

(19)



(11)

EP 3 050 066 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
05.02.2020 Patentblatt 2020/06

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

(21) Anmeldenummer: **14776645.5**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2014/070585

(22) Anmeldetag: **26.09.2014**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2015/044324 (02.04.2015 Gazette 2015/13)

(54) **SCHALTANORDNUNG MIT VORWÄHLER**

SWITCHING ASSEMBLY COMPRISING A SELECTION SWITCH

ENSEMBLE DE COMMUTATION AVEC COMMUTATEUR DE SÉLECTION

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL 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 RS SE SI SK SM TR

(30) Priorität: **26.09.2013 DE 102013110652**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
03.08.2016 Patentblatt 2016/31

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

(72) Erfinder:
• **KALTENBORN, Uwe**
93049 Regensburg (DE)
• **STROF, Thomas**
A-2352 Gumboldskirchen (AT)
• **HURM, Christian**
93180 Deuerling (DE)

- **SAVELIEV, Anatoli**
93197 Zeitlarn (DE)
- **BÄUML, Gerhard**
93128 Regensburg (DE)
- **BIERINGER, Alfred**
94333 Geiselhöring (DE)
- **ZERR, Eduard**
93059 Regensburg (DE)
- **ALBRECHT, Wolfgang**
93173 Wenzelbach (DE)
- **HAUSMANN, Martin**
93138 Lappersdorf (DE)
- **STOCKER, Andreas**
93073 Neutraubling (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
WO-A1-01/37298 WO-A1-2012/019514
CN-A- 102 013 815 DE-A1- 2 647 302
DE-A1- 2 936 534 DE-A1-102012 202 667
DE-B1- 1 763 020 FR-A1- 2 330 197
GB-A- 2 424 766 US-A- 4 621 298

EP 3 050 066 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 vorliegende Erfindung betrifft eine Schaltanordnung mit Vorwähler und gegebenenfalls einer Polungsschaltung zum wahlweisen Verbinden mehrerer Wicklungen eines Leistungstransformators, d.h. eines Transformators mit einer Leistung von mindestens 100 kW, vorzugsweise mit einer Leistung von mehr als einem MW. Der Transformator kann mehrere Wicklungen aufweisen, die in einem Regeltransformator z.B. als wenigstens eine Stammwicklung und wenigstens eine Regelwicklung mit mehreren Wicklungsanzapfungen ausgebildet sind. In der erfindungsgemäßen Schaltanordnung ist der Vorwähler dazu vorgesehen, eine erste Wicklung des Transformators wahlweise mit einem der beiden Enden einer zweiten Wicklung zu verbinden, zur subtraktiven oder additiven Koppelung der Wicklungen. Weiterhin hat die erfindungsgemäße Schaltanordnung eine Polungsschaltung, die einen definierten Punkt der zweiten Wicklung, z.B. einen Mittenabgriff oder einen der beiden Endabgriffe, über einen Polungswiderstand mit der ersten Wicklung oder einer Lastableitung verbindet. Die Idee der Polungsschaltung besteht darin die zweite Wicklung auf ein definiertes Potential zu bringen. Eine derartige Schaltung ist auch aus der DE 32 24 860 bekannt. Die Polungsschaltung mit dem Polungswiderstand führt beim Umschalten des Vorwählers zu einer deutlich geringeren Lichtbogenbildung, was bei Stufenschaltern in Ölbadumgebung zu einem deutlich geringeren Gaseintrag in das Ölbad führt. Allerdings fließt über den Polungswiderstand ständig ein Verluststrom, was dazu führt, dass sich der Polungswiderstand erhitzt und zu einer Erwärmung des umgebenden Ölmediums führen kann und zudem die Effektivität des Transformators verringert wird.

[0002] Eine Polungsschaltung mit Polungswiderstand ist zudem aus der CN 102013815 A bekannt. Die Druckschrift beschreibt einen Leistungstransformator zur Hochspannungsgleichstromübertragung sowie einen Laststufenschalter zur Regelung des Leistungstransformators. In Figur 4 ist eine Schaltanordnung offenbart, die eine Stammwicklung und eine Regelwicklung aufweist, einen Feinwähler und einen Polungswiderstand. Die Schaltanordnung umfasst ferner einen Vorwähler, der die Stammwicklung mit einem der beiden Enden der Regelwicklung verbindet, und einen ersten Schalter, der in der Verbindung zwischen dem Vorwähler und der Stammwicklung vorgesehen ist. Weiterhin sind ein zweiter Schalter und ein erster Wahlschalter in der Schaltanordnung vorgesehen, wobei der zweite Schalter einerseits mit der Hauptwicklung und andererseits mit dem Polungswiderstand verbunden ist, welcher wiederum über den ersten Wahlschalter mit einem der beiden Enden der Regelwicklung verbindbar ist.

[0003] DE 1 763 020 B bezieht sich auf eine Schaltanordnung zur Längs- und Querspannungsregelung eines dreiphasigen Stufentransformators unter Verwendung eines gebräuchlichen Stufenschalters. Dabei ist für jede

Phase des Stufentransformators ein zusätzlicher, einpoliger Umsteller vorgesehen, dessen beweglicher Kontakt mit der Ableitung des einpolig ausgebildeten Vorwählers der Regelwicklung und dessen drei feste Kontakte mit jeweils einem Ende der Stammwicklungen der drei Phasen des Stufentransformators verbunden sind. Insbesondere sind die Umsteller verriegelbar und nur dann schaltbar, wenn die Stufenschalter auf den K-Kontakten stehen und dadurch jeweils das eine Ende der Stammwicklungen der drei Phasen direkt mit der Lastableitung verbunden ist.

[0004] Es ist Aufgabe der Erfindung, einen Stufenschalter zu schaffen, der ein lichtbogenfreies Umschalten des Vorwählers mit geringeren Verlusten als beim Stand der Technik erlaubt.

[0005] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß mit einer Schaltanordnung gemäß Anspruch 1 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

[0006] Erfindungsgemäß wird eine Schaltanordnung mit Vorwähler für einen Leistungstransformator vorgeschlagen, der mehrere Wicklungen aufweist, wobei der Vorwähler dazu ausgebildet ist, wenigstens eine erste Wicklung wahlweise mit einem der beiden Endkontakte wenigstens einer zweiten Wicklung, üblicherweise einer Regelwicklung, zu verbinden. Erfindungsgemäß ist in der Verbindung zwischen dem Vorwähler und der ersten Wicklung wenigstens ein erster Schalter angeordnet, wobei die erste Wicklung über eine Reihenschaltung des ersten Schalters und des Vorwählers mit einem ersten Ende oder einem zweiten Ende der zweiten Wicklung verbindbar ist. Mittels dieses ersten Schalters lässt sich der Vorwähler beim Umschalten von der ersten Wicklung entkoppeln, so dass ein gasfreies Umschalten des Vorwählers möglich ist. Weiterhin sind erfindungsgemäß eine Polungsschaltung, die durch einen Polungswiderstand gebildet ist, und ein zweiter Schalter, der in die Verbindung der Polungsschaltung mit der ersten Wicklung schaltbar/geschaltet ist, vorgesehen. Dabei ist die Schaltanordnung dazu eingerichtet, vor einem Umschalten des Vorwählers einen Punkt (K) an der ersten Wicklung von einem Feinwähler anzufahren und die erste Wicklung mit einem Lastabgriffspunkt zu verbinden, den ersten Schalter zu öffnen und erst nach dem Umschalten des Vorwählers den ersten Schalter wieder zu schließen. Weiterhin ist die Polungsschaltung dazu konzipiert, einen Mittenabgriff der zweiten Wicklung während des Umschaltens des Vorwählers mit der ersten Wicklung und dem Lastabgriffspunkt zu verbinden, indem der zweite Schalter vor dem Öffnen des ersten Schalters geschlossen wird und der zweite Schalter erst dann wieder geöffnet wird, wenn der Vorwähler umgeschaltet hat und der erste Schalter wieder geschlossen ist.

[0007] Auf diese Weise werden die in Verbindung mit der Umschaltung des Vorwählers beschriebenen Vorteile durch das Anordnen des ersten Schalters auch beim Schalten der Polungsschaltung mittels des zweiten Schalters realisiert. Damit wird auch die Polungsschal-

tung gasfrei mittels des zweiten Schalters geschaltet.

[0008] Für den ersten Schalter werden vorzugsweise Schalter verwendet, die selber gasfrei schalten, wie z.B. Halbleiterschalter, Varistoren, Vakuumschalter, Thermistoren verwendet. Diese Schalter können auch miteinander und/oder mit mechanischen Lastschaltern, vorzugsweise in Parallelschaltung, kombiniert sein. So kann z.B. der erste Schalter durch eine Parallelschaltung eines mechanischen Lastschalters mit einem Vakuumschalter oder durch eine Parallelschaltung eines Varistors mit einem Vakuumschalter gebildet sein. Vorzugsweise ist oder enthält der erste Schalter einen Vakuumschalter. Vakuumschalter haben sich als gasfrei und zuverlässig schaltende Schaltelemente im Leistungsbereich bewährt. Sie können auch in einem Ölbad zusammen mit einem Leistungstransformator angeordnet werden. In der Regel sind diese Vakuumschalter als Vakuumschaltröhre ausgebildet.

[0009] Der erste Schalter kann vorzugsweise durch eine Diodenschaltung gebildet sein oder eine Diodenschaltung enthalten. Dies ist insbesondere für Schaltungen vorteilhaft, bei denen im Nulldurchgang der Wechselspannung geschaltet wird.

[0010] In einer vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung ist der mit der ersten Wicklung verbundene Teil des ersten Schalters über einen Varistor und/oder einen Kondensator und/oder einem RLC Netzwerk und oder Kombinationen von RLC Netzwerken und Varistoren gederet. Auf diese Weise können hochfrequente Widerkehrspannungen abgeleitet werden, die auftreten, wenn die Schaltanordnung beim Umschalten des Vorwählers lastfrei ist.

[0011] Gemäß der Erfindung verbindet die Polungsschaltung während des Umschaltens des Vorwählers einen Mittenabgriff der zweiten Wicklung mit der ersten Wicklung.

[0012] Als zweiter Schalter kann jeder der oben in Verbindung mit dem ersten Schalter beschriebenen Schaltertypen verwendet werden.

[0013] Die Verbindung des Mittenabgriffs der zweiten Wicklung mit der ersten Wicklung des Transformators mittels der Polungsschaltung führt beim Umschalten des Vorwählers dazu, dass der Mittenabgriff auf dem gleichen Potential wie die erste Wicklung liegt. Die Polungsschaltung wird zum Umschalten des Vorwählers über den zweiten Schalter ein- und ausgeschaltet. Der Schaltvorgang verläuft aufgrund des zweiten Schalters lichtbogenfrei. Auch das Umschalten, d.h. das Trennen und Verbinden des Vorwählers erfolgt hierbei zuerst über einen Vakuumschalter und erst nach der Betätigung des Vakuumschalters wird das Schaltelement des Vorwählers, zum Beispiel eines Wenders, betätigt. Es lässt sich somit ein potentialfreies und damit völlig lichtbogenfreies Umschalten des Vorwählers mittels der Erfindung realisieren.

[0014] Die Polungsschaltung ist vorzugsweise ein Polungswiderstand oder ein anderes elektronische Bauelement mit einer definierten Widerstandskennlinie.

[0015] Der zweite Schalter wird in der Verbindung der Polungsschaltung mit der ersten Wicklung so geschaltet, dass die Polungsschaltung vor dem Umschalten des Vorwählers mit der ersten Wicklung verbunden wird. Hierdurch wird die zweite Wicklung auf ein definiertes Potential gezogen. Anschließend wird der erste Schalter in der Verbindung des Vorwählers und der ersten Wicklung geöffnet. Nun ist das Schaltelement des Vorwählers potentialfrei und kann auf die neue Position umgeschaltet werden. Nach dem Umschalten des Vorwählers wird der erste Schalter wieder geschlossen. Aufgrund der Polungsschaltung halten sich dabei die mit dem ersten Schalter des Vorwählers zu schaltenden Spannungen/Ströme in Grenzen. Schließlich wird der zweite Schalter zur Verbindung der Polungsschaltung mit der ersten Wicklung wieder geöffnet, womit die Polungsschaltung wieder abgeschaltet ist. Der Umschaltvorgang des Vorwählers ist damit abgeschlossen. Die Erfindung erlaubt somit eine zumindest nahezu vollständige gasfreie Betätigung der Polungsschaltung als auch des Vorwählers einer Schaltanordnung, z.B. eines Stufenschalters.

[0016] Gemäß der Erfindung ist sowohl in der Verbindung des Vorwählers mit der ersten Wicklung als auch in der Verbindung der Polungsschaltung mit der ersten Wicklung jeweils wenigstens ein separater Schalter, z.B. Vakuumschalter angeordnet. Diese Ausführungsform benötigt zwar zwei Schalter, zum Beispiel Vakuumröhren, jedoch ist diese Ausführungsform mit einem geringeren schalttechnischen Aufwand realisierbar. Vorzugsweise sind in dieser Ausführungsform der erste und zweite Schalter mechanisch oder elektrisch gekoppelt, was eine einfache Bedienung der Betätigung der Polungsschaltung in Verbindung mit dem Umschalten des Vorwählers ermöglicht. Die zeitliche Abfolge ist nämlich derart, dass vor dem Umschalten des Vorwählers erst die Polungsschaltung den definierten Abgriff der zweiten Wicklung mit der ersten Wicklung verbinden muss, anschließend wird der Vorwähler umgeschaltet und schließlich wird die Verbindung der Polungsschaltung wieder getrennt. Durch eine Kopplung der beiden Vakuumschalter lässt sich diese Schaltabfolge auf einfache Weise realisieren. Vorzugsweise ist der Vakuumschalter eine Vakuumschaltröhre, die sich im Betrieb in Verbindung mit Stufenschaltern als zuverlässiger und gasfrei schaltender Schalter erwiesen hat.

[0017] Der mit der Polungsschaltung zu verbindende definierte Punkt der zweiten Wicklung ist der Mittenabgriff der zweiten Wicklung.

[0018] Bei der ersten und zweiten Wicklung kann es sich um beliebige Wicklungen, z.B. mehrere Stammwicklungen eines Transformators handeln. Sie können auch durch wenigstens eine Stammwicklung und wenigstens eine Stufenwicklung eines Regeltransformators gebildet sein. Die Schaltanordnung ist im letzten Fall vorzugsweise ein Stufenschalter.

[0019] Die Erfindung wird nachfolgend beispielsweise anhand der schematischen Zeichnung beschrieben. In dieser zeigen:

- FIG. 1a-m ein Schaltbild eines nicht zu der Erfindung gehörenden Stufenschalters mit einem Vakuumschalter und einem Brückenschalter zum alternierenden Verbinden des Vakuumschalters mit dem Vorwähler als auch mit der Polungsschaltung in einer Abfolge von 13 Schaltschritten,
- FIG. 2 eine Ausführungsform der Erfindung, bei welcher sowohl der Vorwähler als auch die Polungsschaltung einen Vakuumschalter in der Verbindung mit der Stammwicklung aufweisen,
- FIG. 3 eine Anordnung gemäß FIG. 2, bei der auch ein mechanischer Schalter vorgesehen ist, der mit dem Vorwähler gekoppelt ist,
- FIG. 4 eine Schaltanordnung mit einem Vorwähler und einem ersten Schalter zwischen Vorwähler und einer ersten Wicklung eines Leistungstransformators,
- FIG. 5a-d unterschiedliche Ausführungsformen für den ersten Schalter aus FIG. 4,
- FIG. 6 eine schematische Darstellung eines Vorwählers in Art eines Drehschalters mit integriertem Vakuumschalter in den Schaltelementen, und
- FIG. 7a-d den Schaltablauf des Vorwählers aus FIG. 6 beim Trennen der Verbindung zur zweiten Wicklung eines Leistungstransformators.

[0020] FIG. 1a zeigt einen nicht zu der Erfindung gehörenden Regeltransformator 10, wie er zum Beispiel als Leistungstransformator im Bereich der Stromversorgung eingesetzt wird. Der Transformator 10 hat eine Niederspannungswicklung 11 als auch zwei Hochspannungswicklungen in Form einer Stammwicklung 12 als erster Wicklung und einer Regelwicklung 14 als zweiter Wicklung, die mehrere Anzapfungen 16 aufweist. Der Regeltransformator 10 enthält weiterhin als Schaltanordnung einen Stufenschalter 15, der einen Vorwähler 28, einen Feinwähler 17 und einen Lastumschalter (hier nicht dargestellt) aufweist. Der Stufenschalter kann als ein sog. Lastwähler ausgebildet sein. Die Stammwicklung 12 ist mit einer Brückenschaltung 18 von vier Brückenschaltern 20-26 und einem Vakuumschalter 38, z.B. einer Vakuumschaltröhre verbunden. Der Vakuumschalter 38 bildet sowohl einen ersten Schalter zum Verbinden des Vorwählers 28 mit der Stammwicklung 12 als auch einen zweiten Schalter zum Verbinden einer Polungsschaltung 34 mit der Stammwicklung 12. Ein Zweig der Brückenschaltung ist mit dem Vorwähler 28 verbunden, der wie-

derum auf beide Enden 30, 32 der Regelwicklung 14 schaltbar ist. Mit dem anderen Zweig der Brückenschaltung ist die Polungsschaltung verbunden, die durch einen Polungswiderstand 34 gebildet ist, der wiederum mit einem Mittenabgriff 36 der Stufenwicklung 14 verbunden ist. Der Vakuumschalter 38 ist in die Mitte der Brückenschaltung 18 geschaltet. Über die Brückenschaltung 18 ist es möglich, den Vakuumschalter 38 wahlweise in die Verbindung des Vorwählers 28 mit der Stammwicklung 12 oder in die Verbindung des Polungswiderstands 34 mit der Stammwicklung 12 zu schalten.

[0021] Insbesondere dient die Brückenschaltung 18 dazu, die Regelwicklung 14 während des Umschaltvorgangs des Vorwählers 28 über den Polungswiderstand 34 mit der Stammwicklung 12 zu verbinden, um somit die Regelwicklung 14 auf einem definierten Potential zu halten und damit hohe Potentialdifferenzen und kapazitive Ströme beim Umschalten des Vorwählers 28 zu verringern. Die Tätigkeit der einzelnen Brückenschalter 20-26 der Brückenschaltung 18 während des Umschaltens des Vorwählers wird nachfolgend in den Figuren FIG. 1a bis FIG. 1m beschrieben.

[0022] FIG. 1a zeigt den normalen Betriebszustand des Transformators 10 vor der Betätigung des Vorwählers 28, bei welchem die Stammwicklung 12 über den ersten Brückenschalter 20 der Brückenschaltung 18 und den Vorwähler 28 mit dem ersten Ende 30 der Stufenwicklung verbunden ist. Der Lastabgriff erfolgt während des Betriebes über den Feinwähler 17 und den Lastumschalter. Vor der Betätigung des Vorwählers wird der Punkt K an der Stammwicklung 12 vom Feinwähler angefahren und die Stammwicklung mit dem Lastabgriffpunkt 19 verbunden. Der Feinwähler ist nur schematisch dargestellt. Natürlich kontaktiert der Feinwähler eine der Anzapfungen 16 der Regelwicklung 14. Es soll nun beabsichtigt werden, den Vorwähler 28 von dem ersten Ende 30 auf das zweite Ende 32 der Stufenwicklung 14 umzuschalten.

[0023] Hierzu wird, wie es in FIG. 1b dargestellt ist, zuerst der dritte Brückenschalter 24 geschlossen, so dass der Polungswiderstand 34 nun über den noch offenen Vakuumschalter 38 mit der Stammwicklung 12 verbindbar ist.

[0024] In FIG. 1c wird nun der Vakuumschalter 38 geschlossen, so dass einerseits nach wie vor das erste Ende 30 der Stufenwicklung 14 über den ersten Brückenschalter 20 mit der Stammwicklung 12 verbunden ist, andererseits aber auch der Polungswiderstand 34 über den dritten Brückenschalter 24 und den Vakuumschalter 38 mit der Stammwicklung 12 verbunden ist.

[0025] In dem nächsten Schritt gemäß FIG. 1d werden nun auch der zweite Brückenschalter 22 als auch der vierte Brückenschalter 26 geschlossen, so dass nun der Vorwähler 28 als auch der Polungswiderstand 34 über den Vakuumschalter und entsprechend über die ersten und zweiten Brückenschalter 20, 22 mit der Stammwicklung 12 verbunden sind.

[0026] Im nächsten Schritt gemäß FIG. 1e werden der

erste Brückenschalter 20 als auch der dritte Brückenschalter 24 geöffnet, womit der Vorwähler 28 nur noch über den geschlossenen Vakuumschalter 38 mit der Stammwicklung 12 verbunden ist, der mit dem Mittenabgriff 36 der Regelwicklung 14 verbundene Polungswiderstand 34 jedoch direkt über den zweiten Brückenschalter 22.

[0027] Im nächsten Schritt gemäß FIG. 1f wird der Vakuumschalter 38 geöffnet, womit die Stammwicklung 12 nur noch über den zweiten Brückenschalter 22 und den Polungswiderstand 34 mit dem Mittenabgriff 36 der Regelwicklung 14 verbunden ist. Der Vorwähler 28 ist nun nicht mehr mit der Stammwicklung 12 verbunden, so dass dieser im nächsten Schritt gemäß FIG. 1g geöffnet werden kann, ohne dass es dabei zu einem Lichtbogen kommt.

[0028] Der Vorwähler 28 kann nun, wie es in FIG. 1h dargestellt ist, von der in FIG. 1g dargestellten Neutralposition in die in FIG. 1h dargestellte Schaltposition durchgeschaltet werden, in welcher der Vorwähler 28 mit dem zweiten Ende 32 der Regelwicklung 14 verbunden ist. Da der Vakuumschalter 38 weiterhin geöffnet ist, führt dies zu keinem Lichtbogen, so dass dieser Umschaltvorgang gasfrei stattfindet. Nach wie vor ist während dieses Vorgangs die Regelwicklung 14 über ihren Mittenabgriff 36 und den Polungswiderstand 34 mit der Stammwicklung 12 verbunden, was die Entstehung hoher Spannungen verhindert.

[0029] Nun wird, wie es in FIG. 1i gezeigt wird, der Vakuumschalter 38 geschlossen, was dazu führt, dass nun das zweite Ende 32 der Regelwicklung 14 über den Vorwähler 28, den geschlossenen vierten Brückenschalter 26 als auch über den geschlossenen Vakuumschalter 38 mit der Stammwicklung 12 verbunden ist. Da diese Verbindung durch den Vakuumschalter 38 realisiert wird, erfolgt auch dieser Schaltvorgang ohne die Erzeugung eines Lichtbogens und damit gasfrei.

[0030] Nach dem Anschluss des Vorwählers 28 über den Vakuumschalter 38 kann wie in FIG. 1j nun der erste Brückenschalter 20 wieder geschlossen werden, so dass der Vorwähler 28 direkt über den ersten Brückenschalter 20 mit der Stammwicklung 12 verbunden ist. Hier ist noch hinzuzufügen, dass aufgrund der Anbindung der Regelwicklung 14 an die Stammwicklung 12 über den Polungswiderstand 34 die Potentialdifferenz bzw. der Schaltstrom an dem Vakuumschalter 38 deutlich reduziert ist, so dass der Vakuumschalter vergleichsweise wenig beim Schaltvorgang belastet wird.

[0031] Im nächsten Schritt gemäß FIG. 1k wird nun der zweite Brückenschalter 22 wieder geöffnet, so dass der Polungswiderstand 34 nur noch über den geschlossenen Vakuumschalter 38 mit der Stammwicklung 12 verbunden ist. Nun wird der Vakuumschalter 38 geöffnet, wie es in FIG. 1l dargestellt ist. Hierdurch wird der Polungswiderstand 34 von der Stammwicklung 12 getrennt. Die Regelwicklung 14 ist somit nur noch mit ihrem zweiten Ende 32 über den Vorwähler 28 und den ersten Brückenschalter 20 mit der Stammwicklung 12 verbunden, so wie

es die angestrebte Umschaltposition des Vorwählers darstellt. Schließlich wird, wie es in FIG. 1m gezeigt ist, noch der dritte Brückenschalter 24 geöffnet, so dass wiederum die Ausgangsposition gemäß FIG. 1a erreicht ist, nur mit dem Unterschied, dass die Stammwicklung 12 nun über den Vorwähler 28 mit dem zweiten Ende 32 der Regelwicklung 14 verbunden ist, statt mit dem ersten Ende 30 der Regelwicklung 14 vor dem Umschaltvorgang.

[0032] Diese Schaltabfolge verdeutlicht klar, dass ein lichtbogenfreies Schalten sowohl des Vorwählers 28 als auch der Polungsschaltung während des Umschaltvorganges des Vorwählers 28 mit nur einem einzigen Vakuumschalter 38 durchführbar ist.

[0033] FIG. 2 zeigt eine Ausführungsform der Erfindung. Zur FIG. 1 identische oder funktionsgleiche Teile sind hierbei mit den gleichen Bezugszeichen versehen. In der Schaltung gemäß FIG. 2 hat der Transformator 40 ebenfalls als erste und zweite Wicklungen eine Stammwicklung 12 und eine Regelwicklung 14. Die Stammwicklung 12 ist über eine Reihenschaltung eines ersten Schalters 42, z.B. einer Vakuumschaltröhre, und des Vorwählers 28 mit dem ersten Ende 30 oder dem zweiten Ende 32 der Regelwicklung 14 verbindbar. Die Polungsschaltung ist durch einen Polungswiderstand 34 gebildet, der über einen separaten Mittenabgriff 44 mit der Stufenwicklung 14 verbunden ist. Der Polungswiderstand ist über einen zweiten Schalter 46 mit der Stammwicklung 12 verbindbar. Der zweite Schalter 46 kann als Vakuumschaltröhre ausgebildet sein. In dieser Schaltung sind sowohl für die Verbindung des Vorwählers 28 mit der Stammwicklung 12 als auch für die Verbindung des Polungswiderstands 34 mit der Stammwicklung 12 separate Schalter 42, 46 vorgesehen, die dann entsprechend betätigt werden, so dass sowohl der Vorwähler 28 als auch die Polungsschaltung gasfrei geschaltet werden können. Hinsichtlich der Betätigung des Vorwählers 28 bedeutet dies, dass vor einem Trennen des Vorwählers 28 der erste Schalter 42 geöffnet wird und erst nach einem Umschalten des Vorwählers 28 der erste Schalter 42 wieder geschlossen wird.

[0034] Hinsichtlich der Betätigung des zweiten Schalters 46 bedeutet dies, dass der zweite Schalter 46 geschlossen wird, bevor der erste Schalter 42 geöffnet wird. Der zweite Schalter 46 wird erst dann wieder geöffnet, wenn der Vorwähler 28 umgeschaltet hat und der erste Schalter 42 wieder geschlossen ist. Nach dem Schließen des zweiten Schalters 46 wird die Regelwicklung über den Polungswiderstand 34 und die Polungsschaltung 47 mit dem Lastabgriffspunkt 19 verbunden.

[0035] FIG. 3 zeigt eine, zu FIG. 2 fast identische, Ausführungsform der Erfindung, wobei wiederum identische und funktionsgleiche Teile mit den identischen Bezugszeichen versehen sind. Im Unterschied zu der Ausbildungsform der FIG. 2 ist in FIG. 3 ein zusätzlicher Hilfsschalter 48 vorgesehen, der über eine Kopplung 50 mechanischer oder elektrischer Art mit dem Vorwähler 28 gekoppelt ist.

[0036] Es ist alternativ auch möglich, die Tätigkeit des

ersten und zweiten Vakuumschalters 42, 46 über eine elektrische oder mechanische Kopplung zu koppeln, wobei die Kopplung ein zeitversetztes Betätigen der Vakuumschalter 42, 46 ermöglichen sollte.

[0037] FIG. 4 zeigt einen Regeltransformator 60, wie er zum Beispiel als Leistungstransformator im Bereich der Stromversorgung eingesetzt wird. Der Transformator 60 hat zwei Hochspannungswicklungen in Form einer Stammwicklung 62 als erster Wicklung und einer Regelwicklung 64 als zweiter Wicklung, die mehrere Anzapfungen wie in FIG. 1, aufweist. Der Regeltransformator 60 enthält weiterhin einen als Wender ausgebildeten Vorwähler 66, dessen Abgriff 68 mit der Stammwicklung 62 verbunden ist und der zwischen zwei Schaltkontakten 70, 72 schalten kann, die jeweils mit einem der beiden Endkontakte der Regelwicklung 64 verbunden sind. In der Verbindung zwischen der Stammwicklung 14 und dem Wender 66 ist ein erster Schalter 74 angeordnet. Der Vorteil dieser erfindungsgemäßen Ausführungsform besteht darin, dass während des Umschaltens des Wenders 66 der erste Schalter 74 geöffnet werden kann, so dass der Vorwähler 66 spannungsfrei und damit gasfrei, d.h. ohne einen Lichtbogen im Öl zu erzeugen, geschaltet werden kann. Der erste Schalter 74 wird erst nach dem Umschalten des Wenders 66 wieder geschlossen. Der erste Schalter 74 ist vorzugsweise ein gasfrei schaltender Schalter, wie er z.B. in einer der Figuren 5a bis 5e dargestellt ist.

[0038] Die in den Figuren 5a bis 5d gezeigten Schaltkonfigurationen können als erster Schalter 74 in die Schaltanordnung der FIG. 4 eingesetzt werden.

[0039] FIG. 5a zeigt als ersten Schalter einen Vakuumschalter 76, z.B. eine per se bekannte Vakuumschalttröhre. Der Vorteil dieses Schalters liegt im abgekapseltem und damit gasfreien Schalten, so dass die Schaltvorgänge des ersten Schalters 74 im Zusammenhang mit dem Umschaltvorgang des Vorwählers ebenfalls gasfrei ablaufen.

[0040] FIG. 5b zeigt als ersten Schalter 74 eine Schaltanordnung 78 in Form einer Parallelschaltung eines Vakuumschalters 80 mit einem mechanischen Lastschalter 82. Der Vakuumschalter 80 kann hierbei für den reinen Umschaltvorgang verwendet werden, während der mechanische Lastschalter 82 die Dauerkontaktierung übernimmt, um den Vakuumschalter zu schonen. Diese Schaltanordnung 78 hat eine lange Lebensdauer.

[0041] FIG. 5c zeigt eine Schaltanordnung 84 gemäß FIG. 5b, bei der identische oder funktionsgleiche Teile mit den identischen Bezugszeichen versehen sind. Zusätzlich zur Schaltanordnung 78 in FIG. 5b hat diese Schaltanordnung 84 zusätzlich einen Varistor 86 über welchen der mit der Stammwicklung 12 verbundene Teil der Schaltanordnung geerdet ist. Dieser Varistor führt Überspannungen während des Schaltvorgangs aus der Schaltanordnung ab, was z.B. den Vakuumschalter 80, den mechanischen Lastschalter 82 sowie Stammwicklung 12 und Regelwicklung 14 schützt. Wenn statt des Varistors oder zusätzlich zum Varistor (in Parallelschal-

tung) auch ein Kondensator oder Widerstand angeordnet wird, werden auch hochfrequente Induktionsspannungen während des Umschaltvorgangs des Vorwählers effektiv abgeleitet.

[0042] Schließlich zeigt FIG. 5d eine Schaltanordnung 92 bestehend aus einer Serienschaltung eines ersten Wählschalters 94, einer Parallelschaltung zweier gegenseitig geschalteter Dioden 96, 98 und eines Leiters 100 und eines Zusatzschalters 102. Der Wählschalter kann wahlweise auf eine der beiden Dioden 96, 98 oder auf den Leiter schalten. Über den Zusatzschalter 102 kann der Startzeitpunkt für die Schaltung der Dioden 96, 98 gesetzt werden. Somit ist es möglich, beim Nulldurchgang der Wechselfspannung, und damit gasfrei zu schalten.

[0043] FIG. 6 zeigt einen Vorwähler 104, der z.B. koaxial zu einem Feinwähler oder Lastwähler angeordnet sein kann. Hinsichtlich der Schaltkonfiguration des Vorwählers 104 wird auf FIG. 4 (Wender 66) verwiesen. Die beiden mit den Enden der Regelwicklung verbundenen Schaltkontakte 70, 72 sind hierbei stationär angeordnet. Der Vorwähler 104 enthält eine in/gegen die Pfeilrichtung bewegbare Schaltgruppe 106 mit drei Schaltelementen S1, S0 und S2, welche mit den stationären Schaltkontakten 70, 72 zusammenzuwirken. Die beiden äußeren Schaltelemente S1 und S2 sind über einen Vakuumschalter 108 mit dem mittleren Schaltkontakt S0 verbunden, der wiederum mit dem Abgriff 68 des Vorwählers 104 verbunden ist. Dieser ist direkt oder über einen ersten Schalter 74 mit der Stammwicklung 62 verbunden.

[0044] Die äußeren Schaltelemente S1 und S2 sind über das Zusammenwirken mit den stationären Schaltkontakten 70, 72 derart bewegbar, dass sie den Vakuumschalter 108 betätigen können. Hierdurch kann sichergestellt werden, dass die Trennung der Schaltkonfiguration von einem stationären Schaltkontakt 70, 72 immer über den Vakuumschalter 108, und damit gasfrei erfolgt.

[0045] Eine derartige Schaltabfolge ist nun in den Figuren 7a bis 7d dargestellt. FIG. 7a zeigt die Schaltgruppe 106 in Verbindungsstellung. Das mittlere Schaltelement verbindet hierbei direkt den stationären Schaltkontakt 70 oder 72 mit dem Abgriff 68 des Vorwählers 104. Die beiden äußeren Schaltelemente S1 und S2 sind in der Art eines Schnappschalters aufgebaut und haben eine drehbar gelagerte Zunge 110, die drehfest mit einem Stellhebel 112 verbunden ist. Der Stellhebel 112 agiert mit einem Betätigungselement 114 des Vakuumschalters zusammen, über das der Vakuumschalter geöffnet oder geschlossen werden kann. Im nicht betätigten Zustand des Betätigungselements 114 ist der Vakuumschalter 108 geschlossen. Der Strom fließt hier von den stationären Schaltkontakten 70, 72 über S0 zur Ableitung 86.

[0046] Wenn sich die Schaltgruppe 106 in Pfeilrichtung (FIG. 7b) bewegt, gleitet der stationäre Kontakt 70, 72 weg von dem mittleren Schaltelement S0 und kontaktiert

zunächst die Zunge 110. Dabei lenkt die Zunge 110 des ersten äußeren Schaltelements S1 aus. Hier wird nun die leitende Verbindung zwischen 70, 72 getrennt und der Strom fließt vom Kontakt 70, 72 über die Zunge 110 und den Vakuumschalter 108 zum Abgriff 68. Hierdurch wird der Stellhebel 112 dieses Schaltelements S1 nach oben gedreht, wobei es das Betätigungselement 114 des Vakuumschalters 108 nach oben schiebt (FIG. 7c), womit diese geöffnet wird. Da nun kein Strom fließt kann 70, 72 von 110 gelöst werden. Dieses öffnen erfolgt durch den Vakuumschalter 108 im abgekapseltem Raum und somit gasfrei zum Ölmedium. FIG. 7d zeigt den Vorwähler 104 in komplett geöffneter Stellung zwischen den stationären Kontakten 70, 72.

[0047] Die Erfindung ist nicht auf die oben beschriebenen Ausführungsformen beschränkt, sondern kann innerhalb des Schutzbereichs der nachfolgenden Ansprüche variiert werden.

Patentansprüche

1. Schaltanordnung (15) für einen Leistungstransformator (10, 40), der eine erste und zweite Wicklung (12, 14) aufweist, aufweisend

- einen Vorwähler (28), der derart ausgebildet ist, die erste Wicklung (12) wahlweise mit einem der beiden Endkontakte (30, 32) der zweiten Wicklung (14) zu verbinden;
- einen ersten Schalter (42), der in der Verbindung zwischen dem Vorwähler (28) und der ersten Wicklung (12) angeordnet ist, wobei die erste Wicklung (12) über eine Reihenschaltung des ersten Schalters (42) und des Vorwählers (28) mit einem ersten Ende (30) oder einem zweiten Ende (32) der zweiten Wicklung (14) verbindbar ist;
- eine Polungsschaltung (34), die durch einen Polungswiderstand (34) gebildet ist;
- einen zweiten Schalter (46), der in die Verbindung der Polungsschaltung (34) mit der ersten Wicklung (12) schaltbar/geschaltet ist;

wobei

- die Schaltanordnung (15) derart eingerichtet ist, vor einem Umschalten des Vorwählers (28) einen Punkt (K) an der ersten Wicklung (12) von einem Feinwähler (17) anzufahren und die erste Wicklung (12) mit einem Lastabgriffspunkt (19) zu verbinden, den ersten Schalter (42) zu öffnen und erst nach dem Umschalten des Vorwählers (28) den ersten Schalter (42) wieder zu schließen; und wobei
- die Polungsschaltung (34) derart konzipiert ist, einen Mittenabgriff (44) der zweiten Wicklung (14) während des Umschaltens des Vorwählers

(28) mit der ersten Wicklung (12) und dem Lastabgriffspunkt (19) zu verbinden, indem der zweite Schalter (46) vor dem Öffnen des ersten Schalters (42) geschlossen wird und der zweite Schalter (46) erst dann wieder geöffnet wird, wenn der Vorwähler (28) umgeschaltet hat und der erste Schalter (42) wieder geschlossen ist.

2. Schaltanordnung (15) nach dem vorigen Anspruch, wobei

- der erste Schalter (74) ein Vakuumschalter (76, 80) ist oder einen Vakuumschalter (76, 80) enthält, und wobei
- der erste Schalter (74) durch eine Parallelschaltung (78) eines Lastschalters (82) mit dem Vakuumschalter (80) gebildet ist.

3. Schaltanordnung (15) nach Anspruch 1, wobei

- der erste Schalter (74) durch eine Diodenschaltung (96, 98) gebildet ist oder eine Diodenschaltung (96, 98) enthält.

4. Schaltanordnung (15) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei

- der mit der ersten Wicklung (12) verbundene Teil des ersten Schalters (74) über einen Varistor (86) und/oder einen Kondensator und/oder Widerstand geerdet ist.

5. Schaltanordnung (15) nach einem der Ansprüche 1, 2 oder 4 wobei

- der erste Schalter (42) und der zweite Schalter (46) als Vakuumschalter (42, 46) ausgebildet sind.

6. Schaltanordnung (15) nach dem vorigen Anspruch, wobei

- die beiden Vakuumschalter (42, 46) gekoppelt sind.

7. Schaltanordnung (15) nach einem der zwei vorigen Ansprüche, wobei

- ein mechanischer Schalter (48) in der Polungsschaltung (34, 44, 46, 48) angeordnet ist;
- der mechanische Schalter (48) mit dem Vorwähler (28) gekoppelt ist.

8. Regeltransformator (10, 40) mit einer Schaltanordnung (15) nach einem der vorhergehenden Ansprüche.

Claims

1. Switching arrangement (15) for a power transformer (10, 40) having a first and second winding (12, 14), comprising

- a preselector (28) adapted to selectively connect the first winding (12) to one of the two end contacts (30, 32) of the second winding (14);
 - a first switch (42) arranged in the connection between the preselector (28) and the first winding (12), wherein the first winding (12) is connectable to a first end (30) or a second end (32) of the second winding (14) via a series connection of the first switch (42) and the preselector (28);
 - a polarity circuit (34) formed by a polarity resistor (34);
 - a second switch (46) switchable/switched into connection of the polarity circuit (34) with the first winding (12);

wherein

- the switching arrangement (15) is designed, before the preselector (28) is switched over, to approach a point (K) on the first winding (12) of a fine selector (17) and to connect the first winding (12) to a load tap point (19), to open the first switch (42) and to close the first switch (42) again only after the preselector (28) has switched over; and wherein
 - said polarity circuit (34) is adapted to connect a center tap (44) of said second winding (14) to said first winding (12) and to a load tap point (19) during switching of said preselector (28) by closing said second switch (46) prior to opening said first switch (42) and opening said second switch (46) again only after said preselector (28) has switched and said first switch (42) is closed again.

2. Switching arrangement (15) according to the previous claim, wherein

- the first switch (74) is a vacuum switch (76, 80) or includes a vacuum switch (76, 80), and wherein
 - the first switch (74) is formed by a parallel connection (78) of a load switch (82) with the vacuum switch (80).

3. Switching arrangement (15) according to claim 1, wherein

- the first switch (74) is formed by a diode circuit (96, 98) or includes a diode circuit (96, 98).

4. Switching arrangement (15) according to any one of the preceding claims, wherein

- the part of the first switch (74) connected with the first winding (12) is earthed by way of a varistor (86) and/or a capacitor and/or a resistor.

5. Switching arrangement (15) according to one of the claims 1, 2 or 4, wherein

- the first switch (42) and the second switch (46) are formed as vacuum switches (42, 46).

6. Switching arrangement (15) according to the previous claim, wherein

- the two vacuum switches (42, 46) are coupled.

7. Switching arrangement (15) according to one of the two preceding claims, wherein

- a mechanical switch (48) is arranged in the polarity circuit (34, 44, 46, 48);
 - the mechanical switch (48) is coupled with the preselector (28).

8. Regulating transformer (10, 40) with a switching arrangement (15) according to any one of the preceding claims.

Revendications

1. Agencement de commutation (15) destiné à un transformateur de puissance (10, 40) comportant un premier enroulement et un second enroulement (12, 14) comprenant :

- un présélecteur (28) qui est réalisé de façon à relier sélectivement le premier enroulement (12) avec l'un des deux contacts terminaux (30, 32) du second enroulement (14),
 - un premier commutateur (42) qui est monté dans la liaison entre le présélecteur (28) et le premier enroulement (12), le premier enroulement (12) pouvant être relié par l'intermédiaire d'un montage en série du premier commutateur (42) et du présélecteur (28) avec une première extrémité (30) ou une seconde extrémité (32) du second enroulement (14),
 - un montage de polarité (34) qui est formé par une résistance de polarité (34),
 - un second commutateur (46) qui est branché / peut être branché dans la liaison du montage de polarité (34) avec le premier enroulement (12),
 - l'agencement de commutation (15) étant réalisé pour permettre de transférer avant une com-

- mutation du présélecteur (28) un point (K) sur le premier enroulement (12) par un sélecteur fin (17) et de relier le premier enroulement (12) à un point de prise de charge (19), d'ouvrir le premier commutateur (42), et uniquement après la commutation du présélecteur (28), de fermer à nouveau le premier commutateur (42), et
- le montage de polarité (34) étant conçu de façon à permettre de relier pendant la commutation du présélecteur (28) une prise médiane (44) du second enroulement (14) avec le premier enroulement (12) et le point de prise de charge (19) du fait que le second commutateur (46) est fermé avant l'ouverture du premier commutateur (42), et que le second commutateur (46) n'est à nouveau ouvert que lorsque le présélecteur (28) a été commuté et que le premier commutateur (42) est à nouveau fermé.
2. Agencement de commutation (15) conforme à la revendication précédente, dans lequel :
- le premier commutateur (74) est un commutateur à vide (76, 80) ou renferme un commutateur à vide (76, 80), et
 - le premier commutateur (74) est formé par un montage en parallèle (78) d'un commutateur de charge (82) avec le commutateur à vide (80).
3. Agencement de commutation (15) conforme à la revendication 1, dans lequel :
- le premier commutateur (74) est formé par un montage de diodes (96, 98) ou renferme un montage de diodes (96, 98).
4. Agencement de commutation (15) conforme à l'une des revendications précédentes dans lequel :
- la partie du premier commutateur (74) reliée au premier enroulement (12) est mise à la masse par l'intermédiaire d'un variateur (86) et/ou d'un condensateur et/ou d'une résistance.
5. Agencement de commutation (15) conforme à l'une des revendications 1, 2 ou 4, dans lequel le premier commutateur (42) et le second commutateur (46) sont réalisés sous la forme de commutateurs à vide (42, 46).
6. Agencement de commutation (15) conforme à la revendication précédente, dans lequel les deux commutateurs à vide (42, 46) sont couplés.
7. Agencement de commutation (15) conforme à l'une des deux revendications précédentes, dans lequel :
- un commutateur mécanique (48) est monté
- dans le montage de polarité (34, 44, 46, 48),
- le commutateur mécanique (48) est couplé au présélecteur (28).
8. Transformateur de réglage (10, 40) comprenant un agencement de commutation (15) conforme à l'une des revendications précédentes.

FIG. 1a

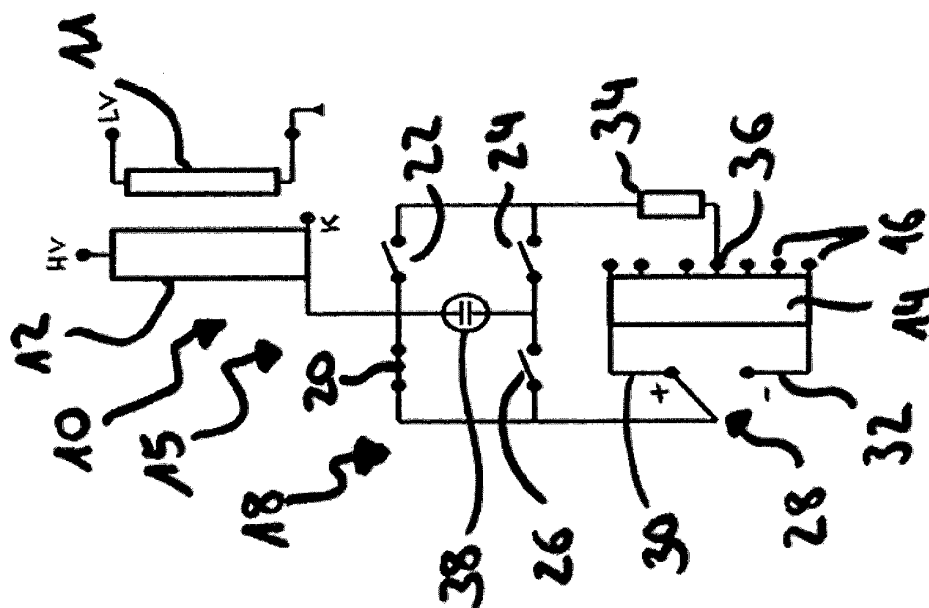


FIG. 1b

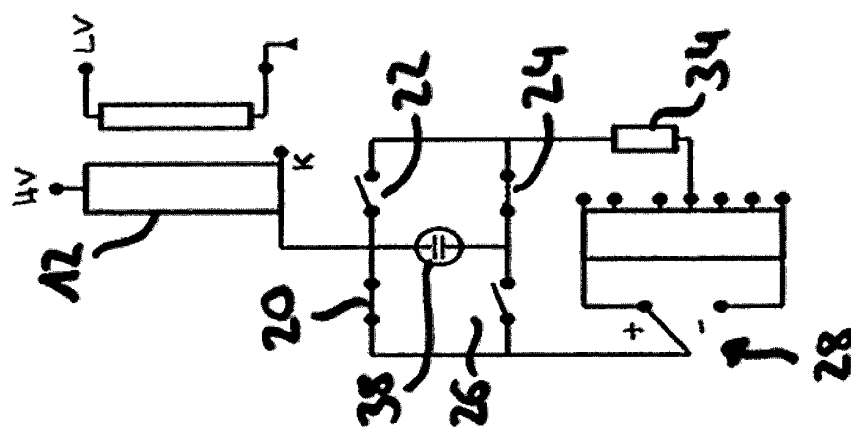


FIG. 1c

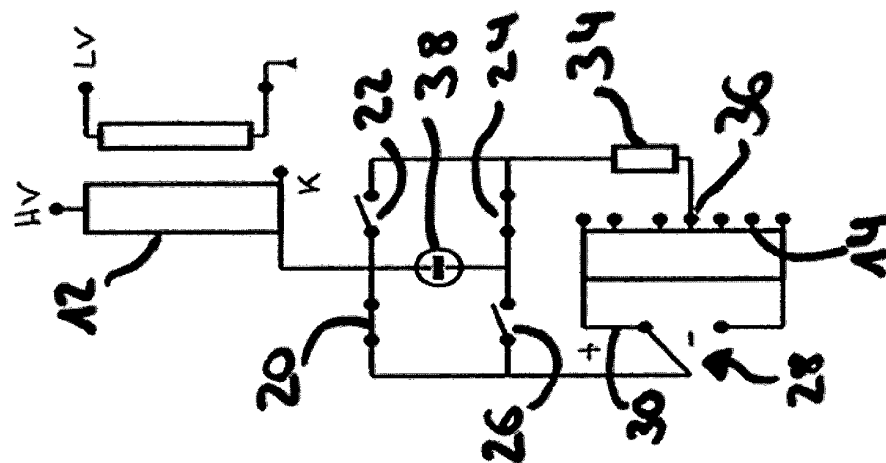


FIG. 1f

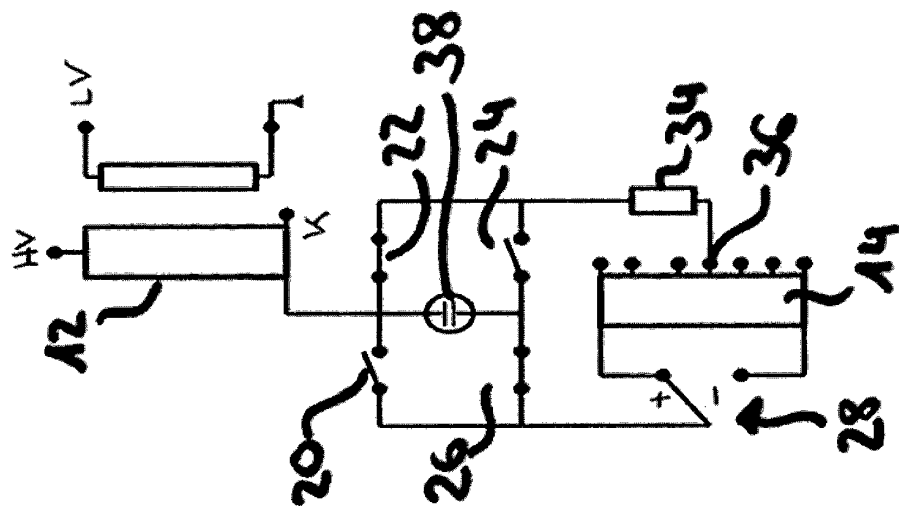


FIG. 1e

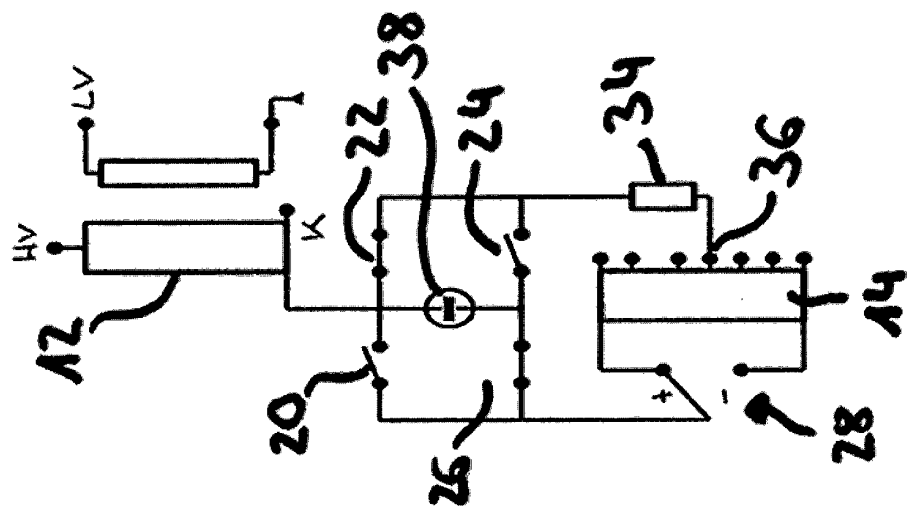


FIG. 1d

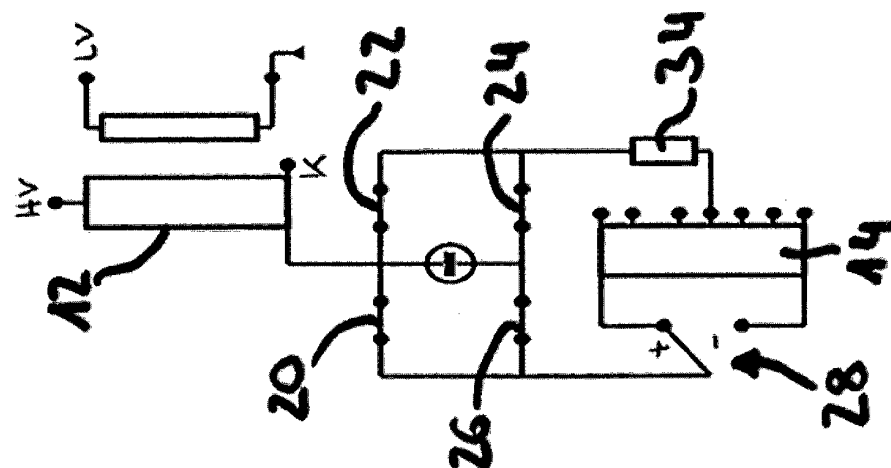


FIG. 1i

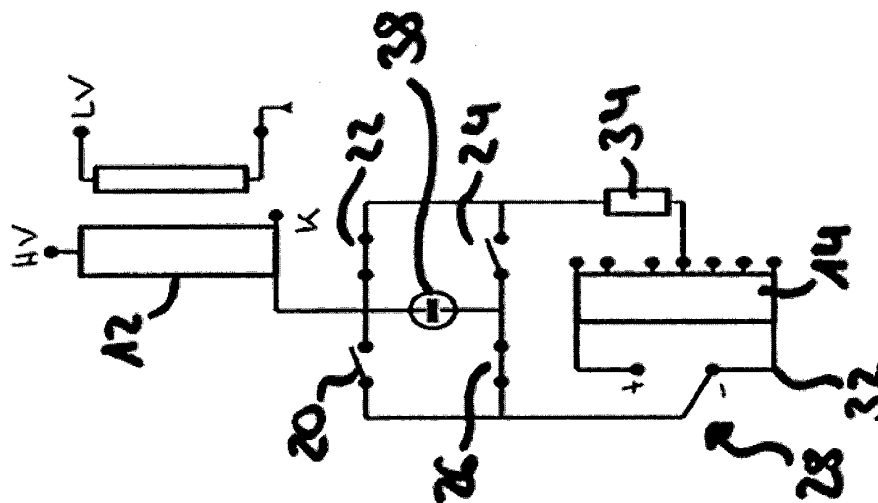


FIG. 1h

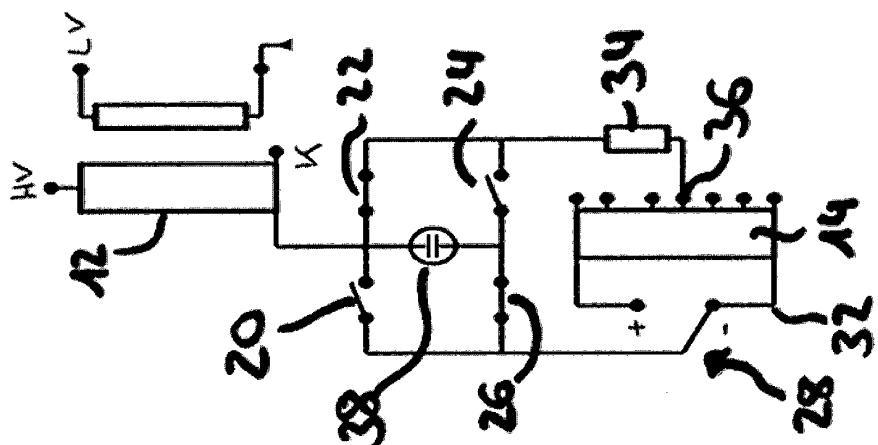


FIG. 1g

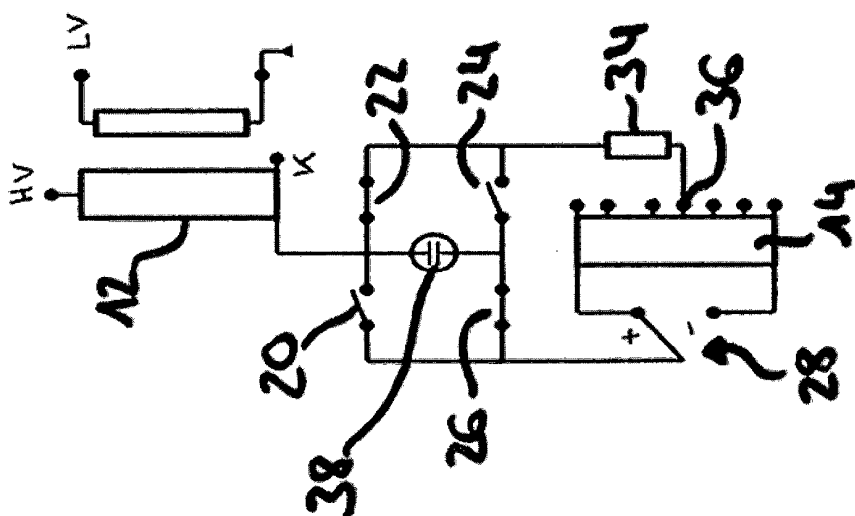


FIG. 1j

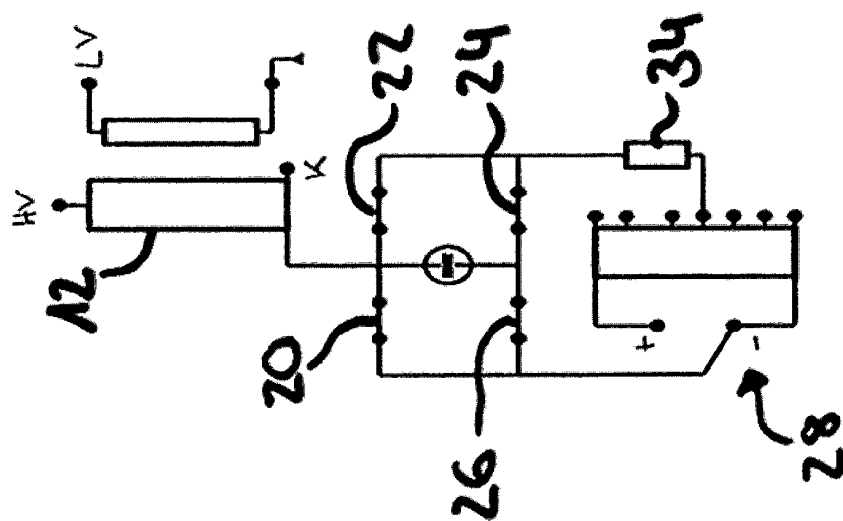


FIG. 1k

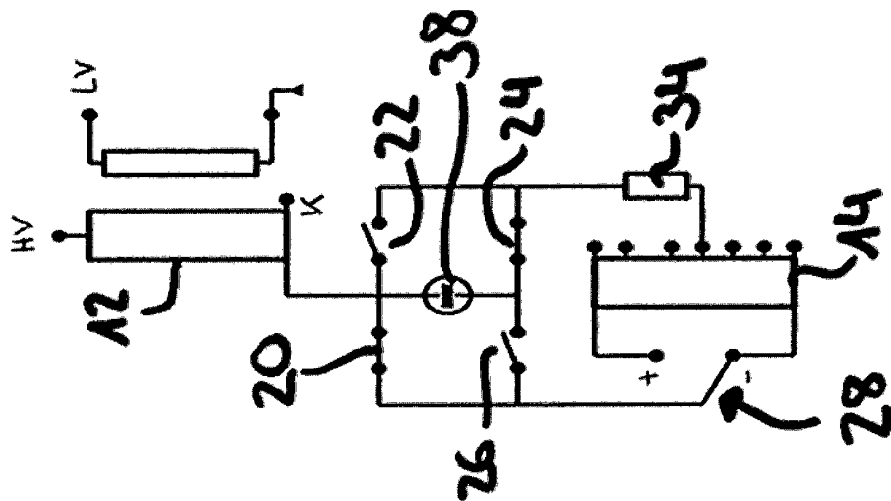


FIG. 1l

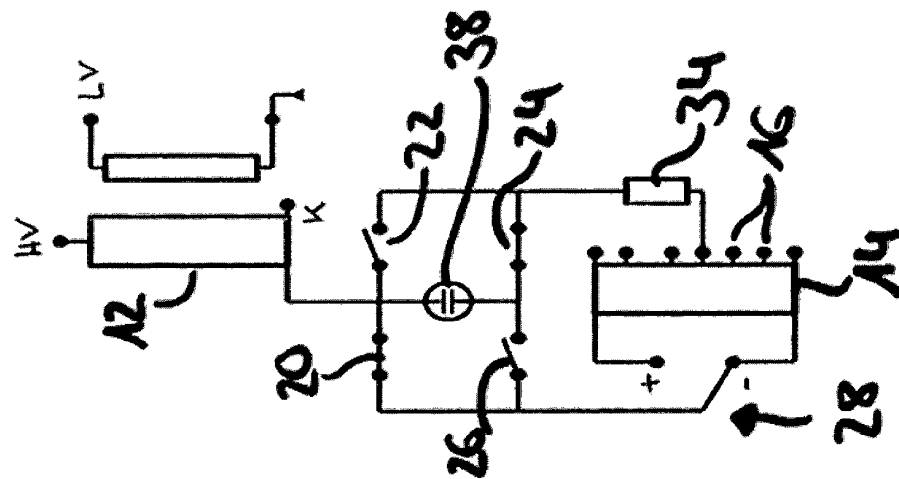


FIG. 1m

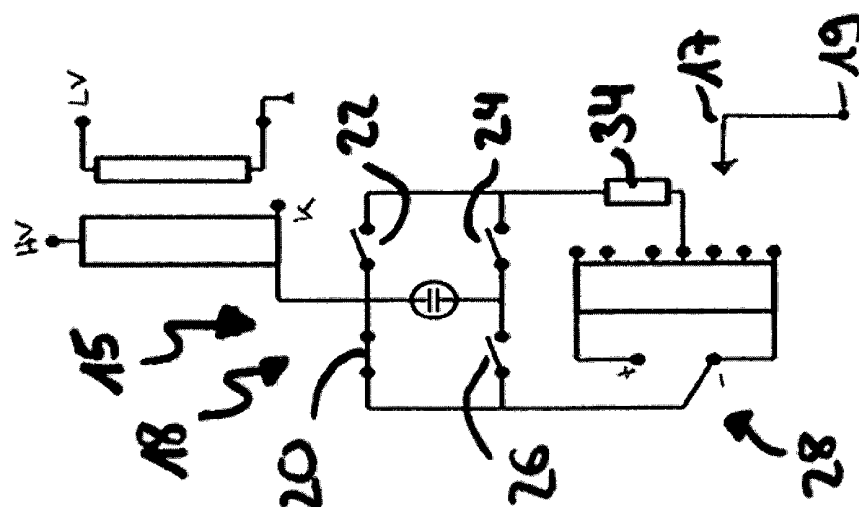


FIG. 2

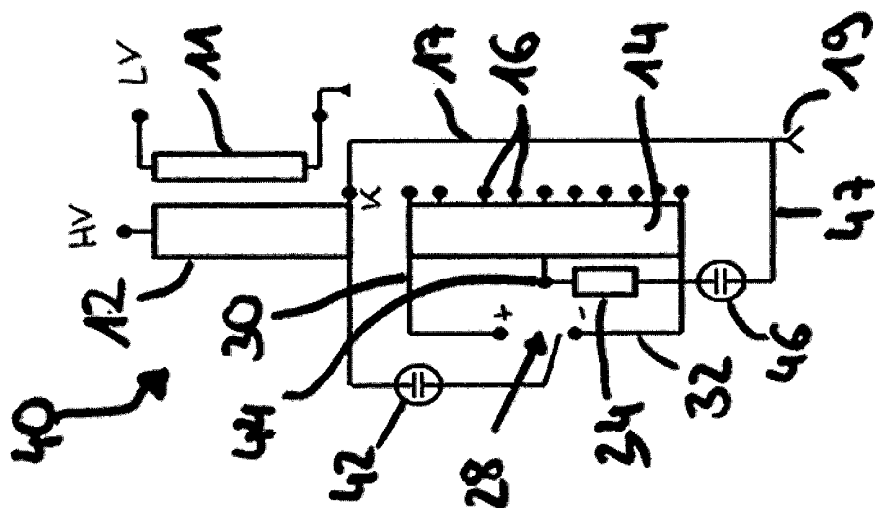


FIG. 3

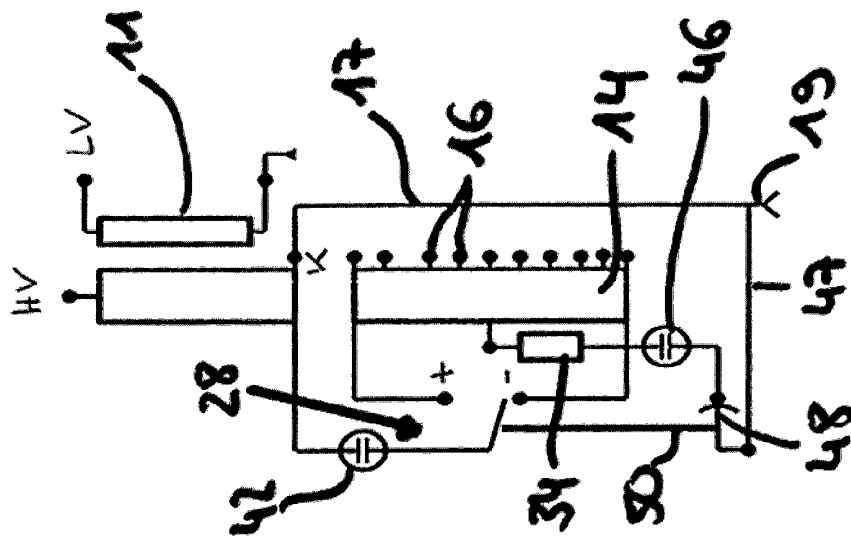


FIG. 4

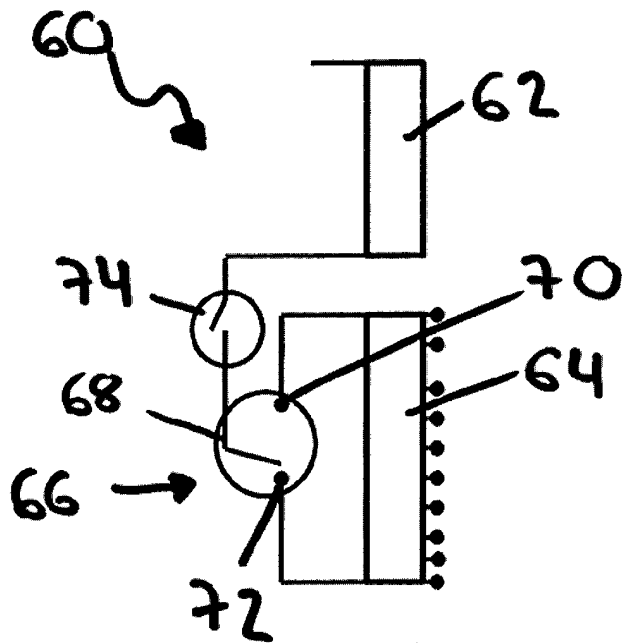


FIG. 5a

FIG. 5b

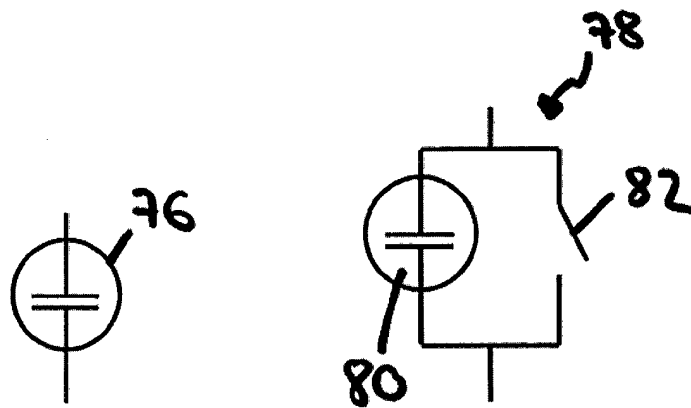


FIG. 5c

FIG. 5d

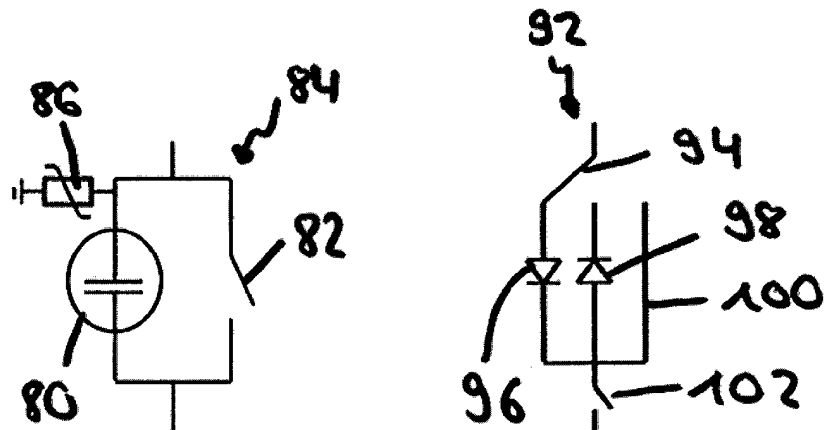


FIG. 6

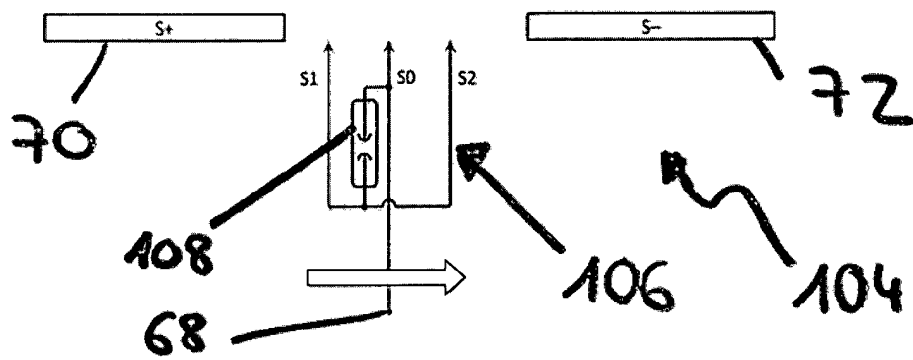


FIG. 7a

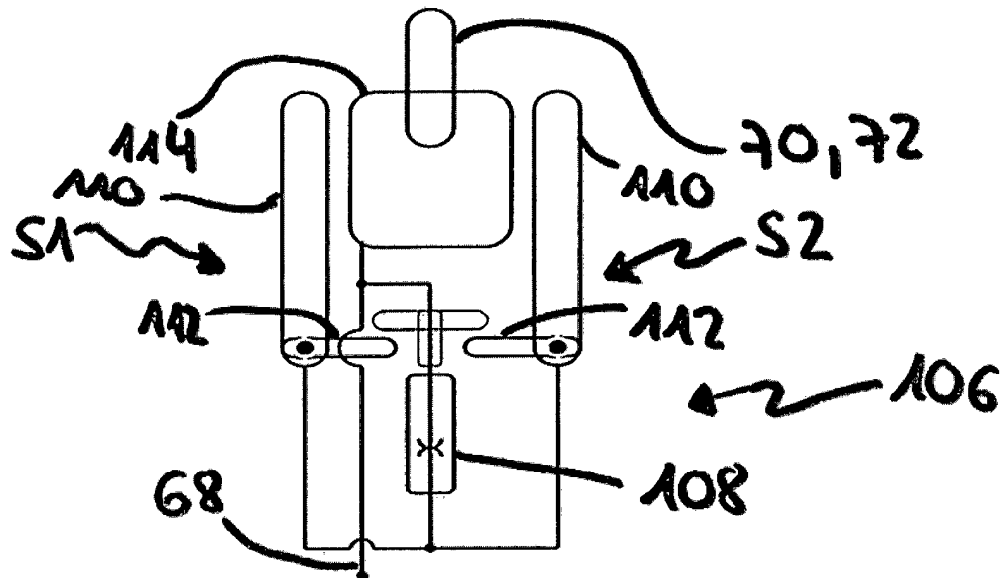


FIG. 7b

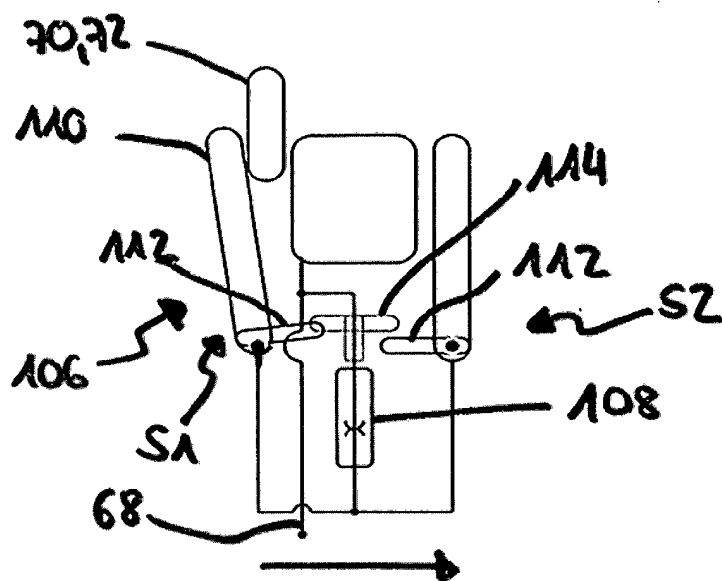


FIG. 7c

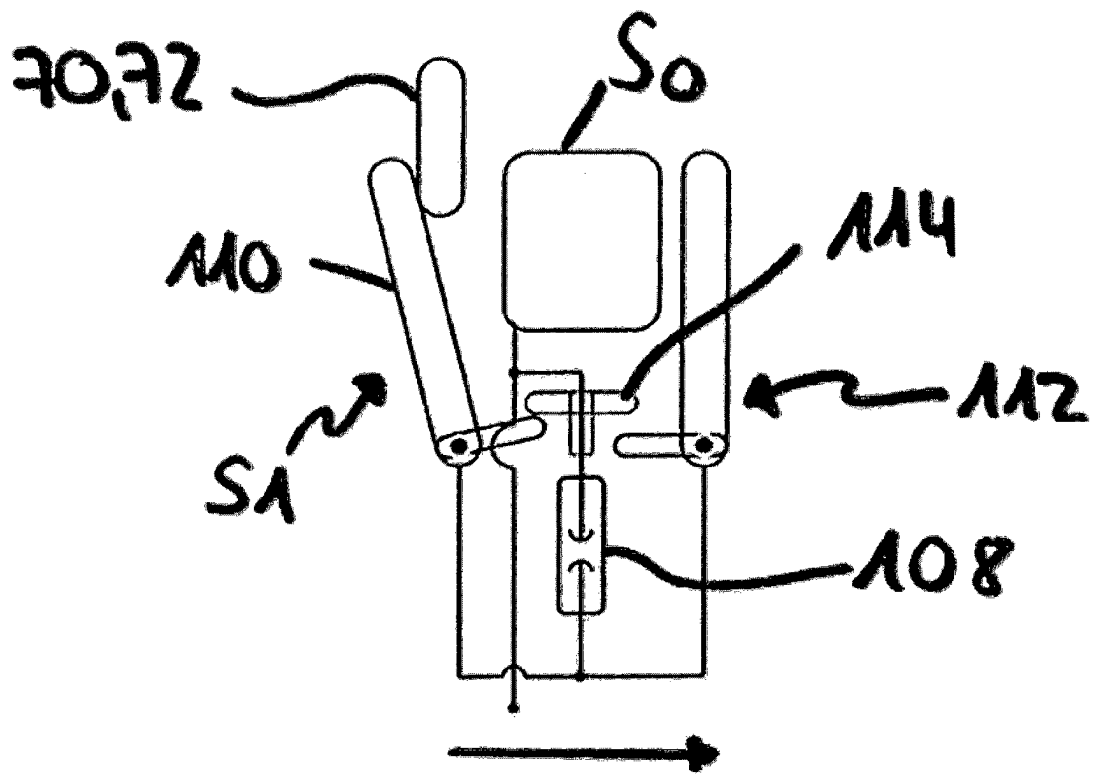
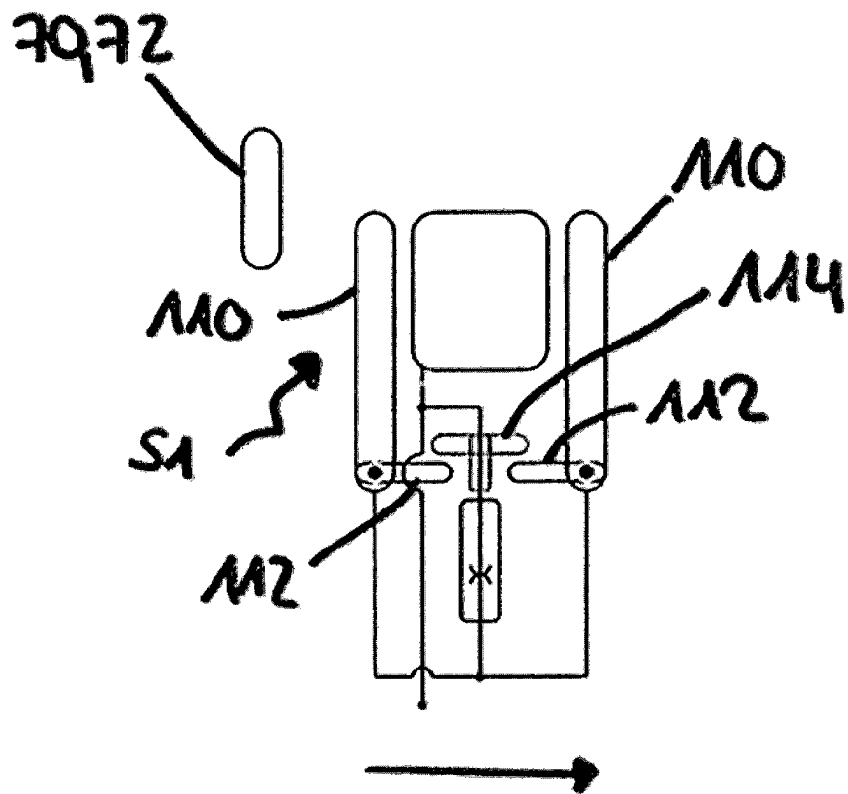


FIG. 7d



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

- DE 3224860 [0001]
- CN 102013815 A [0002]
- DE 1763020 B [0003]