

(19)



(11)

EP 2 417 613 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
13.11.2013 Patentblatt 2013/46

(51) Int Cl.:
H01H 9/00 (2006.01) H01F 29/04 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **10704323.4**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2010/000750

(22) Anmeldetag: **06.02.2010**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2010/115485 (14.10.2010 Gazette 2010/41)

(54) **STUFENSCHALTER MIT HALBLEITER-SCHALTELEMENTEN**

TAP CHANGE DEVICE WITH SOLID STATE SWITCHING

SÉLECTEUR EN CHARGE À COMMUTATION AVEC ÉLÉMENTS SEMI-CONDUCTEURS

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL
PT RO SE SI SK SM TR**

(30) Priorität: **09.04.2009 DE 102009017196**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
15.02.2012 Patentblatt 2012/07

(73) Patentinhaber: **Maschinenfabrik Reinhausen
GmbH
93059 Regensburg (DE)**

(72) Erfinder:
• **BRUECKL, Oliver
D-93449 Waldmünchen (DE)**
• **DOHNAL, Dieter
D-93138 Lappersdorf (DE)**
• **LESSMANN-MIESKE, Hans-Henning
D-93073 Neutraubling (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:
**EP-A2- 0 124 904 DE-A1- 3 833 126
DE-C1- 10 102 310**

EP 2 417 613 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Stufenschalter mit Halbleiter-Schaltelementen zur unterbrechungslosen Umschaltung zwischen Wicklungsanzapfungen eines Stufentransformators. Dabei geht die Erfindung aus von einem Stufenschalter nach dem Prinzip eines Lastwählers.

[0002] Stufenschalter sind in verschiedenen Ausführungsformen bekannt; sie werden prinzipiell unterschieden in Lastwähler und Geräte mit getrenntem Wähler zur leistungslosen Anwahl der neuen Wicklungsanzapfung, auf die umgeschaltet werden soll und separatem Lastumschalter zur darauffolgenden eigentlichen Umschaltung. Einen guten Überblick über die verschiedenen Bauformen bietet die Publikation "Axel Krämer: On-Load Tap-Changers for Power Transformers", MR-Publikation 2000. Auf der dortigen Seite 7f sind die Besonderheiten erläutert.

[0003] Unabhängig von der Bauform verfügen alle Stufenschalter über eine gemeinsame Lastableitung, die unabhängig von der aktuellen Stellung des Stufenschalters eine Verbindung zum Transformator, in der Regel der Stammwicklung, herstellt.

[0004] Beispielsweise ist aus der WO 99/60588 ein Stufenschalter bekannt, der, wie nach dem Stand der Technik allgemein üblich, eine solche einzige Lastableitung enthält. Bei der bekannten Lösung ist diese Lastableitung als elektrisch leitender Ableitring ausgebildet, der eine Schaltsäule konzentrisch umfasst. Auf dem Ableitring schleift ein Teil einer Kontaktbrücke, deren anderer Teil den jeweiligen festen Stufenkontakt elektrisch kontaktiert.

[0005] Eine ganz ähnliche Anordnung eines Stufenschalters ist bereits aus der DE 38 33 126 A1 bekannt. Besonders die dortige Figur 4 zeigt eine durchgehende Ableitung, hier in schematischer linearer Darstellung.

[0006] Für Stufenschalter mit mechanischen Kontakten oder auch mit Vakuumschaltzellen als Schaltmittel sind diese durchgehenden Ableitringe oder, bei linearer Betätigung des Stufenschalters, auch Ableitschienen unproblematisch; sie ermöglichen einen konstruktiv einfachen Aufbau.

[0007] Für Stufenschalter mit Halbleiter-Schaltelementen hingegen ergeben sich verschiedene Nachteile. Durch das dauerhafte Anliegen der Betriebsspannung und die Beanspruchung der Leistungselektronik durch Blitzstoßspannung sind hohe Isolationsabstände erforderlich, was unerwünscht ist. Weiterhin sind aufwändige Hochspannungsdurchführungen durch die Transformatorenwand notwendig. Insgesamt führen die bekannten Lastableitungen zu einer dauerhaften Belastung der leistungselektronischen Bauelemente.

[0008] EP 0 124 904 offenbart einen Stufenschalter mit den Merkmalen des Oberbegriffs des ersten Patentanspruchs.

[0009] Aufgabe der Erfindung ist es, diese Nachteile zu beseitigen und einen Stufenschalter mit Halbleiter-

Schaltelementen anzugeben, der die hohe Belastung dieser Schaltelemente vermeidet und im stationären Betrieb eine galvanische Trennung des Stufenschalters von der Transformatorenwicklung gewährleistet.

[0010] Diese Aufgabe wird durch einen gattungsgemäßen Stufenschalter mit den Merkmalen des ersten Patentanspruchs gelöst.

[0011] Die Unteransprüche betreffen vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung.

[0012] Der besondere Vorteil der erfindungsgemäßen Lösung besteht darin, dass im stationären Betrieb alle Verbindungsleitungen der leistungselektronischen Bauteile von der Transformatorenwicklung galvanisch getrennt sind. Die leistungselektronischen Bauteile sind somit zuverlässig von der Blitzstoßspannung als auch von der dauerhaften Beanspruchung mit der Betriebsspannung getrennt. Nur während der Umschaltphase, der eigentlichen Lastumschaltung also, besteht eine galvanische Verbindung mit der Transformatorenwicklung.

[0013] Die Erfindung soll nachstehend an Hand von Ausführungsbeispielen noch näher erläutert werden. Es zeigen:

Figur 1 einen erfindungsgemäßen Stufenschalter in schematischer Darstellung

Figur 2 eine weitere Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Stufenschalters

Figur 3 einen erfindungsgemäßen Stufenschalter in abweichender Beschaltung am Transformator

[0014] In Figur 1 ist ein Stufenschalter gezeigt, der einen leistungselektronischen Lastumschalter 1 aufweist. Dabei sind zwei Halbleiter-Schalter 2 und 3 vorgesehen, die jeweils einen elektrischen Eingang 4 bzw. 5 sowie einen gemeinsamen elektrischen Ausgang 6 aufweisen. Der Lastumschalter 1 besteht damit aus zwei Pfaden: Einem für die abschaltende Seite, einem für die übernehmende Seite, realisiert jeweils durch einen Halbleiter-Schalter 2 oder 3. Die elektrischen Eingänge 4, 5 sowie der elektrische Ausgang 6 sind mittels Durchführungen 7 in ein mechanisches Kontaktsystem 8 geführt.

[0015] Das mechanische Kontaktsystem 8 weist einen Kontaktschlitten 9 auf, der in der Figur lediglich durch eine Strichlinie angedeutet ist. Der Kontaktschlitten 9 weist Kontaktbrücken 10, 11, 12, 13 auf, die fest auf ihm angeordnet sind. Die Kontaktbrücken 10...13 sind elektrisch leitend, jedoch gegeneinander isoliert; sie besitzen an ihren Enden in der Figur nur angedeutete, an sich bekannte Kontaktrollen, Schleifanordnungen oder vergleichbare Mittel. Auf die Kontaktbrücken 10 bis 13 sowie eine zusätzlich angelenkte weitere Kontaktrolle 14 wird später detailliert noch eingegangen. Jeder der in der Figur 1 dargestellten Stufenkontakte 15 entspricht einer Wicklungsanzapfung $n, n+1, \dots$ der Regelwicklung des Stufentransformators.

[0016] Weiterhin sind im mechanischen Kontaktsystem drei Kontaktschienen 16, 17, 18 vorgesehen, die

jeweils elektrisch leitend sind und von denen jeweils eine mit dem elektrischen Eingang 4 bzw. dem elektrischen Eingang 5 bzw. dem elektrischen Ausgang 6 der Halbleiterschalter 2, 3 elektrisch in Verbindung stehen.

[0017] Erfindungsgemäß ist die Lastableitung geteilt, d. h. es ist keine aus dem Stand der Technik bekannte durchgehende Ableitschiene oder dergleichen vorgesehen. Statt dessen sind hier einzelne Ableitkontakte 19.1, 19.2, 19.3, 19.4, 19.5 angeordnet, die, in Bewegungsrichtung des Kontaktschlittens 9 gesehen, in ihrer Ausdehnung den festen Stufenkontakten 15 entsprechen. Mit anderen Worten: Lage und Dimensionierung der Ableitkontakte 19.1 bis 19.5 entspricht - in anderer horizontaler Ebene - Lage und Dimensionierung der festen Stufenschalterkontakte 15.

[0018] Bei der hier gezeigten Ausführungsform sind die Kontaktschienen 16 bis 18 und die einzelnen Ableitkontakte 19.1 bis 19.5 parallel zueinander geführt; der Kontaktschlitten 9 vollführt hierbei eine lineare, translatorische Bewegung zur Kontaktierung. Die einzelnen Ableitkontakte 19.1 bis 19.5 sind über eine elektrische Verbindung, eine Ableitung 20 miteinander verbunden und zur Stammwicklung 21 geführt. Die Ableitverbindung 20 kann sowohl innerhalb als auch außerhalb des Stufenschalters vorgenommen werden.

[0019] Die erste Kontaktbrücke 10 kann an ihrem einen freien Ende die Stufenschalterkontakte 15 beschalten, an ihrem anderen freien Ende läuft sie auf der Kontaktschiene 16, die mit dem Eingang 4 des ersten Halbleiterschalters 2 elektrisch verbunden ist. Die zweite Kontaktbrücke 11 kann an ihrem einen freien Ende ebenfalls die festen Stufenschalterkontakte 15 beschalten, an ihrem anderen freien Ende läuft sie auf der weiteren Kontaktschiene 17, die elektrisch mit dem Eingang 5 des zweiten Halbleiterschalters in Verbindung steht. Die dritte Kontaktbrücke 12 läuft mit ihrem einen freien Ende auf der Kontaktschiene 18, die mit dem gemeinsamen elektrischen Ausgang 6 des leistungselektronischen Leistungsschalters elektrisch verbunden ist. Ihr anderes freies Ende korrespondiert mit den Ableitkontakten 19.1 bis 19.5. Räumlich zwischen den beiden erläuterten Kontaktbrücken 10 und 11 ist die weitere Kontaktbrücke 13 vorgesehen, die Ableitkontaktbrücke, die an einem freien Ende mit den festen Stufenschalterkontakten 15 kontaktiert werden kann und mit ihrem anderen Ende mit den Ableitkontakten 19.1 bis 19.5 kontaktiert werden kann. Symmetrisch zur beschriebenen Kontaktbrücke 12 ist noch die Kontaktbrücke 14 angeordnet, die elektrisch mit der Kontaktbrücke 12 verbunden ist und ebenfalls die Ableitkontakte 19.1 bis 19.5 beschalten kann.

[0020] Es ist zu sehen, dass sowohl die Kontaktbrücke 12 und damit der gemeinsame Ausgang 6 des leistungselektronischen Lastumschalters als auch die Kontaktbrücke 13 mit einem der Ableitkontakte 19.1 bis 19.5 je nach Stellung des Schaltschlittens 9 elektrisch in Verbindung gebracht werden können. Im stationären Betrieb übernimmt die Kontaktbrücke 13 die direkte elektrische Verbindung zwischen dem jeweils beschalteten Stufen-

schalterkontakt 15 und dem jeweiligen Ableitkontakt; je nach Schaltstellung ist dieser einer der Ableitkontakte 19.1 bis 19.5. Die Kontaktbrücken 10 und 11, die zu den Eingängen des leistungselektronischen Lastumschalters 1 führen, sind hingegen nicht beschaltet; die Halbleiterschalter 2 und 3 sind freigeschaltet.

[0021] Bei einer Lastumschaltung wird der Kontaktschlitten 9 nach links oder rechts bewegt - je nach dem, ob in Richtung "höher" oder "tiefer" geschaltet werden soll. In der Folge läuft einer der beiden Kontaktbrücken 10 oder 11 auf den neu zu beschaltenden Stufenschalterkontakt 15 auf und stellt damit eine elektrische Verbindung zum entsprechenden Eingang 4 oder 5 des jeweiligen Halbleiterschalters 2 oder 3 her. Gleichzeitig gerät die Kontaktbrücke 13 außer Kontakt mit einem der festen Stufenschalterkontakte 15.

[0022] Die Umschaltung ist abgeschlossen, wenn der Kontaktschlitten 9 soweit weiter bewegt worden ist, dass die Kontaktbrücken 10 und 11 beider wieder außer Eingriff gelangt sind und die Kontaktbrücke 13 wieder die Dauerstromführung übernommen hat.

[0023] Figur 2 zeigt eine weitere Ausführungsform der Erfindung mit einer kreisförmigen Anordnung. Auch hier sind Halbleiter-Schalter 2 und 3 vorgesehen, die jeweils einen separaten elektrischen Eingang 4 bzw. 5 und einen gemeinsamen elektrischen Ausgang 6 aufweisen. Hierbei sind Kontaktrollen 22, 23, 24 vorgesehen, die jeweils auf einem Kontaktring 25, 26, 27 laufen. Diese Kontaktringe 25 bis 27 entsprechen von ihrer Funktion her den Kontaktschienen 16 bis 18 aus Figur 1. Auf einem konzentrischen Kreis sind hier die festen Stufenschalterkontakte 15 vorgesehen. Dargestellt ist die zentrische Schaltwelle 28. Weiterhin sind hier Ableitkontakte 19.1 bis 19.3 gezeigt. Diese Ableitkontakte 19.1 bis 19.3 sind in einer anderen horizontalen Ebene als die festen Stufenschalterkontakte 14 angeordnet. Sie weisen jedoch die gleiche Kontaktgeometrie wie auch vertikale Anordnung auf wie die festen Stufenschalterkontakte 15.

[0024] Weiterhin ist ein nur durch eine Strichlinie angedeutetes Schaltsegment 29 aus isolierendem Material vorgesehen, das zur Lastumschaltung durch die Schaltwelle 28 um einen Winkel drehbar ist, der dem Abstand zwischen zwei festen Stufenschalterkontakten 14 bzw. zwei Ableitkontakten 19.1...19.3 entspricht. Auf dem Schaltsegment 29 sind in einer ersten horizontalen Ebene Kontaktrollen 30, 31, 32 vorgesehen, die mit den festen Stufenschalterkontakten 15 kontaktierbar sind. Weiterhin sind in einer zweiten horizontalen Ebene weitere Kontaktrollen 33, 34, 35 vorgesehen, die je nach Stellung des Schaltsegmentes mit einem der Ableitkontakte 19.1 bis 19.3 kontaktierbar sind. Die Kontaktrolle 30 steht über den Kontaktring 25 mit dem Eingang 4 des ersten Halbleiter-Schalters 2 elektrisch in Verbindung. Die Kontaktrolle 32 steht über den Kontaktring 26 mit dem Eingang 5 des zweiten Halbleiter-Schalters 3 elektrisch in Verbindung. Die unteren Kontaktrollen 33 und 35 stehen beide über den Kontaktring 27 mit dem gemeinsamen Ausgang 6 der beiden Halbleiter-Schalter 2 und 3 in Verbindung.

Obere Kontaktrolle 31 und untere Kontaktrolle 34 schließlich besitzen eine elektrisch leitende Verbindung 36, derart, dass die Kontaktrolle 31, die räumlich zwischen den Kontaktrollen 30 und 32 angeordnet ist, direkt über die untere Kontaktrolle 34 - stellungsabhängig - mit einem der Ableitkontakte 19.1 bis 19.3 verbunden werden kann.

[0025] Wie erläutert, vollzieht bei dieser Ausführungsform der Erfindung das Schaltsegment 29 und mit ihm die Kontaktrollen 30 bis 35 bei jeder Lastumschaltung eine Drehbewegung.

[0026] Das Funktionsprinzip ist jedoch dasselbe: Im stationären Betrieb ist der jeweils geschaltete feste Stufenschalterkontakt 15 direkt mit einem der Ableitkontakte 19.1 bis 19.3 über die Kontaktrolle 34 elektrisch verbunden, während die Halbleiter-Schalter 2 und 3 nicht nur freigeschaltet, sondern auch galvanisch von der Transformatorenwicklung getrennt sind. Nur bei einer Umschaltung wird, drehrichtungsabhängig, jeweils einer der beiden Eingänge 4 oder 5 des leistungselektronischen Lastumschalters mittels der zugeordneten Kontaktrolle 30 bzw. 32 kurz mit dem jeweiligen festen Stufenschalterkontakt 15, auf den umgeschaltet werden soll, verbunden. Gleichzeitig übernimmt dann, d. h. nur während der Umschaltung, drehrichtungsabhängig eine der Kontaktrollen 33 oder 35 die elektrische Verbindung zu einem der Ableitkontakte 19.1 bis 19.3.

[0027] Figur 3 zeigt eine veränderte Beschaltung des erfindungsgemäßen Stufenschalters an den Transformator. Hier ist im Transformator noch ein an sich bekannter leistungslos schaltender Umsteller 37 vorgesehen. Mittels dieses Umstellers 37 können Wicklungsteile 38 und 39 des Transformators zur Erhöhung der insgesamt verfügbaren Zahl von Spannungsstufen unterschiedlich geschaltet werden.

[0028] In allen Ausführungsformen weist der beschriebene erfindungsgemäße Stufenschalter gegenüber dem Stand der Technik den großen Vorteil auf, dass alle Verbindungsleitungen zu und vom leistungselektronischen Lastumschalter von der Transformatorenwicklung galvanisch getrennt sind. Die Ölstrecken zwischen den einzelnen Kontaktbrücken und den einzelnen Kontaktstücken übernehmen dabei die Isolation zwischen diesen Bauteilen. Der leistungselektronische Lastumschalter ist bei der Erfindung somit sowohl der Blitzstoßspannung als auch von der dauerhaften Beanspruchung mit der Betriebsspannung getrennt. Nur während der eigentlichen Lastumschaltung, einer Umschaltphase im Zeitbereich von etwa 100 ms, besteht eine galvanische Verbindung mit der Transformatorenwicklung und liegt somit die Betriebsspannung an. Die Isolation der Durchführungen 7 sowie die Isolationsabstände in Luft können gegenüber dem Stand der Technik entsprechend geringer ausgeführt werden.

Patentansprüche

1. Stufenschalter mit Halbleiter-Schaltelementen zur unterbrechungslosen Umschaltung zwischen festen Stufenschalterkontakten (15), die mit Wicklungsanzapfungen eines Stufentransformators elektrisch verbunden sind, wobei die festen Stufenschalterkontakte (15) entlang einer Bahn angeordnet sind, wobei ein Kontaktschlitten (9, 29) entlang der Bahn bewegbar ist, **dadurch gekennzeichnet, daß** auf dem Kontaktschlitten (9, 29) elektrisch leitende, gegeneinander isolierte Kontaktbrücken (10, 11, 13; 30, 32, 36) angeordnet sind und zwei gegen diese wiederum elektrisch isolierte, aber miteinander elektrisch verbundene weitere Kontaktbrücken (12, 14; 33, 35) angeordnet sind durch die wahlweise im stationären Betrieb direkt einer der festen Stufenschalterkontakte (15) mit einer Lastableitung (20) und während der Umschaltung kurzzeitig jeweils einer der festen Stufenschalterkontakte (15) mit einem Eingang (4, 5) eines der Halbleiterschalter (2, 3) und weiterhin der Ausgang (6) des jeweiligen Halbleiterschalters (2, 3) mit der Lastableitung (20) beschaltbar ist und daß die Lastableitung (20) feste, geteilte Ableitkontaktstücke (19.1,...,19.5) aufweist, derart, dass die Halbleiter-Schaltelemente (2, 3) im stationären Betrieb von der Lastableitung (20) und damit der Transformatorenwicklung galvanisch getrennt sind.
2. Stufenschalter nach Anspruch 1 **dadurch gekennzeichnet, daß** die festen, geteilten Ableitkontaktstücke (19.1,...,19.5) in einer weiteren Bahn parallel zur Bahn der festen Stufenschalterkontakte (15) und in gleichem räumlichen und geometrischen Muster wie diese angeordnet sind.
3. Stufenschalter nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** die festen Stufenschalterkontakte (15) und die festen Ableitkontaktstücke (19.1,...,19.5) jeweils längs einer ebenen Bahn angeordnet sind und der Kontaktschlitten (9) linear bewegbar ist.
4. Stufenschalter nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** die festen Stufenschalterkontakte (15) und die festen Ableitkontaktstücke (19.1,...,19.5) jeweils auf einer kreisförmigen Bahn konzentrisch um einen Drehpunkt des drehbaren Kontaktschlittens (9) angeordnet sind.
5. Stufenschalter nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Halbleiter-Schaltelemente (2, 3) IGBT's sind.

6. Stufenschalter nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die beiden Halbleiter-Schaltelemente (2, 3) jeweils einen separaten elektrischen Eingang (4, 5) sowie einen gemeinsamen elektrischen Ausgang (6) aufweisen. 5
7. Stufenschalter nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** parallel zur Bahn der festen Stufenschalterkontakte (15) elektrisch leitende, jedoch gegeneinander isolierte Kontaktschienen (16, 17, 18; 25, 26, 27) vorgesehen sind, von denen jeweils eine mit einem der elektrischen Eingänge (4, 5) bzw. mit dem elektrischen Ausgang (6) elektrisch in Verbindung steht. 10 15
8. Stufenschalter nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** parallel zu den Kontaktschienen (16, 17, 18; 25, 26, 27), wieder gegen diese elektrisch isoliert, die Bahn der Ableitkontaktstücke (19.1,...,19.5) vorgesehen ist, die ihrerseits mit der Lastableitung (20) elektrisch verbunden sind. 20
9. Stufenschalter nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kontaktbrücken (10, 11, 12, 13, 14; 30, 32, 33, 35, 36) derart dimensioniert und räumlich auf dem Kontaktschlitten (9, 29) angeordnet sind, dass sie mit den Kontaktschienen (16, 17, 18; 25, 26, 27) bzw. einem der Ableitkontaktstücke (19.1,...,19.5) korrespondieren und durch sie schaltabhängig eine elektrische Verbindung wahlweise zwischen einem der festen Stufenkontakte (15) direkt einem der Ableitkontaktstücke (19.1,...,19.5) oder eine elektrische Verbindung zwischen einem der festen Stufenkontakte (15) mit einem der elektrischen Eingänge (4, 5) sowie zusätzlich eine weitere elektrische Verbindung zwischen dem elektrischen Ausgang (6) und einem der Ableitkontaktstücke (19.1,...,19.5) herstellbar ist. 30 35 40

Claims

1. Tap changer with semiconductor switching elements for uninterrupted changeover between fixed tap changer contacts (15) electrically connected with winding taps of a tapped transformer, wherein the fixed tap changer contacts (15) are arranged along a path, and wherein a contact carriage (9, 29) is movable along the path, **characterised in that** arranged on the contact carriage (9, 29) are electrically conductive, mutually insulated contact bridges (10, 11, 13; 30, 32, 36) and two further contact bridges (12, 14; 33, 35) in turn 45 50

electrically insulated relative thereto, but electrically connected together, by which in stationary operation selectably one of the fixed tap changer contacts (15) is directly connectible with a load diverter (20) and during the changeover a respective one of the fixed tap changer contacts (15) is temporarily connectible with an input (4, 5) of one of the semiconductor switches (2, 3) and in addition the output (6) of the respective semiconductor switch (2, 3) with the load diverter (20) and that the load diverter (20) comprises fixed, divided diverter contact members (19.1 ... 19.5) such that the semiconductor switching elements (2, 3) in stationary operation are electrically separated from the load diverter (20) and thus the transformer winding.

2. Tap changer according to claim 1, **characterised in that** the fixed, divided diverter contact members (19.1 ... 19.5) are arranged in a further path parallel to the path of the fixed tap changer contacts (15) and in the same three-dimensional and geometric pattern as these.
3. Tap changer according to claim 1 or 2, **characterised in that** the fixed tap changer contacts (15) and the fixed diverter contact members (19.1 ... 19.5) are respectively arranged along a planar path and the contact carriage (9) is linearly movable. 25
4. Tap changer according to claim 1 or 2, **characterised in that** the fixed tap changer contacts (15) and the fixed diverter contact members (19.1 ... 19.5) are respectively arranged on a circular path concentrically around a fulcrum of the rotatable contact carriage (9). 30 35
5. Tap changer according to any one of claims 1 to 4, **characterised in that** the semiconductor switching elements (2, 3) are IGBTs.
6. Tap changer according to any one of claims 1 to 5, **characterised in that** the two semiconductor switching elements (2, 3) each have a separate electrical input (4, 5) and a common electrical output (6). 40
7. Tap changer according to any one of claims 1 to 6, **characterised in that** provided parallel to the path of the tap changer contacts (15) are electrically conductive, but mutually insulated contact rails (16, 17, 18; 25, 26, 27), each of which is electrically connected with one of the electrical inputs (4, 5) or with the electrical output (6). 45
8. Tap changer according to claim 7, **characterised in that** the path of the diverter contact members (19.1 ... 19.5), which in turn are electrically connected with the load diverter (20), is provided parallel to the contact rails (16, 17, 18; 25, 26, 27), and electri-

cally insulated relative thereto.

9. Tap changer according to any one of claims 1 to 8, **characterised in that** the contact bridges (10, 11, 12, 13, 14; 30, 32, 33, 35, 36) are so dimensioned and three-dimensionally arranged on the contact carriage (9, 29) that they co-operate with the contact rails (16, 17, 18; 25, 26, 27) or one of the diverter contact members (19.1 ... 19.5) and an electrical connection is producible by them, in dependence on switching, selectably between one of the fixed tap contacts (15) directly with one of the diverter contact members (19.1 ... 19.5) or an electrical connection is producible between one of the fixed tap contacts (15) with one of the electrical inputs (4, 5) as well as additionally a further electrical connection between the electrical output (6) and one of the diverter contact members (19.1 ... 19.5).

Revendications

1. Commutateur à gradins comportant des éléments de commutation à semi-conducteurs pour permettre d'effectuer une commutation sans interruption entre des contacts fixes (15) du commutateurs à gradins qui sont reliés électriquement, à des prises d'enroulement d'un transformateur à gradins, les contacts fixes (15) du commutateurs à gradins étant montés le long d'une ligne, et un chariot frotteur de contact (9, 29) étant mobile le long de cette ligne, **caractérisé en ce que** sur le chariot (9, 29) sont montés des ponts de contact électriquement conducteurs (10, 11, 13, 30, 32, 36) isolés les uns des autres, et deux autres ponts de contact (12, 14, 33, 35) également isolés électriquement de ces ponts de contact mais électriquement reliés entre eux, par lesquels il est possible de commuter sélectivement, en mode de fonctionnement stationnaire, directement l'un des contacts du commutateur à gradins fixes (15) avec une sortie de charge (20), et, pendant la commutation, temporairement, respectivement l'un des contacts fixes (15) du commutateur à gradins avec une entrée (4, 5) de l'un des commutateur à semi-conducteurs (2, 3) et en outre la sortie (6) du commutateur à semi-conducteurs respectifs (2, 3) avec la sortie de charge (20), et la sortie de charge (20) comporte des pièces de contact de sortie fixes subdivisées (19.1 ... 19.5) de sorte que dans le mode de fonctionnement stationnaire les éléments de commutation à semi-conducteurs (2, 3) soient séparés galvaniquement de la sortie de charge (20) et ainsi de l'enroulement du transformateur.
2. Commutateur à gradins conforme à la revendication 1, **caractérisé en ce que**

les pièces de contact de sortie (19.1... 19.5) subdivisées fixes sont situées dans une autre ligne parallèle à la ligne des contacts fixes (15) du commutateur à gradins et avec le même modèle spatial et géométrique que ces contacts.

3. Commutateur à gradins conforme à la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** les contacts fixes (15) du commutateur à gradins et les pièces de contact de sortie fixes (19.1...19.5) sont respectivement disposés le long d'une ligne plane et le chariot (9) est mobile linéairement.
4. Commutateur à gradins conforme à la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** les contacts fixes (15) du commutateur à gradins et les pièces de contact de sortie fixes (19.1...19.5) sont respectivement disposés sur une ligne circulaire, concentriquement, autour du centre de rotation du chariot (9) mobile en rotation.
5. Commutateur à gradins conforme à l'une des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** les éléments de commutation à semi-conducteurs (2, 3) sont des éléments IGBT.
6. Commutateur à gradins conforme à l'une des revendications 1 à 5, **caractérisé en ce que** les deux éléments de commutation à semi-conducteurs (2, 3) comportent chacun une entrée électrique séparée (4, 5) ainsi qu'une sortie électrique commune (6).
7. Commutateur à gradins conforme à l'une des revendications 1 à 6, **caractérisé en ce que** parallèlement à la ligne des contacts fixes (15) du commutateur à gradins sont prévus des rails de contact (16, 17, 18, 25, 26, 27) électriquement conducteurs mais isolés les uns des autres dont l'un respectif est en liaison électrique avec l'une des entrées électriques (4, 5) ou avec la sortie électrique (6).
8. Commutateur à gradins conforme à la revendication 7, **caractérisé en ce que** parallèlement aux rails de contact (16, 17, 18, 25, 26, 27) est prévue la ligne des pièces de contact de sortie (19.1...19.5) également isolée électriquement par rapport à ces rails, et qui sont quant à elles reliées électriquement à la sortie de charge (20).
9. Commutateur à gradins conforme à l'une des revendications 1 à 8,

caractérisé en ce que

les ponts de contact (10, 11, 12, 13, 14, 30, 32, 33, 35, 36) sont dimensionnés et montés spatialement sur le chariot (9, 29) pour correspondre aux rails de contact (16, 17, 18, 25, 26, 27) ou à l'une des pièces de contact de sortie (19.1 ... 19.5) et permettre d'obtenir sélectivement selon la commutation une liaison électrique, de l'un des contacts fixes (15) du commutateur à gradins directement avec l'une des pièces de contact de sortie (19.1...19.5), ou une liaison électrique de l'un des contacts fixes (15) du commutateur à gradins avec l'une des entrées électriques (4, 5) ou en plus une autre liaison électrique de la sortie électrique (6) avec l'une des pièces de contact de sortie (19.1...19.5).

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

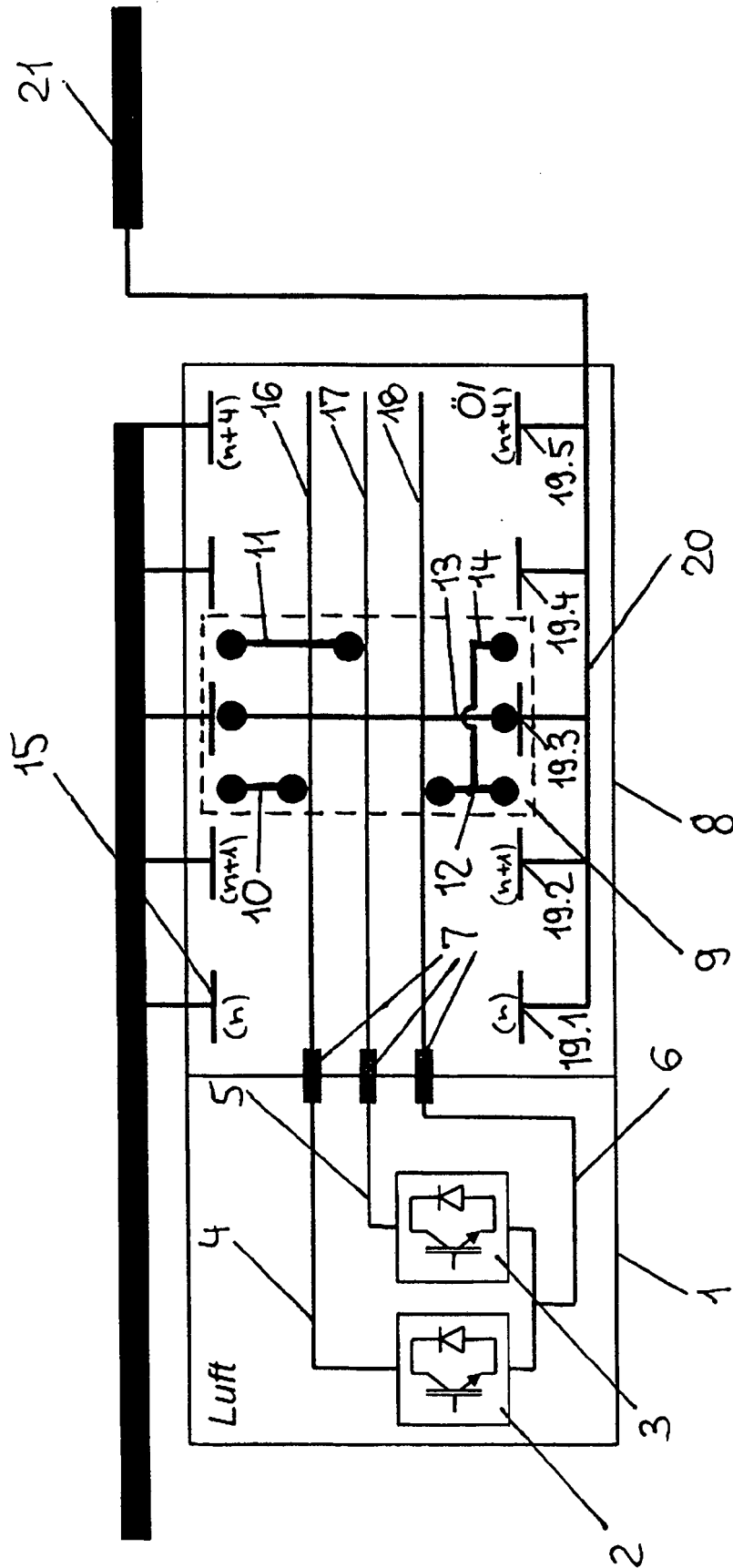


Fig. 1

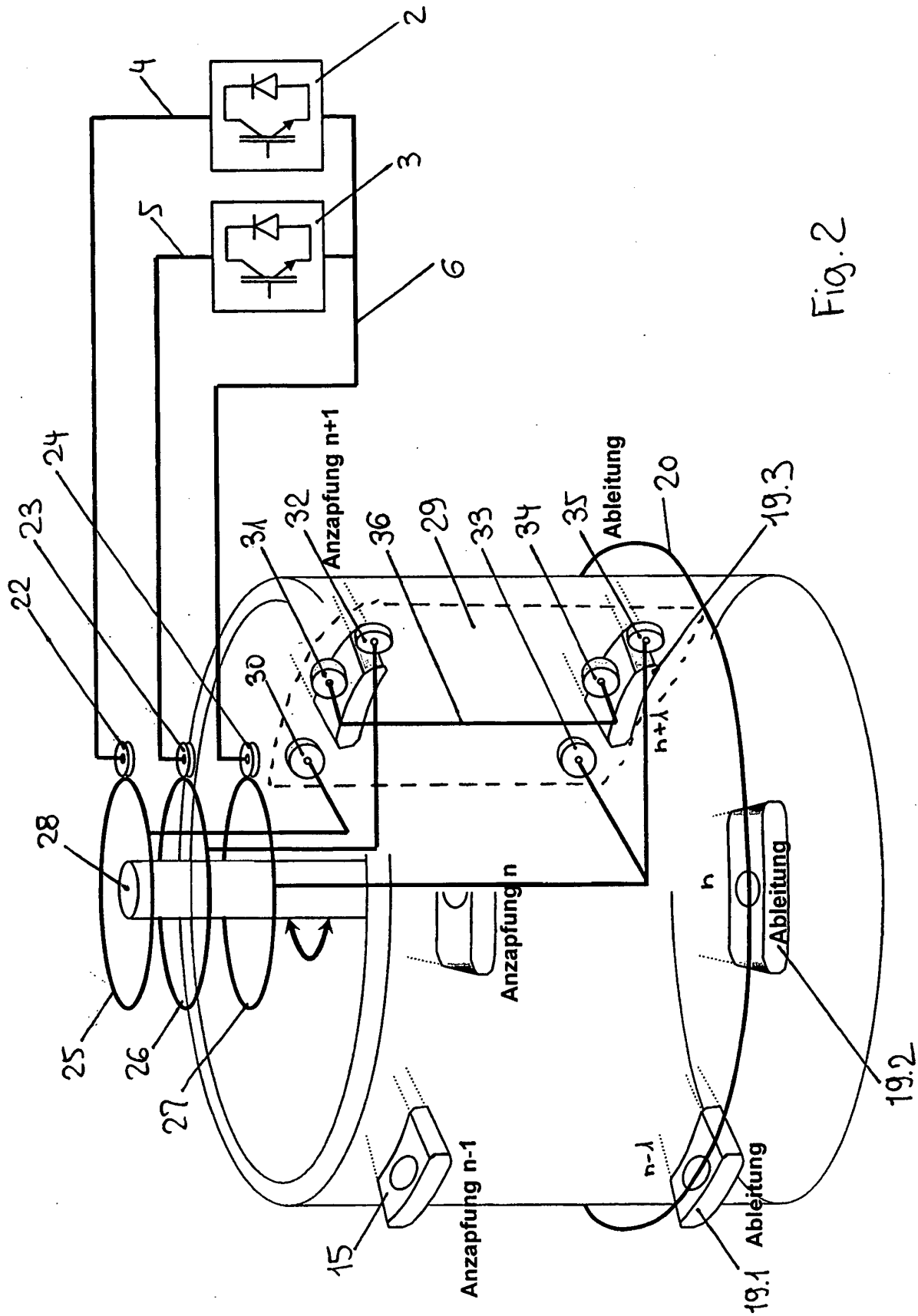
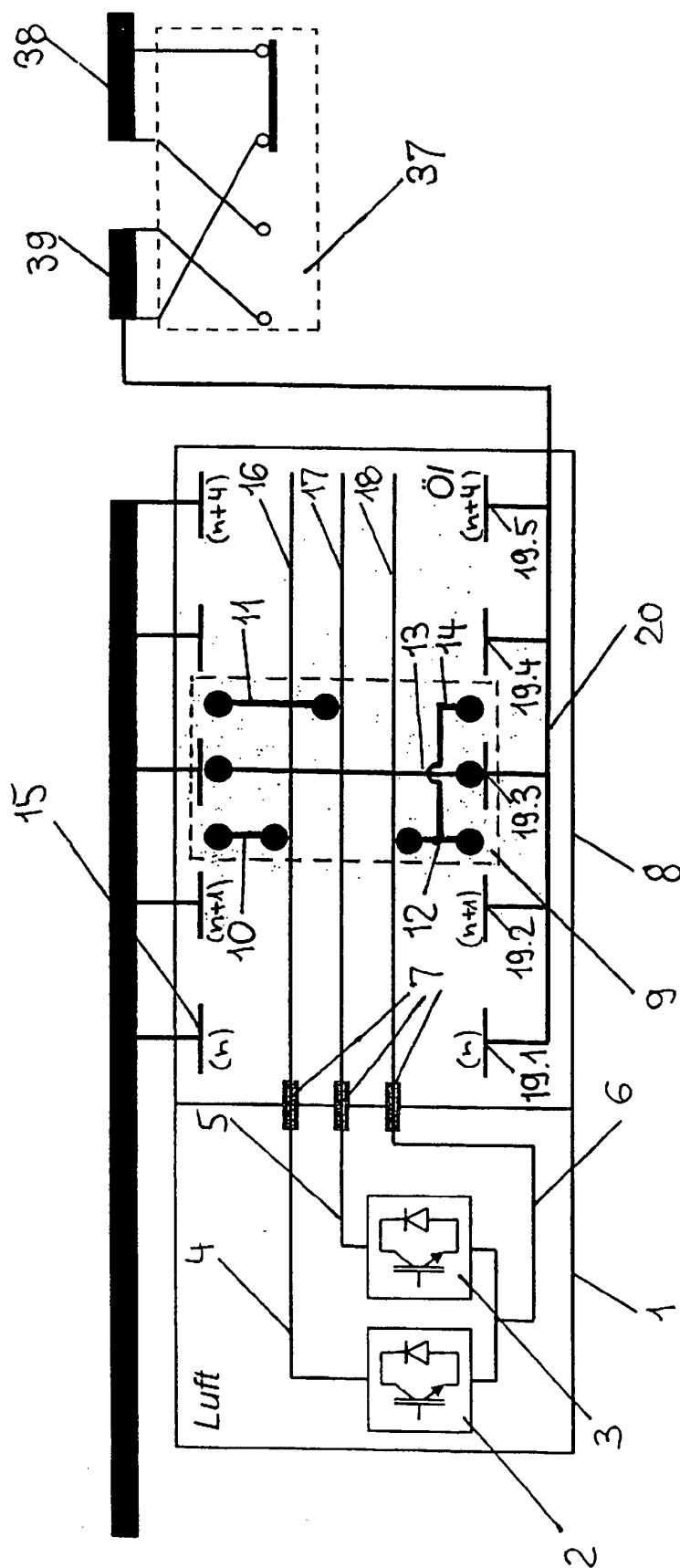


Fig. 2



நிதி

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- WO 9960588 A [0004]
- DE 3833126 A1 [0005]
- EP 0124904 A [0008]

In der Beschreibung aufgeführte Nicht-Patentliteratur

- Axel Krämer: On-Load Tap-Changers for Power Transformers. *MR-Publikation*, 2000 [0002]