

(19)



(11)

EP 2 647 022 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
01.04.2015 Patentblatt 2015/14

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

(21) Anmeldenummer: **11782556.2**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2011/005641

(22) Anmeldetag: **10.11.2011**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2012/072181 (07.06.2012 Gazette 2012/23)

(54) **STUFENSCHALTER UND VAKUUMSCHALTRÖHRE FÜR EINEN SOLCHEN STUFENSCHALTER**
TAP CHANGER AND VACUUM INTERRUPTER FOR A TAP CHANGER OF THIS KIND
CHANGEUR DE PRISE ET AMPOULE À VIDE POUR UN TEL CHANGEUR DE PRISE

(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: **30.11.2010 DE 102010053466**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
09.10.2013 Patentblatt 2013/41

(73) Patentinhaber:
• **Maschinenfabrik Reinhausen GmbH**
93059 Regensburg (DE)
• **Siemens Aktiengesellschaft**
80333 München (DE)

(72) Erfinder:
• **ALBRECHT, Wolfgang**
93173 Wenzenbach (DE)

- **HAMMER, Christian**
93059 Regensburg (DE)
- **HARTMANN, Werner**
91085 Weisendorf (DE)
- **KOSSE, Silvio**
91052 Erlangen (DE)
- **LAWALL, Andreas**
13505 Berlin (DE)
- **RENTZ, Roman**
12355 Berlin (DE)
- **STELZER, Andreas**
13505 Berlin (DE)
- **TEICHMANN, Jörg**
63755 Alzenau (DE)
- **WENZEL, Norbert**
91056 Erlangen (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A1- 2 085 995 EP-A1- 2 200 060
DE-A1-102007 004 530 DE-A1-102009 048 813

EP 2 647 022 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 Vakuumschaltröhren zur unterbrechungslosen Umschaltung zwischen Wicklungsanzapfungen eines Stufentransformators.

[0002] Die Erfindung betrifft weiterhin eine für einen solchen Stufenschalter besonders geeignete neuartige Vakuumschaltröhre.

[0003] Aus der DE 20 21 575 ist ein Stufenschalter bekannt, der insgesamt vier Vakuumschaltröhren pro Phase aufweist. In jedem der beiden Lastzweige sind jeweils eine Vakuumschaltröhre als Hauptkontakt und jeweils eine weitere Vakuumschaltröhre, in Reihenschaltung mit einem Überschaltwiderstand, als Widerstandskontakt vorgesehen.

[0004] Bei einer unterbrechungslosen Lastumschaltung von der bisherigen Wicklungsanzapfung n auf eine neue, vorgewählte Wicklungsanzapfung $n+1$ wird zunächst der Hauptkontakt der abschaltenden Seite geöffnet, darauf schließt der Widerstandskontakt der übernehmenden Seite, so dass zwischen den beiden Stufen n und $n+1$ ein durch die Überschaltwiderstände begrenzter Ausgleichsstrom fließt. Nachdem der bisher geschlossene Widerstandskontakt der abschaltenden Seite geöffnet hat, schließt dann der Hauptkontakt der übernehmenden Seite, so dass der gesamte Laststrom von der neuen Wicklungsanzapfung $n+1$ zur Lastableitung führt; die Umschaltung ist beendet.

[0005] In der nicht vorveröffentlichten DE 10 2009 048 813 ist ein weiterer Stufenschalter beschrieben, bei dem zusätzlich zwischen der elektrischen Verbindung der beiden Vakuumschaltröhren jedes Lastzweiges und der Lastableitung noch mechanische Schaltelemente vorgesehen sind.

[0006] Die bekannten Stufenschalter benötigen vier separate Vakuumschaltröhren pro Phase.

[0007] Nachteilig ist zunächst einmal der hohe Platzbedarf für diese Vakuumschaltröhren selbst sowie die dazugehörige Betätigungsmechanik. Zudem sind, bedingt durch den hohen Bauteileaufwand, solche bekannten Konstruktionen relativ teuer.

[0008] Aufgabe der Erfindung ist es, einen Stufenschalter anzugeben, der bei gleicher Funktionalität einfacher aufgebaut ist, bei dem die Schaltelemente weniger Platz benötigen, weiterhin preiswerter sind.

[0009] Weiterhin ist es Aufgabe der Erfindung, eine Vakuumschaltröhre anzugeben, die besonders vorteilhaft für einen solchen weiter entwickelten Stufenschalter verwendbar ist.

[0010] Dem erfindungsgemäßen Stufenschalter liegt die allgemeine Idee zugrunde, jeweils den Hauptkontakt in einem Lastzweig und den Widerstandskontakt im anderen Lastzweig zu einer einzigen Vakuumschaltröhre zu vereinigen.

[0011] Der erfindungsgemäßen Vakuumschaltröhre liegt darüber hinaus die allgemeine Idee zugrunde, durch die Kombination einer Bauform einer Röhre mit nur ei-

nem beweglichen Kontaktsystem und zwei alternativ, nach Art eines Umschalters, kontaktierbaren festen Kontakten die Funktionalität von zwei Röhren bei einem Stufenschalter zu kombinieren. Dabei ist die neuartige Vakuumschaltröhre einfach aufgebaut; sie besitzt insbesondere keine innenliegenden Kontaktdruckfedern oder Gleitkontakte. Besonders vorteilhaft bei der erfindungsgemäßen Vakuumschaltröhre ist das nur eine bewegliche Kontaktsystem, das wenig Platz einnimmt und eine nur einfache Betätigungsmechanik erfordert.

[0012] Vakuumschaltröhren mit zwei Kontaktstellen sind an sich bereits bekannt.

[0013] Die DE 3344376 betrifft eine Vakuumschaltröhre mit zwei elektrisch in Reihe geschalteten Kontaktpaaren in einem einzigen Vakuumraum, die gleichzeitig betätigbar sind.

[0014] Die DE 197 56 308 C1 betrifft eine ähnliche Vakuumschaltröhre mit zwei auf einer gemeinsamen Achse angeordneten Schaltstrecken, wobei innenliegende Kontaktdruckfedern vorgesehen sind. Die EP 0 258 614 B1 beschreibt die Kombination einer Vakuumschaltröhre und einer spezifischen Beschaltung an einem Stufenschalter. Hierbei sind mehrere Schaltstrecken in einem Vakuumraum angeordnet, was einen komplizierten Aufbau der Vakuumschaltröhre mit ringförmigen Festkontakten bedingt.

[0015] Die DE 10 2006 033 422 B3 schließlich beschreibt eine weitere Vakuumschaltröhre mit mehrfacher Funktionalität, wobei auch hier sowohl ringförmige Festkontakte als auch innenliegende Kontaktdruckfedern erforderlich sind.

[0016] Keine dieser bekannten Lösungen ist für einen erfindungsgemäßen Stufenschalter geeignet.

[0017] Die Erfindung soll nachfolgend beispielhaft an Hand von Zeichnungen noch näher erläutert werden.

[0018] Es zeigen:

- Figur 1 einen Stufenschalter nach dem Stand der Technik
- Figur 2 eine Umschaltsequenz eines solchen bekannten Stufenschalters
- Figur 3 eine erfindungsgemäße Vakuumschaltröhre
- Figur 4 einen erfindungsgemäßen Stufenschalter mit zwei erfindungsgemäßen Vakuumschaltröhren in schematischer Darstellung
- Figur 5 einen weiteren erfindungsgemäßen Stufenschalter

[0019] In Figur 1 ist ein bekannter Stufenschalter gezeigt. Er weist einen ersten Lastzweig auf, in dem sich eine als Hauptkontakt wirkende Vakuumschaltröhre $MS-V_a$ sowie parallel dazu ein Überschaltwiderstand R_a sowie eine als Widerstandskontakt wirkende Vakuumschaltröhre TTV_a befinden. Der zweite Lastzweig besitzt ganz analog eine Vakuumschaltröhre MSV_b sowie parallel dazu einen weiteren Überschaltwiderstand R_b und eine Vakuumschaltröhre TTV_b . Der bekannte Stufenschalter besitzt also zwei Vakuumschaltezellen pro Last-

zweig, mithin vier Vakuumschaltzellen pro Phase insgesamt.

[0020] Figur 2 zeigt die Schaltsequenz eines solchen bekannten Stufenschalters bei der Umschaltung von der Wicklungsanzapfung n auf die Wicklungsanzapfung n+1. Die Ausgangslage, bei der die Anzapfung n beschaltet ist, entspricht der in Figur 1 dargestellten Stellung der einzelnen Schaltelemente. Die Umschaltung erfolgt in folgenden Schritten:

- MSV_a öffnet
- TTV_b schließt
- TTV_a öffnet
- MSV_b schließt; die Umschaltung ist abgeschlossen.

[0021] Figur 3 zeigt eine erfindungsgemäß zusammengefasste Vakuumschaltröhre.

[0022] Dabei ist ein gemeinsames, die gesamte Vakuumschaltröhre umschließendes Gehäuse 1 vorgesehen. Zentrisch in der rotationssymmetrischen Längsachse s1 ist ein oberer beweglicher Stößel 2 und am entgegengesetzten Ende ist ein unterer fester Kontaktanschluss 3 vorgesehen. Der bewegliche Stößel 2 trägt an seinem inneren freien Ende ein bewegliches Kontaktstück 4. Der feste untere Kontaktanschluss 3 trägt seinerseits ein festes Kontaktstück 5. Oberhalb des beweglichen Kontaktstückes 4 ist eine umlaufende ringförmige feststehende Kontaktanordnung 6 vorgesehen, die sich senkrecht zur rotationssymmetrischen Längsachse s1 in der hier waagrecht dargestellten Ebene s2 befindet. An der Kontaktanordnung 6 ist ein fester Kontakt 8 befestigt, der beispielsweise angelötet ist. Dieser feste Kontakt 8 ist in einer Endstellung des beweglichen Stößels 2 von dessen Kontaktstück 4 beschaltbar. In der anderen Endstellung beschaltet dieses Kontaktstück 4 das feststehende Kontaktstück 5 des unteren Kontaktanschlusses 3. Das bewegliche Kontaktstück 4 kann also nach Art eines Umschalters wahlweise sowohl den feststehenden Kontakt 8 als auch das feststehende Kontaktstück 5 beschalten. Dargestellt sind Balg 7 sowie obere und untere Keramik 9, 10 sowie im Inneren des Gehäuses 1 ein oberer Dampfschirm 11 und ein unterer Dampfschirm 12.

[0023] Insgesamt werden beim erfindungsgemäßen Stufenschalter mit erfindungsgemäßen Vakuumschaltröhren mehrere Vorteile erreicht: Die Zahl der notwendigen Vakuumschaltröhren wird de facto halbiert; entsprechend geringer ist der notwendige Platzbedarf für diese Schaltelemente. Die Kosten sinken ebenfalls. Dies wird durch die erfindungsgemäße verwendete Vakuumschaltröhre erreicht, die als "Tandemröhre" ausgebildet ist und zwar zwei separate schaltende Kontakte, aber nur ein einziges bewegliches Kontaktsystem enthält.

[0024] Dabei ist die erfindungsgemäße Vakuumschaltröhre einfach aufgebaut; im Gegensatz zu den aus dem Stand der Technik bekannten Lösungen benötigt sie weder innerliegende Kontaktdruckfedern noch komplizierte Betätigungsmechanismen oder spezielle, filigrane Kontaktausbildungen.

[0025] Figur 4 zeigt in schematischer Darstellung einen Stufenschalter mit zwei Lastzweigen, wie er in Figur 1 und 2 bereits erläutert worden ist. Es ist zu sehen, dass hier erfindungsgemäß die als Hauptkontakt wirkende Vakuumschaltröhre MSVa des ersten Lastzweiges und die als Widerstandskontakt wirkende Vakuumschaltröhre TTVb des zweiten Lastzweiges in einer ersten erfindungsgemäßen Vakuumschaltröhre V1 vereinigt sind. Ebenso sind erfindungsgemäß die als Hauptkontakt wirkende Vakuumschaltröhre MSVb des zweiten Lastzweiges und die als Widerstandskontakt wirkende Vakuumschaltröhre TTVa des ersten Lastzweiges in einer zweiten erfindungsgemäßen Vakuumschaltröhre V2 vereinigt.

[0026] Dies geschieht derart, dass bei der ersten erfindungsgemäßen Vakuumschaltröhre V1 beispielsweise die Kontaktstrecke zwischen festem Kontaktstück 5 und beweglichem Kontaktstück 4 die Funktion der MSVa übernimmt, während die Kontaktstrecke zwischen festem Kontakt 8 und beweglichem Kontaktstück 4 die Funktion der TTVb übernimmt. Ganz analog übernimmt bei der zweiten erfindungsgemäßen Vakuumschaltröhre V2 beispielsweise die Kontaktstrecke zwischen festem Kontaktstück 5 und beweglichem Kontaktstück 4 die Funktion der MSVb übernimmt, während die Kontaktstrecke zwischen festem Kontakt 8 und beweglichem Kontaktstück 4 die Funktion der TTVa übernimmt. Natürlich sind im Rahmen der Erfindung auch andere Beschaltungen der Kontaktstrecken der beiden Vakuumschaltröhren V1, V2 möglich.

[0027] Figur 5 zeigt einen weiteren erfindungsgemäßen Stufenschalter, bei dem zusätzlich mechanische Schaltelemente (MDC_a, MDC_b) vorgesehen sind, die zur galvanischen Trennung des nicht den Laststrom führenden Lastzweiges dienen.

[0028] Der Vorteil der Erfindung besteht bei allen Ausführungsformen darin, dass nur zwei Vakuumschaltröhren mit jeweils nur einem beweglichen, anzutreibenden Kontaktstück erforderlich sind, um insgesamt vier separate Kontakte in den beiden Lastzweigen zu ersetzen.

Patentansprüche

1. Stufenschalter zur unterbrechungslosen Umschaltung zwischen Wicklungsanzapfungen eines Stufentransformators, wobei für jede zu schaltende Phase zwei Lastzweige vorgesehen sind, wobei jeder Lastzweig einen als Hauptkontakt wirkenden Vakuumschaltskontakt (MSV) und parallel dazu eine Reihenschaltung aus einem Überschaltwiderstand (R) und jeweils einem weiteren als Widerstandskontakt wirkenden Vakuumschaltskontakt (TTV) aufweist und wobei beide Lastzweige mit einer gemeinsamen Lastableitung verbunden sind oder mittels mechanischer Schaltelemente verbindbar ist,

dadurch gekennzeichnet,

dass der als Hauptschaltkontakt (MSVa) wirkende Vakuumschaltkontakt des ersten Lastzweiges und der als Widerstandskontakt (TTVb) wirkende Vakuumschaltkontakt des zweiten Lastzweiges baulich zu einer einzigen ersten Vakuumschaltröhre (V1) mit einem beweglichen Kontakt (4) und von diesem wahlweise beschaltbaren zwei festen Kontakten (5, 8) vereinigt sind,
 dass der als Hauptschaltkontakt (MSVb) wirkende Vakuumschaltkontakt des zweiten Lastzweiges und der als Widerstandskontakt (TTVa) wirkende Vakuumschaltkontakt des ersten Lastzweiges baulich zu einer einzigen zweiten Vakuumschaltröhre (V2) mit einem beweglichen Kontakt (4) und von diesem wahlweise beschaltbaren zwei festen Kontakten (5, 8) vereinigt sind und dass die beweglichen Kontakte (4) beider Vakuumschaltröhren (V1, V2) mit der gemeinsamen Lastableitung (LA) verbunden sind oder mittels mechanischer Schaltelemente (MDC_a, MDC_b) verbindbar sind.

2. Verwendung einer Vakuumschaltröhre für einen Stufenschalter nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet,

dass ein gemeinsames, die gesamte Vakuumschaltröhre umschließendes Gehäuse (1) vorgesehen ist, dass zentrisch in einer rotationssymmetrischen Längsachse (s1) ein oberer beweglicher Stößel (2) und am entgegengesetzten Ende ein unterer fester Kontaktanschluss (3) vorgesehen sind, dass der bewegliche Stößel (2) an seinem inneren freien Ende ein bewegliches Kontaktstück (4) und der feste untere Kontaktanschluss (3) an seinem inneren freien Ende ein festes Kontaktstück (5) trägt, und dass an der dem festen Kontaktstück (5) abgewandten Seite des beweglichen Kontaktstückes (4) eine feststehende Kontaktanordnung (6) mit einem weiteren festen Kontakt (8) vorgesehen ist, derart, dass durch das bewegliche Kontaktstück (4) wahlweise festes Kontaktstück (5) oder fester Kontakt (8) beschaltbar sind.

3. Verwendung einer Vakuumschaltröhre für einen Stufenschalter nach Anspruch 2,

dadurch gekennzeichnet,

die sich die feststehende Kontaktanordnung (6) mit dem weiteren festen Kontakt senkrecht zur rotationssymmetrischen Längsachse (s1) in einer weiteren Ebene (s2) befindet,

4. Verwendung einer Vakuumschaltröhre für einen Stufenschalter nach Anspruch 2 oder 3,

dadurch gekennzeichnet,

dass die feststehende Kontaktanordnung (6) als zumindest teilweise umlaufende ringförmige Kontaktanordnung ausgebildet ist.

Claims

1. Tap changer for uninterrupted switching over between winding taps of a tapped transformer, wherein two load branches are provided for each phase to be switched, wherein each load branch comprises a vacuum switching contact (MSV), which acts as a main contact, and in parallel thereto a series connection of a switch-over resistance (R) and a respective further vacuum switching contact (TTV), which acts as a resistance contact, and wherein the two load branches are connected with a common load diverter or are connectible by means of mechanical switching elements, **characterised in that** the vacuum switching contact (MSVa), which acts as main switching contact (TTVb), of the first load branch and the vacuum switching contact, which acts as resistance contact, of the second load branch are constructionally combined to form a single first vacuum switching tube (V1) with a movable contact (4) and two fixed contacts (5, 8) selectably connectible by this, and the vacuum switching contact (MSVb), which acts as main switching contact (TTVa), of the second load branch and the vacuum switching contact, which acts as resistance contact, of the first load branch are constructionally combined to form a single second vacuum switching tube (V2) with a movable contact (4) and two fixed contacts (5, 8) selectably connectible by this, and the movable contacts (4) of the two vacuum switching tubes (V1, V2) are connected with the common load diverter (LA) or are connectible by means of mechanical switching elements (MDC_a, MDC_b).
2. Use of a vacuum switching tube for a tap changer according to claim 1, **characterised in that** a common housing (1) enclosing the entirety of vacuum switching tubes is provided, an upper, movable plunger (2) is provided centrally in a rotationally symmetrical longitudinal axis (s1) and a lower fixed contact terminal (3) is provided at the opposite end, the movable plunger (2) carries a movable contact member (4) at its inner free end and the fixed lower contact terminal (3) carries a fixed contact member (5) at its inner free end and a stationary contact arrangement (6) with a further fixed contact (8) is provided at the side of the movable contact member (4) remote from the fixed contact member (5) in such a manner that selectably the fixed contact member (5) or fixed contact (8) is connectible by the movable contact member (4).
3. Use of a vacuum switching tube for a tap changer according to claim 2, **characterised in that** the sta-

tionary contact arrangement (6) together with the further fixed contact is disposed perpendicularly to the rotationally symmetrical longitudinal axis (s1) in a further plane (s2).

4. Use of a vacuum switching tube for a tap changer according to claim 2 or 3, **characterised in that** the stationary contact arrangement (6) is constructed as an at least partly encircling annular contact arrangement.

Revendications

1. Commutateur à gradins pour permettre d'effectuer une commutation sans interruption entre des prises d'enroulement d'un transformateur à gradins, dans lequel

pour chacune des phases à commuter, il est prévu deux branches de charge, chacune de ces branches de charge comprend un contact de commutation à vide (MSV) faisant office de contact principal, et parallèlement à ce contact un montage en série d'une résistance de passage (IR) et d'un autre contact de commutation à vide (TTV) respectif faisant office de contact à résistance, et

les deux branches de charge sont reliées à une dérivation de charge commune ou peuvent être reliées au moyen d'éléments de commutation mécaniques, **caractérisé en ce que**

le contact de commutation à vide de la première branche de charge faisant office de contact de commutation principal (MSVa) et le contact de commutation à vide de la seconde branche de charge faisant office de contact à résistance (TTVb) sont réunis en un ensemble de construction comprenant un seul premier tube de commutation à vide (V1) avec un contact mobile (4) et deux contacts fixes (5, 8) pouvant être sélectivement raccordés à celui-ci, le contact de commutation à vide de la seconde branche de charge faisant office de contact de commutation principal (MSVb) et le contact de commutation à vide de la première branche de charge faisant office de contact à résistance (TTVa) sont réunis en un ensemble de construction comprenant un seul second tube de commutation à vide (V2) avec un contact mobile (4) et deux contacts fixes (5, 8) pouvant être raccordés à celui-ci, et les contacts mobiles (4) des deux tubes de commutation à vide (V1, V2) sont reliés à la dérivation de charge commune (LA) ou peuvent être reliés au moyen d'éléments de commutation mécaniques (MDCa, MDCb).

2. Utilisation d'un tube de commutation à vide pour un commutateur à gradins conforme à la revendication 1,

caractérisée en ce qu'

il est prévu un boîtier commun (1) entourant la totalité des tubes de commutation à vide, dans une position centrale sur un axe longitudinal (s1) présentant une symétrie de rotation sont prévus un coulisseau mobile supérieur (2) et à l'extrémité opposée une borne de contact fixe inférieure (3), le coulisseau mobile (2) porte à son extrémité interne libre une pièce de contact mobile (4) et la borne de contact inférieure fixe (3) porte à son extrémité interne libre une pièce de contact fixe (5), et sur la face de la pièce de contact mobile (4) située à l'opposé de la pièce de contact fixe (5) est prévu un dispositif de contact stationnaire (6) avec un autre contact fixe (8) de sorte que par la pièce de contact mobile (4) on puisse sélectivement raccorder la pièce de contact fixe (5) ou le contact fixe (8).

3. Utilisation d'un tube de commutation à vide pour un commutateur à gradins conforme à la revendication 2,

caractérisée en ce que

le dispositif de contact stationnaire (6) est situé avec l'autre contact fixe dans un autre plan (s2) perpendiculaire à l'axe longitudinal présentant une symétrie de rotation (s1).

4. Utilisation d'un tube de commutation à vide pour un commutateur à gradins conforme à la revendication 2 ou 3,

caractérisée en ce que

le dispositif de contact stationnaire (6) est réalisé sous la forme d'un dispositif de contact annulaire au moins partiellement de révolution.

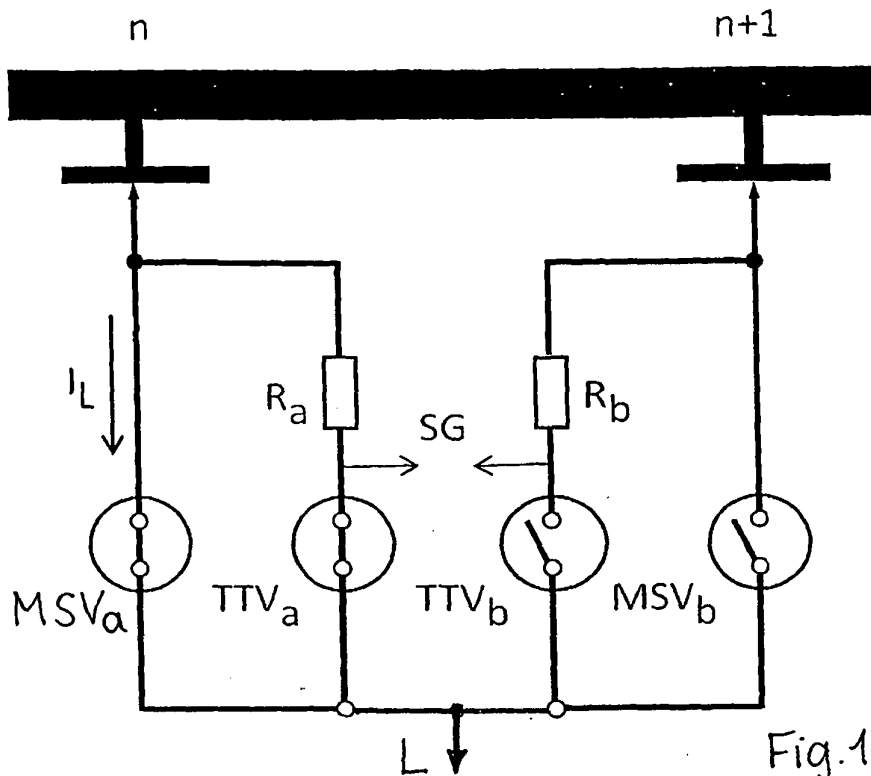


Fig.1
-St.d.T.-

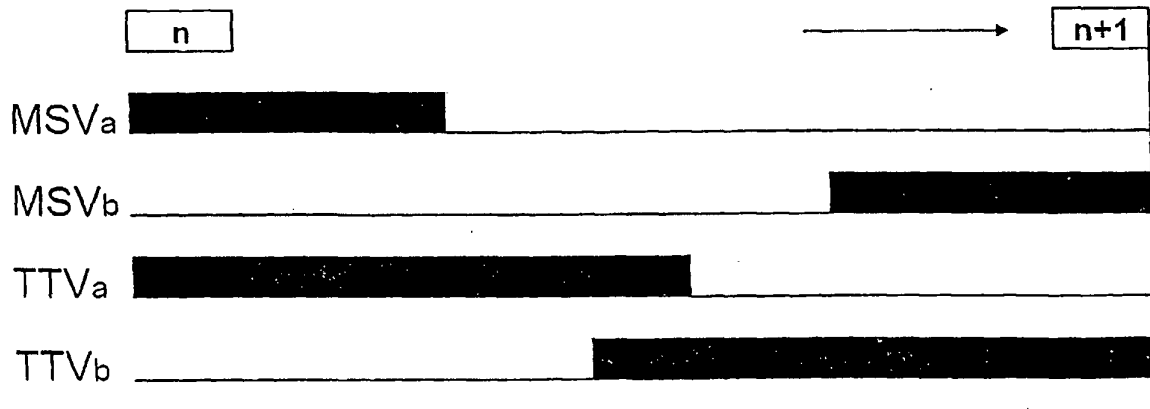


Fig.2
-St.d.T.-

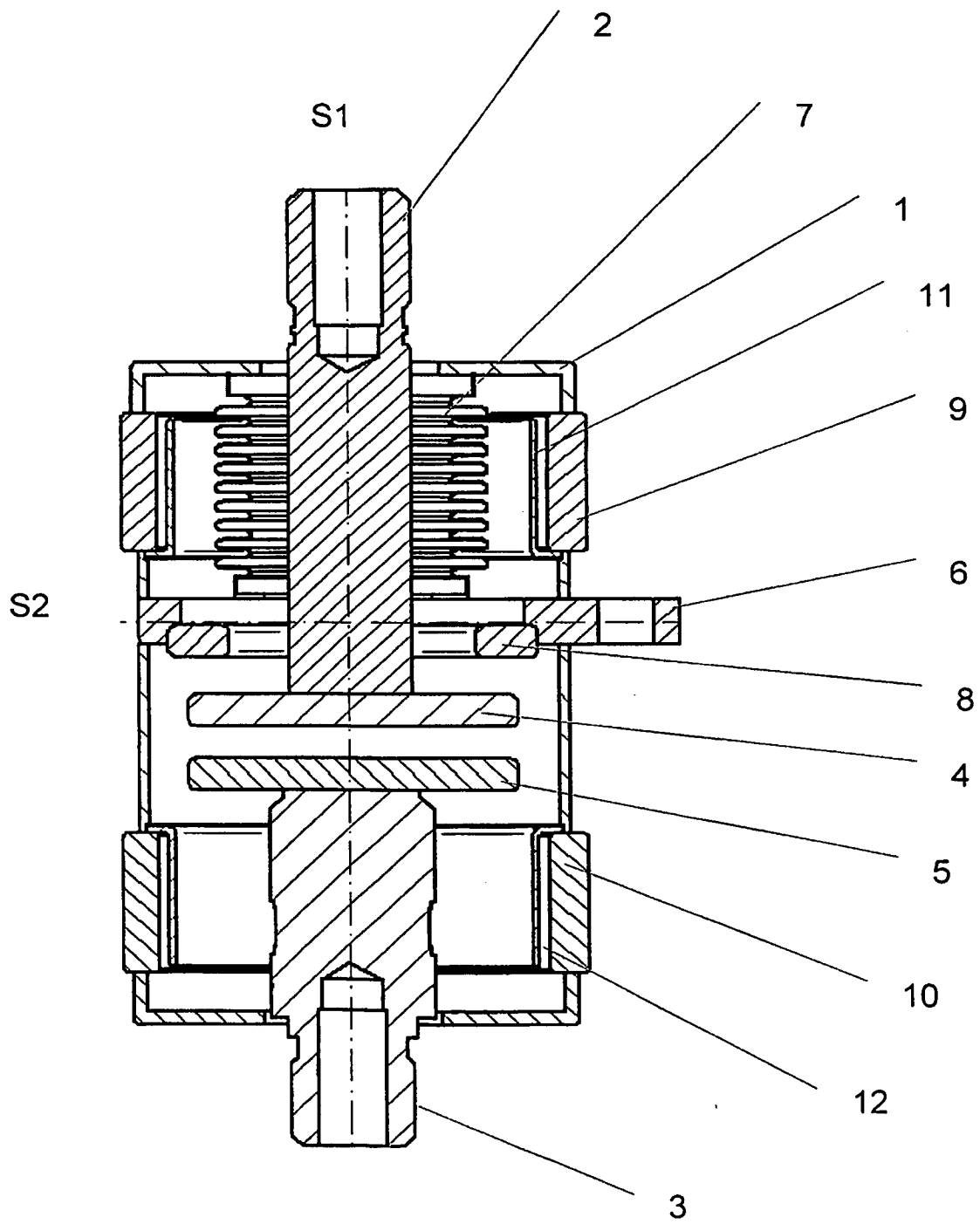


Fig.3

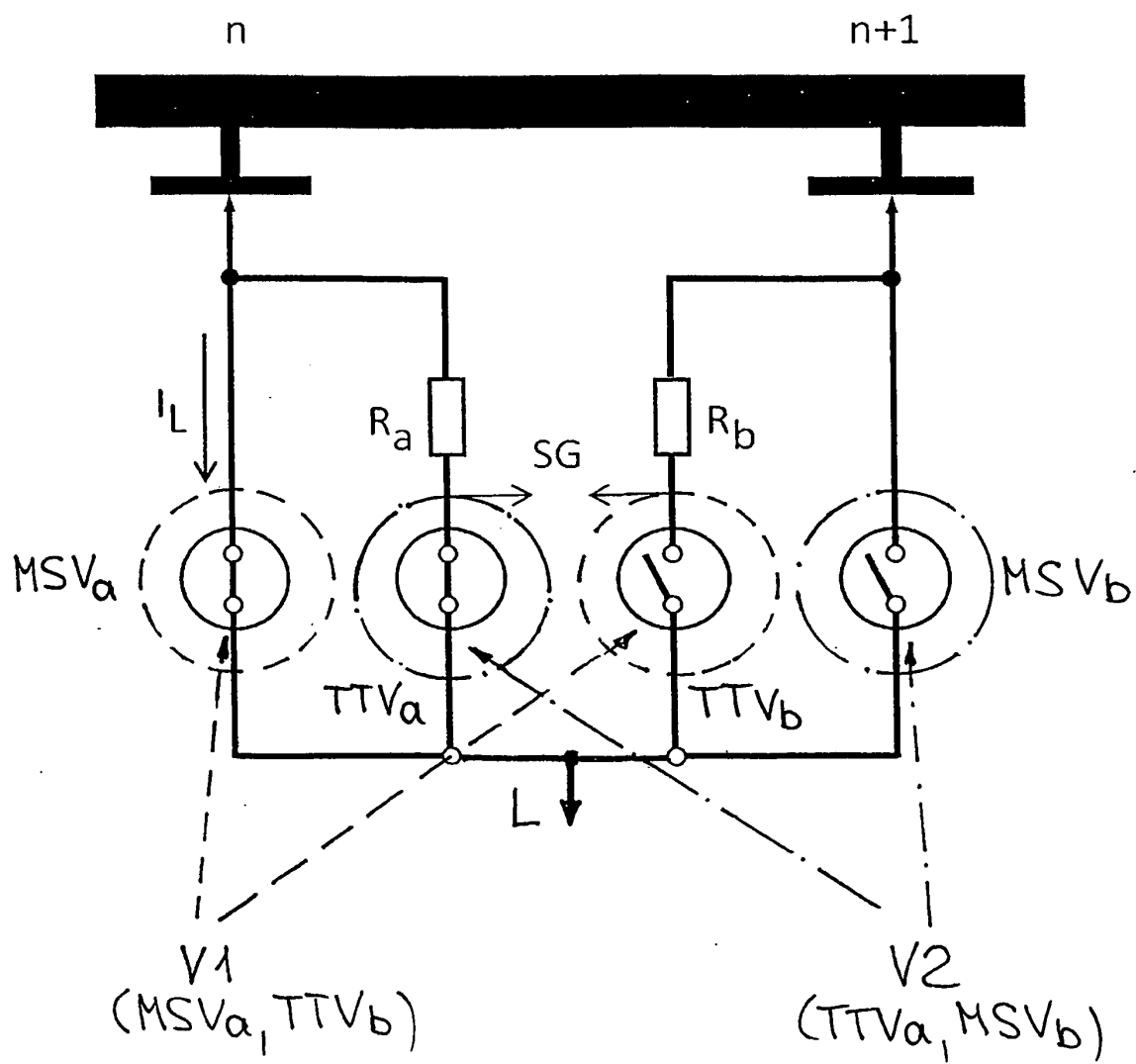


Fig. 4

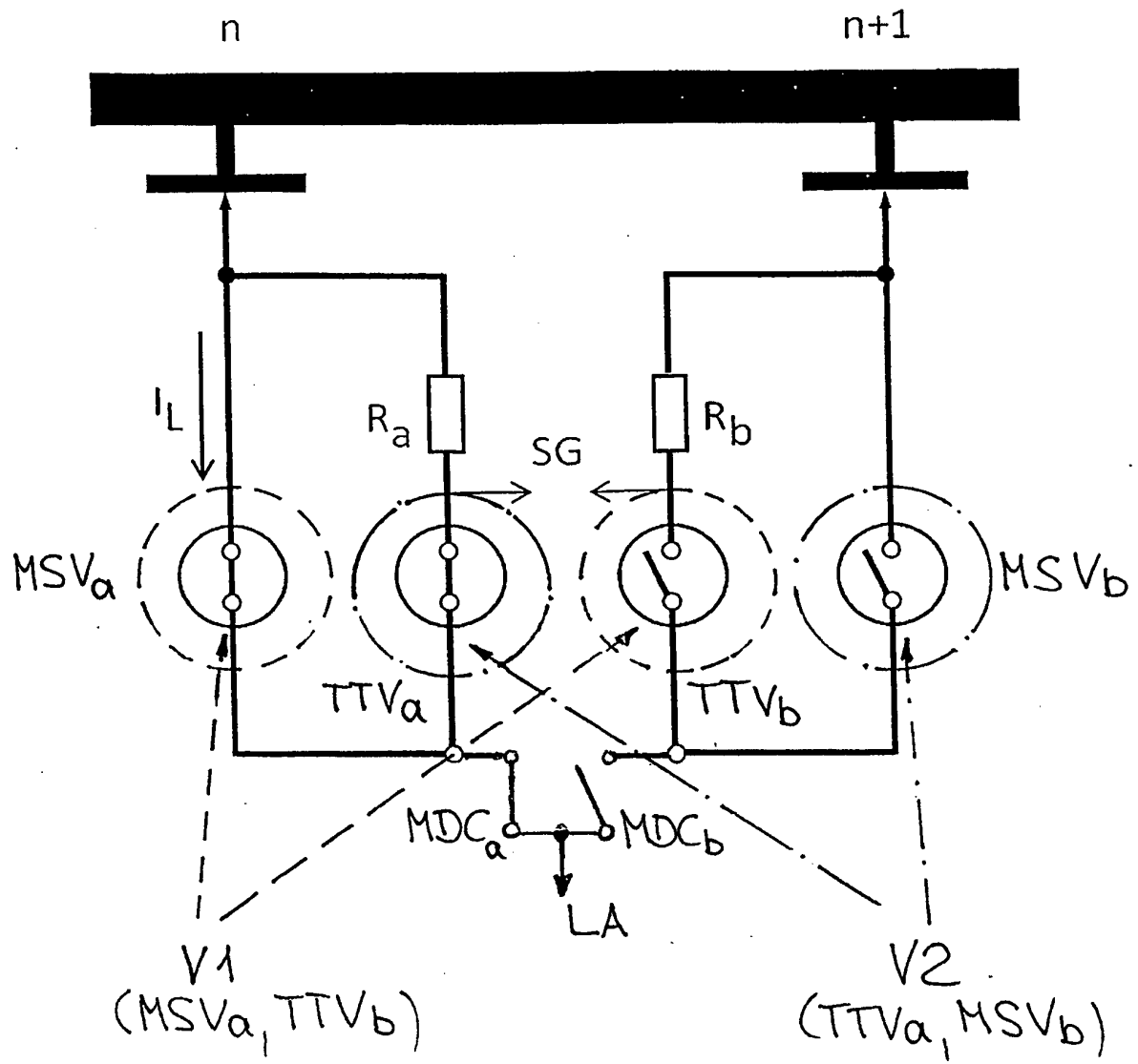


Fig. 5

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 2021575 [0003]
- DE 102009048813 [0005]
- DE 3344376 [0013]
- DE 19756308 C1 [0014]
- EP 0258614 B1 [0014]
- DE 102006033422 B3 [0015]