

(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
9. August 2012 (09.08.2012)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2012/104232 A2

- (51) Internationale Patentklassifikation: Nicht klassifiziert
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2012/051397
(22) Internationales Anmeldedatum:
30. Januar 2012 (30.01.2012)
(25) Einreichungssprache: Deutsch
(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
(30) Angaben zur Priorität:
10 2011 010 388.0
5. Februar 2011 (05.02.2011) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **MASCHINENFABRIK REINHAUSEN GMBH** [DE/DE]; Falkensteinstraße 8, 93059 Regensburg (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **VON BLOH, Jochen** [DE/DE]; Bremenberg 40, 52072 Aachen (DE). **ENGEL, Stefan** [DE/DE]; Gerlachstraße 11, 52066 Aachen (DE). **DOHNAL, Dieter** [DE/DE]; Stefan-Zweig-Str. 1, 93138 Lappersdorf (DE). **VIERECK, Karsten** [DE/DE]; Höllbachstraße 2A, 93059 Regensburg (DE).

(74) Gemeinsamer Vertreter: **MASCHINENFABRIK REINHAUSEN GMBH**; Intel. Property Rights (CTIR), Postfach 12 03 60, 93059 Regensburg (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, 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, 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)

(54) Title: STEPPING SWITCH

(54) Bezeichnung : STUFENSCHALTER

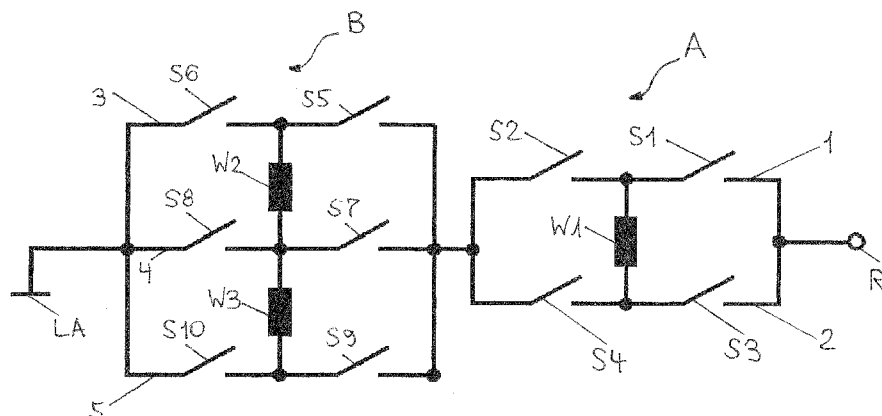


Fig. 1

(57) Abstract: The invention relates to a stepping switch for voltage control, comprising semiconductor switch elements on a variable transformer having associated regulating windings. The stepping switch has a modular design, wherein each module comprises a respective sub-winding of the regulating winding which can be activated or deactivated by semiconductor switch elements.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft einen Stufenschalter zur Spannungsregelung mit Halbleiter-Schaltelementen an einem Regeltransformator mit dazugehörigen Regelwicklungen. Der Stufenschalter ist modular aufgebaut, wobei jedes Modul jeweils eine Teilwicklung der Regelwicklung umfasst, die durch Halbleiter-Schaltelemente zu- oder abschaltbar ist.

WO 2012/104232 A2

Stufenschalter

Die Erfindung betrifft einen Stufenschalter zur Spannungsregelung mit Halbleiter-Schaltelementen.

Bereits die DE 22 48 166 A beschreibt einen regelbaren Transformator mit Halbleiter-Schaltelementen. Dabei besteht die Sekundärwicklung aus einer bestimmten Anzahl von Regelwicklungsteilen, die in einer gewissen Anzahl von in Serie geschalteten Wicklungsgruppen zusammengefasst sind, wobei jede Wicklungsgruppe zwei oder drei parallel geschaltete Regelwicklungsteile enthält. Dabei ist jeder Regelwicklungsteil mit einem kontaktlosen Schaltelement versehen. In dieser Schrift ist auch eine andere Variante beschrieben, wobei die Sekundärwicklung des Transformators aus einer Gruppe von in Serie geschalteten Regelwicklungsteilen besteht, wobei jedes Regelwicklungsteil vier kontaktlose Schaltelemente enthält. Die Anordnung ist derart ausgestattet, dass die Richtung der Spannung an den Klemmen des Regelwicklungsteiles umkehrbar sowie auch wahlweise der gesamte Regelwicklungsteil überbrückbar ist.

Aus der DE 25 08 013 A ist eine weitere Vorrichtung zur stufenweisen Schaltung der Sekundärspannung eines Transformators bekannt. Auch hierbei ist die Sekundärwicklung in Teilwicklungen gruppiert, wobei ebenfalls Halbleiter-Schaltelemente zur Umschaltung vorgesehen werden können.

Die DE 197 47 712 C2 beschreibt eine Anordnung eines Stufenschalters ähnlicher Art an einen als Spartransformator ausgebildeten Stufentransformator. Hierbei sind ebenfalls einzelne Wicklungsteile vorgesehen, die einzeln und voneinander unabhängig beschaltbar sind. Neben festen Anzapfungen der Regelwicklung sind bei dieser Anordnung zusätzlich separate Wicklungsteile an- bzw. zuschaltbar.

Aus der WO 95/27931 sind verschiedene Ausführungsformen eines weiteren Stufenschalters zur unterbrechungslosen Lastumschaltung bekannt, wobei ebenfalls Thyristoren als Schaltelemente dienen. Mittels antiparallel geschalteter Thyristorpaare sind dabei unterschiedliche Wicklungsteile einer Stufenwicklung als Teil der Sekundärwicklung des jeweiligen Stufentransformators zu- oder abschaltbar. Zur Realisierung einer möglichst feinstufigen Spannungsregelung bei einer begrenzten Zahl vorhandener Wicklungsanzapfungen wird in dieser Schrift ferner ein als „discrete circle modulation“ bezeichnetes Verfahren vorgeschlagen, bei dem die Thyristoren derart angesteuert werden, dass sich Zwischenwerte der Sekundärspannung ergeben.

Bei den aus dem Stand der Technik bekannten Lösungen übernehmen Halbleiter-Schaltelemente de facto die Funktion des mechanischen Wählerarmes bei klassischen, mechanischen Stufenschaltern. Mittels der Halbleiter-Schaltelemente können einzelne Wicklungsanzapfungen der Regelwicklungen

selbst zu- oder abgeschaltet werden. Es ist auch möglich, die Regelwicklung in Teilwicklungen zu unterteilen, die separat zugeschaltet werden können.

Nachteilig bei diesem Stand der Technik sind der hohe Schaltungsaufwand und die notwendige spezielle Anpassung der Halbleiter-Schaltelemente.

Ein weiterer Nachteil des Standes der Technik besteht darin, dass beim Ausfall einzelner Halbleiter-Schaltelemente keine Regelung oder jedenfalls keine befriedigende Regelung mehr möglich ist.

Aufgabe der Erfindung ist es, einen Stufenschalter mit Halbleiter-Schaltelementen anzugeben, der einfach aufgebaut ist. Weiterhin soll er einen modularen, erweiterbaren Aufbau besitzen. Schließlich soll der erfindungsgemäße Stufenschalter eine hohe Regelsicherheit und -genauigkeit auch beim Ausfall einzelner Schaltelemente, quasi als Notbetrieb, ermöglichen.

Diese Aufgabe wird durch einen Stufenschalter mit den Merkmalen des ersten Patentanspruches gelöst. Die Unteransprüche betreffen besonders vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung.

Die allgemeine erfinderische Idee besteht darin, den Stufenschalter modular aufzubauen und unterschiedliche Teilwicklungen der Regelwicklung gezielt zu- bzw. gegenzuschalten.

Der erfindungsgemäße Stufenschalter umfasst zwei Schaltbaugruppen, wobei die erste Schaltbaugruppe aus einer Parallelschaltung von zwei Schaltzweigen besteht und sich in jedem Schaltzweig jeweils zwei in Reihe geschaltete Halbleiter-Schaltelemente befinden. Zwischen den beiden Schaltzweigen ist eine erste Teilwicklung geschaltet. Die zweite Schaltbaugruppe besteht aus einer Parallelschaltung von drei Schaltzweigen, wobei sich in jedem Schaltzweig wiederum jeweils zwei in Reihe geschaltete Halbleiter-Schaltelemente befinden. Zwischen erstem und zweitem sowie zwischen zweitem und drittem Schaltzweig befinden sich weitere elektrische Teilwicklungen, die – ebenso wie die erste Teilwicklung – mit der Regelwicklung magnetisch gekoppelt sind, d. h. auf dem jeweiligen Trafoschenkel aufgebracht sind.

Erfindungsgemäß sind die elektrischen Teilwicklungen unterschiedlich dimensioniert.

Weist in einer Schaltbaugruppe eine dortige Teilwicklung eine bestimmte Zahl von Windungen auf, besitzen die anderen beiden elektrischen Teilwicklungen Windungszahlen, die ein Mehrfaches darstellen.

Es ist im Rahmen der Erfindung möglich, die Zahl der einzelnen Schaltbaugruppen, die in der Gesamtheit den erfindungsgemäßen Stufenschalter bilden, zu variieren.

Beim erfindungsgemäßen Stufenschalter sind mit nur wenigen Bauteilen zum gezielten Zu- bzw. Gegenschalten der einzelnen Teilwicklungen eine große Zahl von Spannungsstufungen erreichbar. Beim erfindungsgemäßen Stufenschalter ist weiterhin eine redundante Erzeugung einzelner

Teilspannungen möglich; beim im praktischen Betrieb nie auszuschließenden Ausfall einzelner Schaltelemente kann die Regelung dennoch im Wesentlichen fortgeführt werden.

Die Erfindung soll nachstehend an Hand von Zeichnungen beispielhaft noch näher erläutert werden. Es zeigen:

- Figur 1 eine erste Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Stufenschalters
- Figur 2 eine zweite Ausführungsform
- Figur 3 eine besondere Dimensionierung des in Fig. 1 gezeigten Stufenschalters
- Figur 4 eine besondere Dimensionierung des in Fig. 2 gezeigten Stufenschalters
- Figur 5 ein erstes Halbleiterschaltelement
- Figur 6 ein zweites Halbleiterschaltelement
- Figur 7 ein drittes Halbleiterschaltelement.

Figur 1 zeigt einen ersten erfindungsgemäßen Stufenschalter.

Zwischen dem festen, unregelmäßigen Teil der Wicklung R und der Lastableitung LA ist der hier gezeigte Stufenschalter angeordnet. Er besitzt zwei in Reihe geschaltete Schaltbaugruppen A und B. Die erste Schaltbaugruppe A ihrerseits besitzt eine Parallelschaltung von zwei Zweigen 1 und 2. Im ersten Zweig 1 sind in Reihenschaltung zueinander zwei Halbleiter-Schalteinheiten S1, S2 vorgesehen. Im parallelen zweiten Zweig 2 sind in Reihenschaltung zueinander zwei weitere Halbleiter-Schalteinheiten S3, S4 vorgesehen. Zwischen den beiden in Reihe geschalteten Halbleiter-Schalteinheiten S1, S2 im ersten Zweig 1 und den beiden in Reihe geschalteten Halbleiter-Schalteinheiten S3, S4 im zweiten Zweig 2 ist eine erste Teilwicklung W1 der Regelwicklung angeordnet.

Die zweite Schaltbaugruppe B besitzt eine Parallelschaltung von drei Zweigen 3, 4 und 5. Im dritten Zweig 3 sind in Reihenschaltung zueinander zwei Halbleiter-Schalteinheiten S5, S6, im vierten Zweig 4 sind in Reihenschaltung zueinander zwei Halbleiter-Schalteinheiten S7, S8 und im fünften Zweig 5 in Reihenschaltung zueinander zwei Halbleiter-Schalteinheiten S9, S10 vorgesehen. Zwischen den beiden in Reihe geschalteten Halbleiter-Schalteinheiten S5, S6 im dritten Zweig 3 und den beiden in Reihe geschalteten Halbleiter-Schalteinheiten S7, S8 im vierten Zweig 4 ist eine zweite Teilwicklung W2 der Regelwicklung und zwischen den beiden in Reihe geschalteten Halbleiter-Schalteinheiten S7,

S8 im vierten Zweig 4 und den beiden in Reihe geschalteten Halbleiter-Schalteinheiten S9, S10 im fünften Zweig 5 ist eine dritte Teilwicklung W3 angeordnet. Bei dieser Ausführungsform ist die zweite Schaltbaugruppe B mit der Lastableitung LA elektrisch verbunden.

Figur 2 zeigt eine zweite Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Stufenschalters, bei der die erste Schaltbaugruppe A mit der Lastableitung LA elektrisch verbunden ist.

Figur 3 zeigt den Stufenschalter aus Figur 1 mit einer besonders vorteilhaften Dimensionierung. Die Lage der einzelnen Bauteile entspricht der Darstellung in Figur 1, auf die Bezugszeichen wurde demgemäß aus Gründen der Übersichtlichkeit verzichtet. Es ist hier gezeigt, dass die erste Teilwicklung W1 der Schaltbaugruppe A die siebenfache Windungszahl der zweiten Teilwicklung W2 der Schaltbaugruppe B aufweist; die dritte Teilwicklung W3 ebenfalls der Schaltbaugruppe B weist die doppelte Windungszahl der zweiten Teilwicklung W2 auf. Durch gezieltes Zu- und Gegenschalten der drei Teilwicklungen W1...W3 lassen sich damit insgesamt 21 Spannungsstufen erzeugen. Um die entsprechenden Schaltleistungen zu beherrschen, ist es vorteilhaft, die Halbleiter-Schalteinheiten S5, S6, S9 und S10 jeweils als Reihenschaltung aus hier 3 separaten Halbleiterschaltern und die Halbleiter-Schalteinheiten S7 und S8 jeweils als Reihenschaltung aus hier 2 separaten Halbleiterschaltern auszubilden. Damit sind insgesamt 44 einzelne Halbleiterschalter erforderlich.

Figur 4 zeigt den Stufenschalter aus Figur 2 mit einer ebenfalls besonders vorteilhaften Dimensionierung. Die Lage der einzelnen Bauteile entspricht der wiederum der Darstellung in Figur 2, auf die Bezugszeichen wurde demgemäß aus Gründen der Übersichtlichkeit auch hier verzichtet. Es ist hier gezeigt, dass die zweite Teilwicklung W2 der Schaltbaugruppe B die dreifache Windungszahl der ersten Teilwicklung W1 der Schaltbaugruppe A aufweist; die dritte Teilwicklung W3 der Schaltbaugruppe B weist die sechsfache Windungszahl der ersten Teilwicklung W1 auf. Durch gezieltes Zu- und Gegenschalten der drei Teilwicklungen W1...W3 lassen sich damit insgesamt auch hier 21 Spannungsstufen erzeugen. Um die entsprechenden Schaltleistungen zu beherrschen, ist es vorteilhaft, die Halbleiter-Schalteinheiten S7 und S8 jeweils als Reihenschaltung aus hier 6 separaten Halbleiterschaltern und die Halbleiter-Schalteinheiten S5, S6, S9, S10 jeweils als Reihenschaltung aus hier 9 separaten Halbleiterschaltern auszubilden. Damit sind insgesamt 52 einzelne Halbleiterschalter erforderlich.

Es sind im Rahmen der Erfindung auch andere Dimensionierungen der Teilwicklungen W1...W3 als auch der Halbleiter-Schaltelemente S1...S10 möglich.

Figur 5 zeigt einen einzigen Schalter, der ein antiparallel geschaltetes Thyristorpaar, als Halbleiterschalteinheit aufweist.

Figur 6 zeigt eine Reihenschaltung von zwei einzelnen Halbleiterschaltern Sa und Sb, die eines der Halbleiterschaltelemente S1...S10 ergeben können.

Figur 7 zeigt eine Reihenschaltung von vier einzelnen Halbleiterschaltern Sa...Sd, die ebenfalls eines der Halbleiterschaltelemente S1...S10 ergeben können.

Die einzelnen Halbleiterschalter sind hier beispielhaft als antiparallel geschaltete Thyristorpaare dargestellt; es sind im Rahmen der Erfindung auch andere bekannte Halbleiter-Schalter, IGBTs etwa, möglich.

Patentansprüche

1. Stufenschalter zur Spannungsregelung mit Halbleiter-Schaltelementen an einem Regeltransformator mit einer Regelwicklung,
wobei der Stufenschalter zwei in Reihe geschaltete Schaltbaugruppen (A, B) aufweist,
wobei die erste Schaltbaugruppe (A) ihrerseits eine Parallelschaltung von zwei Zweigen (1, 2) besitzt,
wobei im ersten Zweig (1) in Reihenschaltung zueinander zwei Halbleiter-Schalteinheiten (S1, S2) und im parallelen zweiten Zweig (2) in Reihenschaltung zueinander zwei weitere Halbleiter-Schalteinheiten (S3, S4) vorgesehen sind,
wobei zwischen den beiden in Reihe geschalteten Halbleiter-Schalteinheiten (S1, S2) im ersten Zweig (1) und den beiden in Reihe geschalteten Halbleiter-Schalteinheiten (S3, S4) im zweiten Zweig (2) eine erste Teilwicklung (W1) der Regelwicklung angeordnet ist,
wobei die zweite Schaltbaugruppe (B) eine Parallelschaltung von drei Zweigen (3, 4 und 5) aufweist,
wobei im dritten Zweig (3) in Reihenschaltung zueinander zwei Halbleiter-Schalteinheiten (S5, S6) , im vierten Zweig (4) in Reihenschaltung zueinander zwei Halbleiter-Schalteinheiten (S7, S8) und im fünften Zweig (5) in Reihenschaltung zueinander zwei Halbleiter-Schalteinheiten (S9, S10) vorgesehen sind,
wobei zwischen den beiden in Reihe geschalteten Halbleiter-Schalteinheiten (S5, S6) im dritten Zweig (3) und den beiden in Reihe geschalteten Halbleiter-Schalteinheiten (S7, S8) im vierten Zweig (4) eine zweite Teilwicklung (W2) der Regelwicklung und zwischen den beiden in Reihe geschalteten Halbleiter-Schalteinheiten (S7, S8) im vierten Zweig (4) und den beiden in Reihe geschalteten Halbleiter-Schalteinheiten (S9, S10) im fünften Zweig (5) eine dritte Teilwicklung (W3) angeordnet ist
und wobei eine der beiden Schaltbaugruppen (A oder B) mit der Lastableitung (LA) elektrisch verbunden ist.
2. Stufenschalter nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Teilwicklungen (W1...W3) unterschiedliche Wicklungszahlen besitzen.
3. Stufenschalter nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet,
dass mindestens eine der Halbleiter-Schalteinheiten (S1...S10) aus einer Reihenschaltung von zwei oder mehreren einzelnen Halbleiterschaltern besteht.

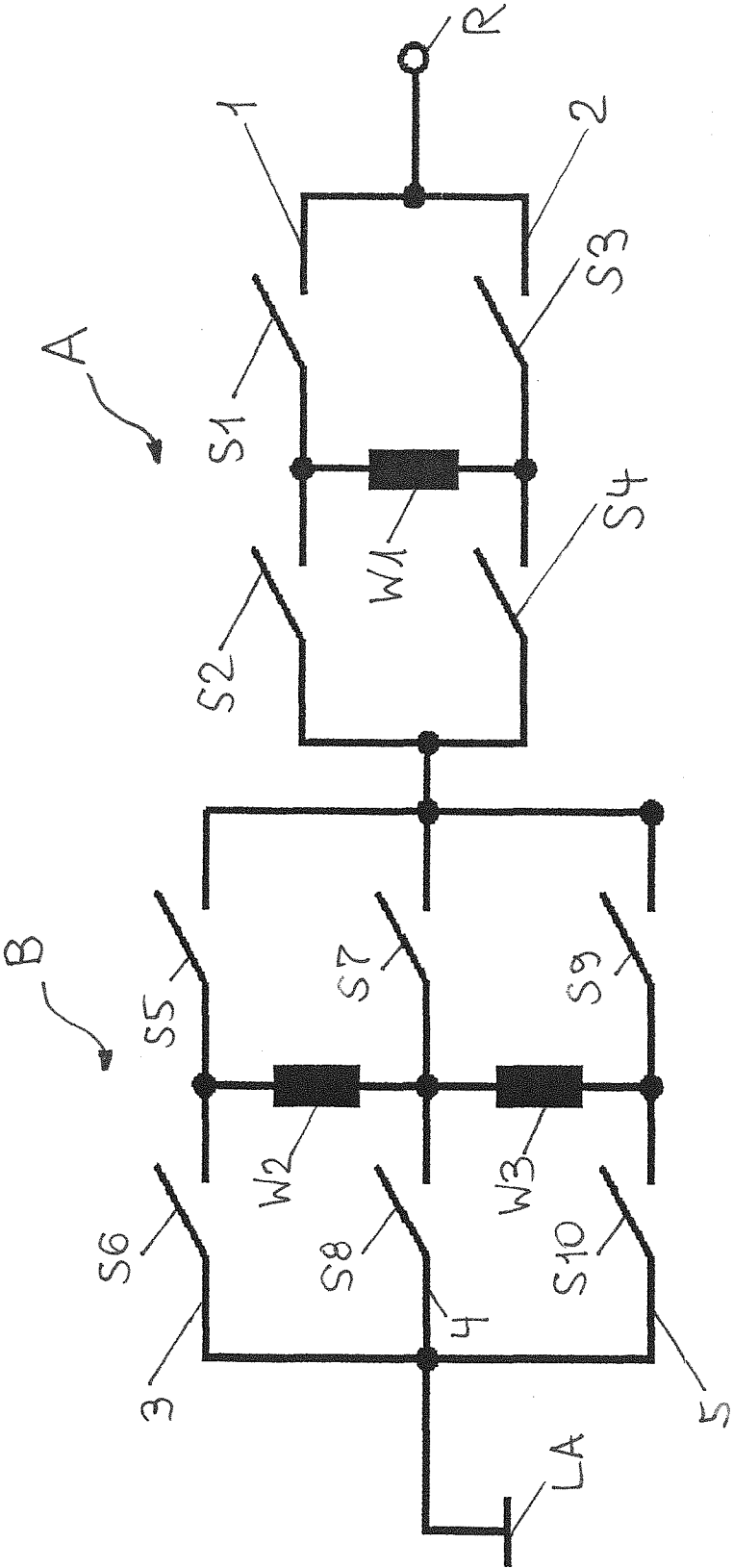


Fig. 1

