



(10) **DE 10 2009 060 132 B3** 2011.05.12

(12) **Patentschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2009 060 132.5**  
(22) Anmeldetag: **23.12.2009**  
(43) Offenlegungstag: –  
(45) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: **12.05.2011**

(51) Int Cl.: **H01F 29/02 (2006.01)**  
**H01F 29/04 (2006.01)**  
**H01H 33/68 (2006.01)**

Innerhalb von drei Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

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

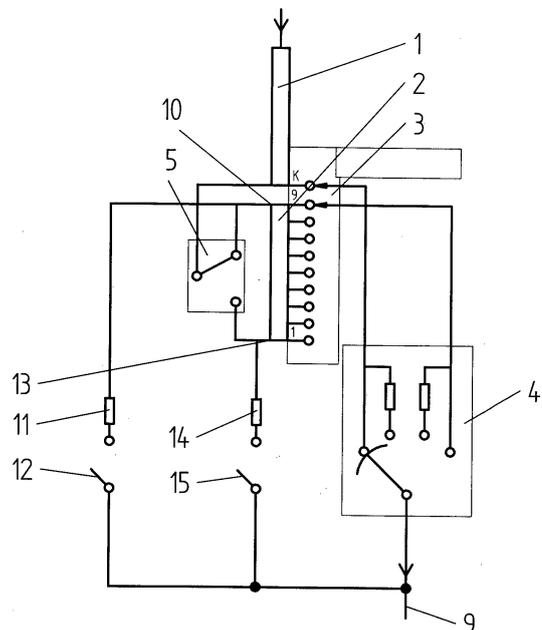
(72) Erfinder:  
**Krämer, Axel, Dr., 93047 Regensburg, DE; Shen,  
Dazhong, Dr., 93073 Neutraubling, DE**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
gezogene Druckschriften:

DE	195 42 880	C1
DE	32 24 860	A1
DE	24 21 728	A1
DE	19 42 567	A
DE	11 65 154	A
DD	47 965	B1
JP	55-1 33 515	A

(54) Bezeichnung: **Stufenschalter mit Polungsschalter an einem Regeltransformator**

(57) Hauptanspruch: Mit Vorwähler versehener Stufenschalter mit Polungsschaltung zur unterbrechungslosen Regelung an einem Regeltransformator, wobei der Regeltransformator eine oder mehrere Stammwicklungen (1) und eine Stufenwicklung (2) aufweist, wobei der Stufenschalter zwischen verschiedenen Wicklungsanzapfungen der Stufenwicklung (2) schaltbar ist, die jeweils mit einer Lastableitung (9) verbindbar sind und wobei eine Polungsschaltung vorgesehen ist, derart, dass die Stufenwicklung (2) während der Umschaltung von einer Wicklungsanzapfung auf eine andere Wicklungsanzapfung an die Lastableitung (9) anlenkbar ist, dadurch gekennzeichnet, dass am Anfang (10) der Stufenwicklung (2) ein erster Polungswiderstand (11) vorgesehen ist, der über einen ersten Polungsschalter (12) mit der Lastableitung (9) in Verbindung steht und dass am Ende (13) der Stufenwicklung (2) ein zweiter Polungswiderstand (14) vorgesehen ist, der über einen zweiten Polungsschalter (15) wiederum mit der Lastableitung (9) in Verbindung steht.



**Beschreibung**

**[0001]** Die Erfindung betrifft einen mit Vorwähler versehenen Stufenschalter mit einer Polungsschaltung zur unterbrechungslosen Regelung an einem Regeltransformator.

**[0002]** Die DE 19 42 567 A beschreibt einen Stufenschalter mit einem Vorwähler zur wählbaren Reihenschaltung von Stufen der Stufenwicklungen zur zugehörigen Stammwicklung eines Stufentransformators, bei dem die Wenderkontakte des Stufenschalters als Umschaltkontakte ausgebildet sind.

**[0003]** Bei solchen Stufenschaltern wird die Stufenwicklung des entsprechenden Stufentransformators während der Betätigung des Vorwählers kurzzeitig galvanisch von der Stammwicklung getrennt. Dabei nimmt sie ein Potential an, das sich aus den Spannungen der Nachbarwicklungen sowie den Kopplungskapazitäten zu diesen Wicklungen bzw. zu geerdeten Teilen ergibt. Die damit entstehenden Differenzspannungen beanspruchen die Schaltstrecke der sich öffnenden Vorwählerkontakte und können u. U. zu unzulässigen Entladungserscheinungen am Vorwähler führen. Um dies zu vermeiden, ist es bekannt, die Mitte der Stufenwicklung über einen Polungswiderstand kurzzeitig während der Umschaltphase des Vorwählers mittels eines Polungsschalters mit einem festen Punkt der Stammwicklung, häufig dem Sternpunkt des Transformators, zu verbinden und damit die Stufenwicklung an ein definiertes Potential anzulenken.

**[0004]** Die DE 32 24 860 A1 beschreibt eine ähnliche Anordnung an einem Stufenschalter, bei der – dort gezeigt in [Fig. 1b](#) – ebenfalls ein Polungswiderstand wiederum an der Mitte der Stufenwicklung angelenkt ist.

**[0005]** Die DE 195 42 880 C1 zeigt einen für eine solche kurzzeitige Anlenkung der Mitte der Stufenwicklung besonders geeigneten Polungsschalter.

**[0006]** Aus JP 55-133515 A und DD 47965 B1 ist es bekannt, bei einem mit Vorwähler versehenen Stufenschalter mit Polungsschaltung zur unterbrechungslosen Regelung an einem Regeltransformator über der Regelwicklung spannungsabhängige Widerstände zum Schutz gegen Überspannungen beim Schalten des Vorwählers anzuordnen.

**[0007]** Die DE 24 21 728 A1 beschreibt einen mit einem Vorwähler versehenen Stufenschalter mit Polungsschaltung, wobei über der Regelwicklung spannungsabhängige Widerstände in Kombination mit Ölfunkenstrecken zum Schutz vor Überspannungen beim Schalten des Vorwählers angeordnet sind.

**[0008]** Aus der DE 11 65 154 A schließlich ist es bereits bekannt, bei einem mit Vorwähler versehenen Stufenschalter die Mittelanzapfung der Regelwicklung über einen spannungsabhängigen Widerstand zum Schutz vor Überspannungen beim Schalten des Vorwählers mit der Lastableitung zu verbinden und parallel zu den Anschlüssen der Regelwicklung spannungsabhängige Widerstände vorzusehen.

**[0009]** Zusammenfassend lässt sich der bekannte Stand der Technik bei mit Vorwählern versehenen Stufenschaltern mit Polungsschaltung wie folgt zusammenfassen: Es ist ein Polungswiderstand zwischen der Mitte der Stufenwicklung und der Lastableitung vorgesehen, der ständig oder nur während der Umschaltung kurzzeitig, vor Beginn der Vorwählerbetätigung, mittels eines Polungsschalters mit der Lastableitung verbunden ist. Dadurch wird die Stufenwicklung während der Vorwählerschaltung an ein definiertes Potential angelenkt.

**[0010]** Nachteilig bei diesen bekannten Lösungen ist, dass durch diese Polungsschaltung vom Vorwähler der unerwünschte kapazitive Strom geschaltet, d. h. unterbrochen wird; Lichtbögen sind dabei unvermeidlich. Diese Lichtbögen verursachen eine Gasbildung. Dies ist für zahlreiche Anwendungen unerwünscht, beispielsweise bei Ultra-Hochspannungsanwendungen. Mit steigender Systemspannung werden diese unerwünschten Gase immer störender.

**[0011]** Aufgabe der Erfindung ist es demnach, einen Stufenschalter mit einer verbesserten Polungsschaltung vorzusehen, die eine deutlich reduzierte Lichtbogenbildung am Vorwähler nach sich zieht.

**[0012]** Diese Aufgabe wird durch einen Stufenschalter der eingangs genannten Art mit den Merkmalen der nebengeordneten Patentansprüche 1 oder 2 gelöst.

**[0013]** Die allgemeine erfinderische Idee, die für beide Ausführungsformen in den nebengeordneten Ansprüchen gilt, besteht darin, zwei separate Polungswiderstände vorzusehen die an den Anfang und an das Ende der Stufenwicklung angeschlossen sind.

**[0014]** Der wesentliche Vorteil beider Ausführungsformen der Erfindung besteht darin, dass die erfindungsgemäß vorgesehenen beiden Polungswiderstände einen Bypass für den kapazitiven Strom bilden; der kapazitive Strom kommutiert von einer Seite auf die andere Seite – er muss, abweichend vom Stand der Technik, vom Vorwähler nicht abgeschaltet, d. h. unterbrochen werden. In der Folge ergibt sich eine deutlich geringere Lichtbogenbildung.

**[0015]** Die Erfindung soll nachfolgend an Hand von Zeichnungen noch näher erläutert werden. Es zeigen:

**[0016]** **Fig. 1** eine Anordnung nach dem Stand der Technik

**[0017]** **Fig. 2** eine erste Ausführungsform der Erfindung gemäß Patentanspruch 1

**[0018]** **Fig. 3** eine zweite Ausführungsform der Erfindung gemäß Patentanspruch 2.

**[0019]** Zunächst soll an Hand von **Fig. 1** noch einmal der bekannte Stand der Technik einer Polungsanordnung erläutert werden. Gezeigt ist eine Stammwicklung **1** und eine Stufenwicklung **2** eines Stufentransformators. An der Stufenwicklung **2** ist ein Stufenschalter angeschlossen, der einen Wähler **3** besitzt. Der Wähler **3** wählt vor einer Umschaltung zunächst leistungslos die neue Wicklungsanzapfung der Stufenwicklung **2** vor, auf die umgeschaltet werden soll. Die Umschaltung selbst erfolgt durch einen bekannten Lastumschalter **4** des Stufenschalters, auf den hier nicht näher eingegangen werden soll. Weiterhin weist der Stufenschalter einen Vorwähler **5** auf, durch den zur Vergrößerung des Regelbereiches Anfang oder Ende der Stufenwicklung **2** an das Ende der Stammwicklung **1** geschaltet werden können. Die eigentliche Polungsschaltung besteht aus einem an die Mitte **6** der Stufenwicklung **2** angelegten Polungswiderstand **7**, der entweder direkt mit der Lastableitung **9** verbunden ist oder, wie hier gezeigt, über einen Polungsschalter **8** nur kurzzeitig mit der Lastableitung **9** verbunden ist.

**[0020]** Die ständige Anlenkung des Polungswiderstandes **7** – obwohl er nur während der Umschaltung benötigt wird – verursacht zusätzliche Transformatorverluste, weswegen in vielen Fällen ein Polungsschalter **8** in die Polungsschaltung eingefügt ist.

**[0021]** **Fig. 2** zeigt eine erste Ausführungsform der Erfindung; gleiche Bauteile sind mit gleichen Bezugszeichen versehen. Abweichend vom Stand der Technik ist erfindungsgemäß am Anfang **10** der Stufenwicklung **2** ein erster Polungswiderstand **11** vorgesehen, der mittels eines ersten Polungsschalters **12** mit der Lastableitung in Verbindung steht. Erfindungsgemäß ist weiterhin am Ende **13** der Stufenwicklung **2** ein zweiter Polungswiderstand **14** vorgesehen, der über einen zweiten Polungsschalter **15** wiederum mit der Lastableitung **9** in Verbindung steht. Die beiden Polungsschalter **12**, **15** werden nur kurzzeitig vor Beginn der Betätigung des Vorwählers **5** eingeschaltet, so dass nur kurzzeitig der Anfang **10** und das Ende **13** der Stufenwicklung **2** an ein definiertes Potential angelegt werden.

**[0022]** **Fig. 3** zeigt eine zweite Ausführungsform der Erfindung, bei der keine Polungsschalter vorgesehen sind. Vielmehr sind hier fest und dauernd am Anfang **10** der Stufenwicklung **2** ein erster Polungswiderstand **11** und am Ende **13** der Stufenwicklung **2**

ein zweiter Polungswiderstand **14** angelegt. Bei dieser Ausführungsform der Erfindung ist der mechanische Aufwand geringer, da, wie erläutert, separate Polungsschalter wegfallen; im Gegenzug müssen die nachteiligen höheren Verluste durch die dauernde Einschaltung der Polungswiderstände **11**, **14** hingenommen werden.

**[0023]** Letztendlich ist es im Rahmen der Erfindung eine Ermessensfrage für welche der beiden Varianten man sich entscheidet. Beide Ausführungsformen lassen sich bei einphasigen Stufenschaltern ohne großen Aufwand realisieren.

**[0024]** Auf besonders vorteilhafte Weise können bei beiden Ausführungsformen die Polungswiderstände **11**, **14** unsymmetrisch ausgelegt werden, so dass die spezifischen Polungsbedingungen am jeweiligen Transformator auf einfache Weise justiert bzw. angeglichen werden können.

### Patentansprüche

1. Mit Vorwähler versehener Stufenschalter mit Polungsschaltung zur unterbrechungslosen Regelung an einem Regeltransformator, wobei der Regeltransformator eine oder mehrere Stammwicklungen (**1**) und eine Stufenwicklung (**2**) aufweist, wobei der Stufenschalter zwischen verschiedenen Wicklungsanzapfungen der Stufenwicklung (**2**) schaltbar ist, die jeweils mit einer Lastableitung (**9**) verbindbar sind und wobei eine Polungsschaltung vorgesehen ist, derart, dass die Stufenwicklung (**2**) während der Umschaltung von einer Wicklungsanzapfung auf eine andere Wicklungsanzapfung an die Lastableitung (**9**) anlenkbar ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass am Anfang (**10**) der Stufenwicklung (**2**) ein erster Polungswiderstand (**11**) vorgesehen ist, der über einen ersten Polungsschalters (**12**) mit der Lastableitung (**9**) in Verbindung steht und dass am Ende (**13**) der Stufenwicklung (**2**) ein zweiter Polungswiderstand (**14**) vorgesehen ist, der über einen zweiten Polungsschalter (**15**) wiederum mit der Lastableitung (**9**) in Verbindung steht.

2. Mit Vorwähler versehener Stufenschalter mit Polungsschaltung zur unterbrechungslosen Regelung an einem Regeltransformator, wobei der Regeltransformator eine oder mehrere Stammwicklungen (**1**) und eine Stufenwicklung (**2**) aufweist, wobei der Stufenschalter zwischen verschiedenen Wicklungsanzapfungen der Stufenwicklung (**2**) schaltbar ist, die jeweils mit einer Lastableitung (**9**) verbindbar sind und wobei eine Polungsschaltung vorgesehen ist, derart, dass die Stufenwicklung (**2**) während der Umschaltung von einer Wicklungsanzapfung auf eine an-

dere Wicklungsanzapfung an die Lastableitung (9) anlenkbar ist, dadurch gekennzeichnet, dass am Anfang (10) der Stufenwicklung (2) ein erster Polungswiderstand (11) vorgesehen ist, der mit der Lastableitung (9) in Verbindung steht und dass am Ende (13) der Stufenwicklung (2) ein zweiter Polungswiderstand (14) vorgesehen ist, der wiederum mit der Lastableitung (9) in Verbindung steht.

3. Stufenschalter nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die beiden Polungswiderstände (11, 14) unterschiedliche elektrische Werte aufweisen.

Es folgen 3 Blatt Zeichnungen



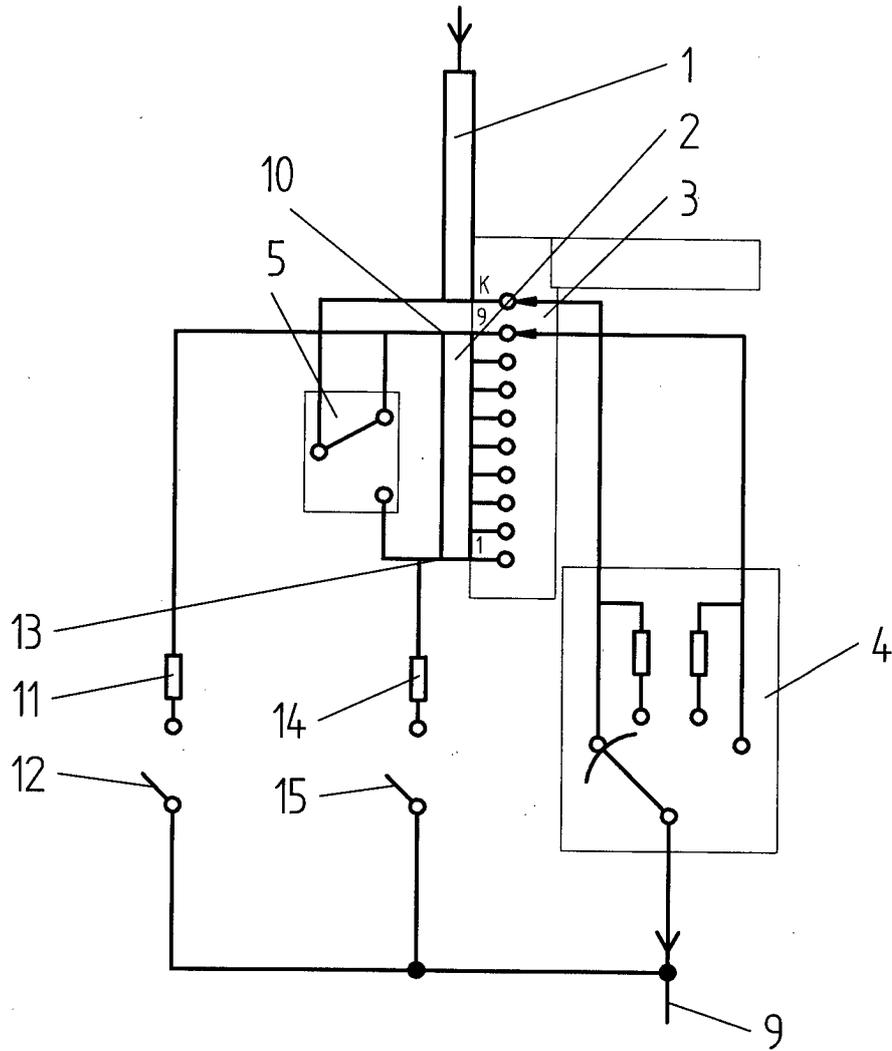


Fig. 2

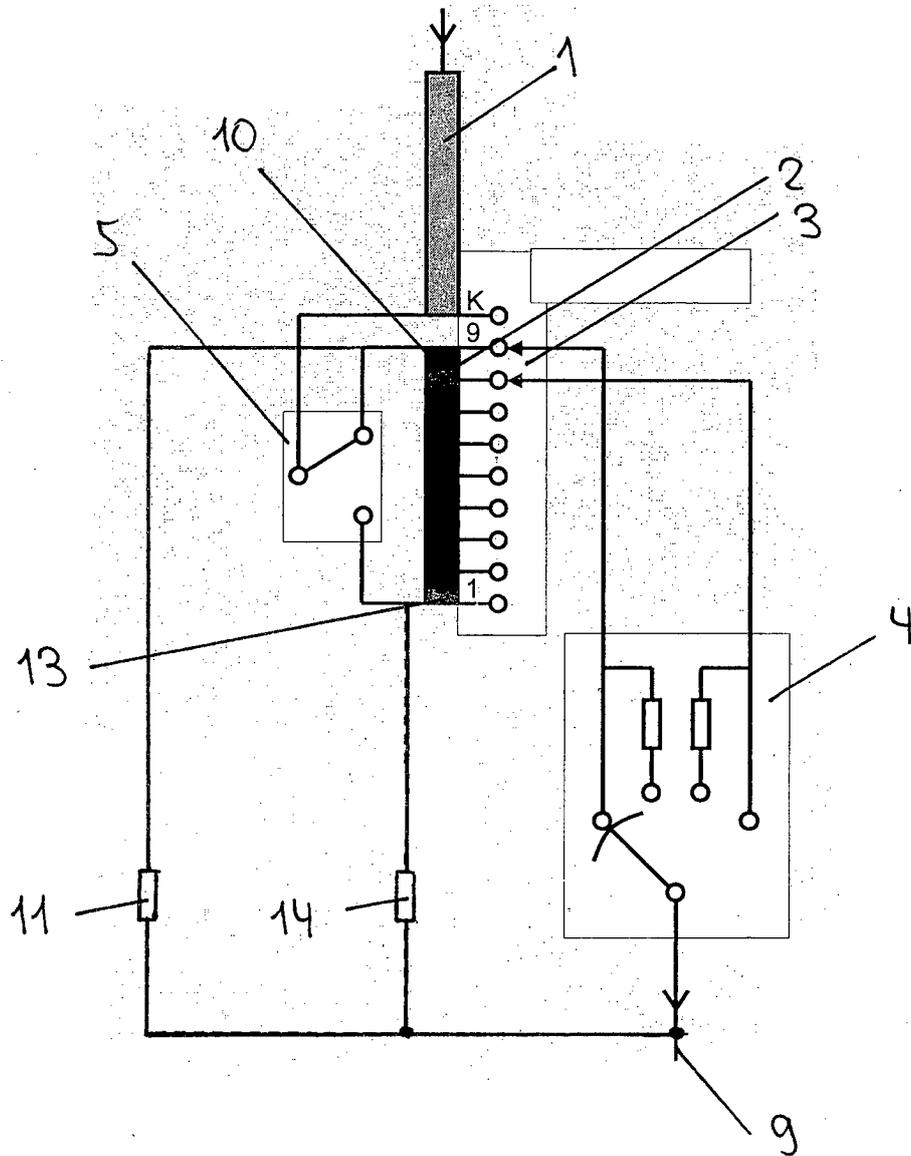


Fig. 3