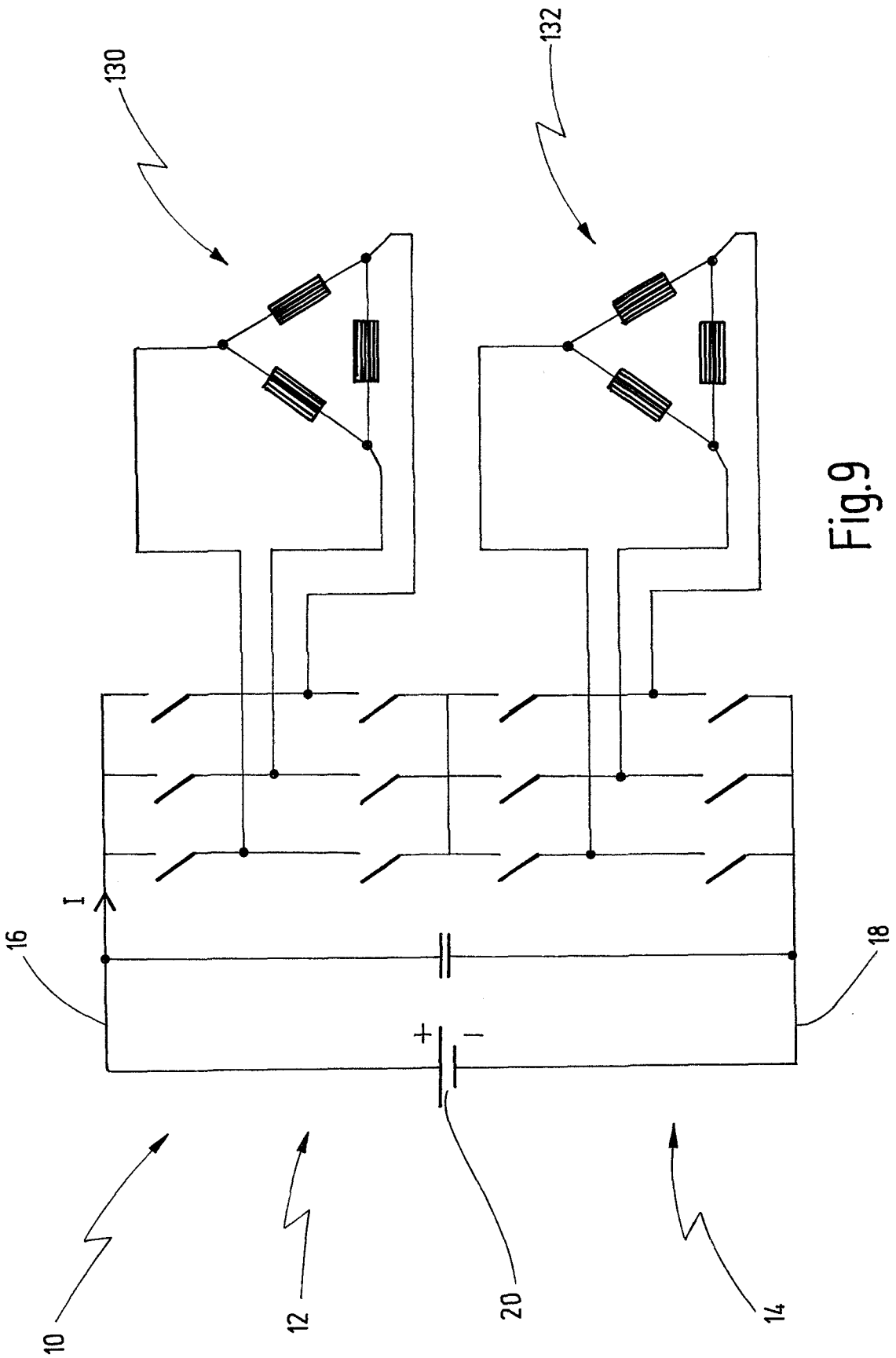


Fig.9

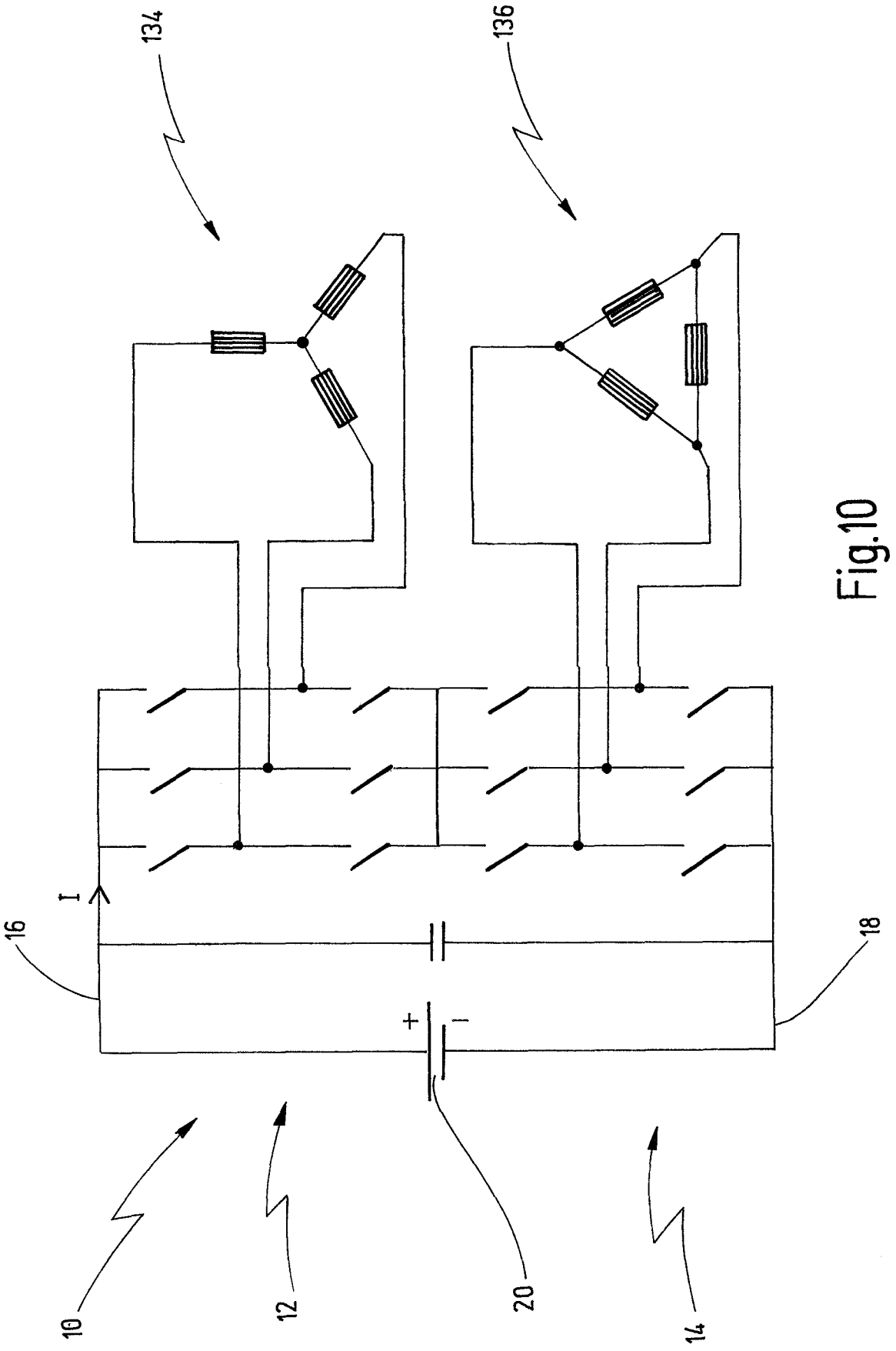


Fig.10

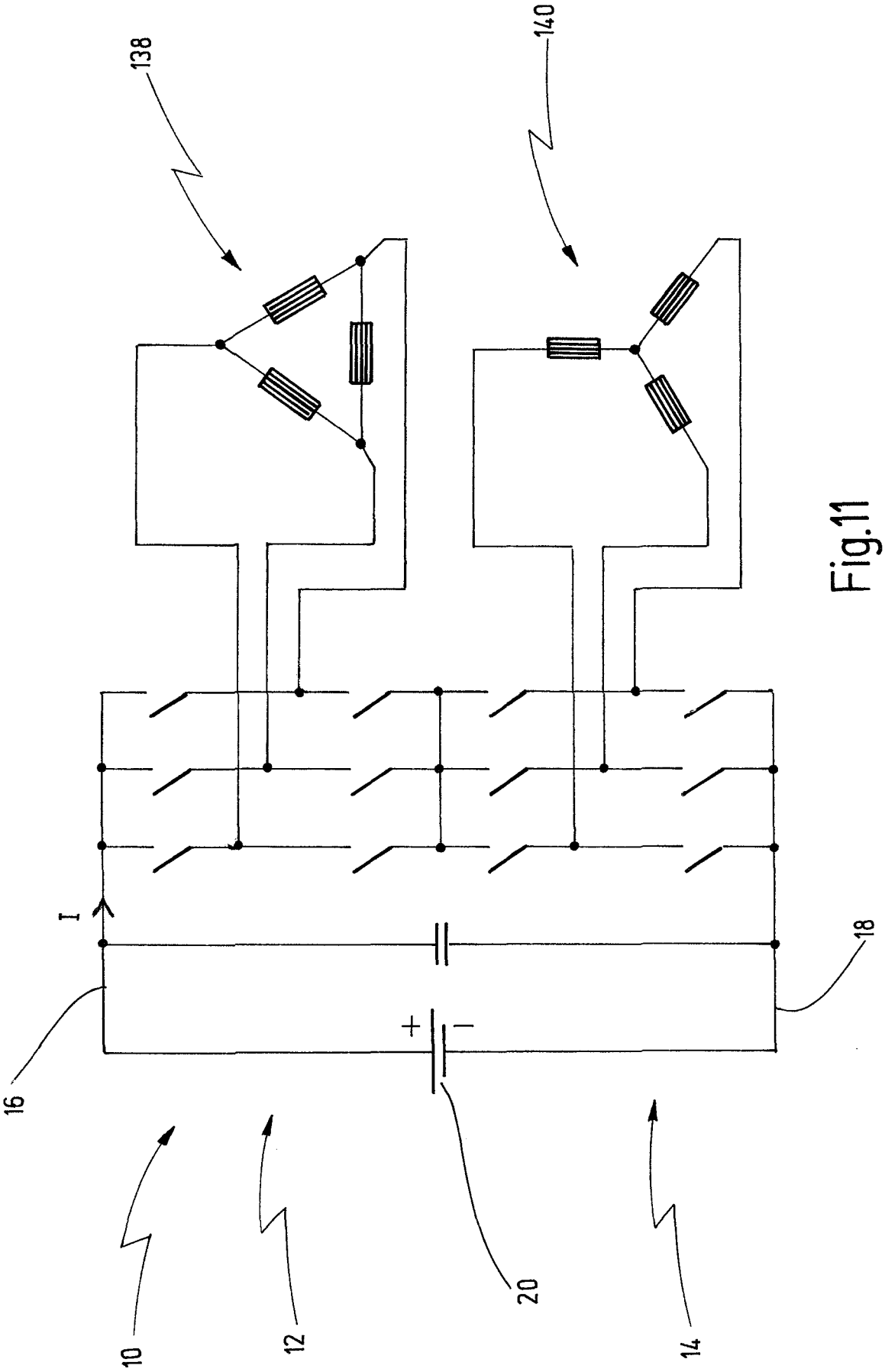


Fig.11