

(19)



(11)

**EP 2 019 397 A2**

(12)

**EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**28.01.2009 Patentblatt 2009/05**

(51) Int Cl.:  
**H01F 29/04<sup>(2006.01)</sup> H01F 27/40<sup>(2006.01)</sup>**

(21) Anmeldenummer: **08010582.8**

(22) Anmeldetag: **11.06.2008**

(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 MT NL NO PL PT  
 RO SE SI SK TR**  
 Benannte Erstreckungsstaaten:  
**AL BA MK RS**

(71) Anmelder: **AREVA Energietechnik GmbH  
60528 Frankfurt (DE)**

(72) Erfinder: **Häger, Karl-Heinz  
41236 Mönchengladbach (DE)**

(30) Priorität: **28.06.2007 DE 102007029905**

(74) Vertreter: **Dreiss, Fuhlendorf, Steimle & Becker  
Patentanwälte  
Postfach 10 37 62  
70032 Stuttgart (DE)**

(54) **Elektrischer Transformator**

(57) Es wird ein elektrischer Transformator (10) mit zwei Wicklungen (15, 16), einem Wählschalter (12) und einem Lastschalter (13) beschrieben, wobei der Lastschalter (13) mindestens einen Überschaltwiderstand (22) aufweist. Die Wicklungen (15, 16) und der Überschaltwiderstand (22) sind in einem gemeinsamen Transformatorgehäuse (11) untergebracht, das mit ei-

nem Transformatoröl (25) gefüllt ist. Es sind Einrichtungen oder Vorrichtungen vorgesehen, die ein Auftreten eines nicht-zulässigen Betriebszustands, bei dem die Temperatur des Überschaltwiderstands (22) einen vorgegebenen Schwellwert erreicht oder überschreitet, verhindern.

**EP 2 019 397 A2**

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft einen elektrischen Transformator mit mindestens zwei Wicklungen, einem Wähl-  
schalter und einem Lastschalter, wobei der Lastschalter  
mindestens einen Überschaltwiderstand aufweist. Die  
Erfindung betrifft ebenfalls ein Verfahren zum Betreiben  
eines entsprechenden Transformators.

**[0002]** Es ist bekannt, die Wicklungen und den Wähl-  
schalter eines Transformators in einem Transformator-  
gehäuse und den Lastschalter mit dem oder den Über-  
schaltwiderständen in einem davon getrennten Schalter-  
gehäuse unterzubringen. Die beiden Gehäuse sind ge-  
trennt voneinander mit einem Transformatoröl und einem  
Schalteröl befüllt. Wenn nunmehr im Betrieb des Trans-  
formators Lichtbögen im Lastschalter oder Überhitzun-  
gen der Überschaltwiderstände entstehen, so kann dies  
- wenn überhaupt - nur dazu führen, dass das Schalteröl  
im Schaltergehäuse durch Ausgasungen oder Abschei-  
dungen geschädigt wird. Aufgrund der Trennung der bei-  
den Gehäuse können die Lichtbögen oder Überhitzun-  
gen jedoch nicht dazu führen, dass das Transformatoröl  
im Transformatorgehäuse beeinträchtigt wird. Das  
Transformatoröl behält damit unter anderem seine iso-  
lierenden Eigenschaften nahezu unverändert bei. Damit  
können die hohen Anforderungen hinsichtlich der Isola-  
tion der Wicklungen des Transformators auch über einen  
langen Zeitraum erfüllt werden.

**[0003]** Ein Nachteil der bekannten Anordnung besteht  
darin, dass zwei Gehäuse vorgesehen werden müssen,  
was ersichtlich mit einem hohen Aufwand verbunden ist.

**[0004]** Zur Überwindung dieses Nachteils ist es be-  
kannt, als Lastschalter ein gekapseltes Bauteil zu ver-  
wenden, beispielsweise eine gekapselte Vakuum-  
schalteinrichtung oder eine gekapselte Thyristorschalt-  
ung. Weiterhin können die Überschaltwiderstände nicht  
innerhalb des Schaltergehäuses, sondern außerhalb in  
Luft angeordnet werden. Die durch die Schaltvorgänge  
erzeugten Lichtbögen entstehen dann innerhalb des ge-  
kapselten Bauteils und haben damit keinen Einfluss auf  
das Schalteröl. Ebenfalls können Überhitzungen der  
Überschaltwiderstände zu keinen Schädigungen des  
Schalteröls führen, da sie nicht über das Schalteröl, son-  
dern direkt in die Umgebungsluft abgeleitet werden.

**[0005]** Ein Nachteil dieser Anordnung besteht darin,  
dass die elektrische Anbindung der luftgekühlten Über-  
schaltwiderstände mit einem erhöhten Aufwand verbun-  
den ist, und dass auch die Luftkühlung als solche nicht  
sehr effektiv ist.

**[0006]** Aufgabe der Erfindung ist es, einen Transfor-  
mator sowie ein Verfahren zu dessen Betrieb zu schaf-  
fen, die die vorstehenden Nachteile überwinden.

**[0007]** Die Erfindung löst diese Aufgabe mit einem  
elektrischen Transformator nach dem Anspruch 1 sowie  
mit einem Verfahren zum Betreiben eines elektrischen  
Transformators nach dem Anspruch 8.

**[0008]** Erfindungsgemäß sind die Wicklungen und der  
Überschaltwiderstand des Transformators in einem ge-

meinsamen Transformatorgehäuse untergebracht, das  
mit einem Transformatoröl gefüllt ist. Weiterhin sind Ein-  
richtungen oder Vorrichtungen vorgesehen, die ein Auf-  
treten eines nicht-zulässigen Betriebszustands, bei dem  
die Temperatur des Überschaltwiderstands einen vorge-  
gebenen Schwellwert erreicht oder überschreitet, verhin-  
dern.

**[0009]** Es ist also nur noch ein einziges Gehäuse vor-  
handen, das mit einem Transformatoröl befüllt werden  
muss. Dies stellt einen wesentlich geringeren Aufwand  
dar als beim Stand der Technik. Dabei wird mit Hilfe der  
Einrichtungen oder Vorrichtungen gewährleistet, dass  
Überhitzungen der Überschaltwiderstände gar nicht auf-  
treten können, so dass insoweit keine Schädigungen des  
Transformatoröls entstehen können.

**[0010]** Insgesamt wird damit ein Transformator ge-  
schaffen, der nur ein einziges Gehäuse aufweist, der  
aber trotzdem die hohen Anforderungen hinsichtlich der  
Isolation seiner Wicklungen auch über einen langen Zeit-  
raum erfüllt.

**[0011]** Verfahrensmäßig ist erfindungsgemäß vorge-  
sehen, dass vor einer Inbetriebnahme des Transforma-  
tors ein nicht-zulässiger Betriebszustand ermittelt wird,  
bei dem die Temperatur des Überschaltwiderstands ein-  
nen vorgegebenen Schwellwert erreicht oder überschrei-  
tet.

**[0012]** Damit ist es möglich, im Betrieb des Transfor-  
mators die ermittelten nicht-zulässigen Betriebszustän-  
de gezielt zu verhindern. Dies kann auf verschiedene  
Weisen erfolgen.

**[0013]** So ist es besonders vorteilhaft, wenn der nicht-  
zulässige Betriebszustand explizit aus dem Betriebsbe-  
reich des Transformators ausgeschlossen wird. Damit  
wird erreicht, dass der Transformator nur in der Weise  
betrieben wird, dass nicht-zulässige Betriebszustände  
von vornherein gar nicht entstehen können.

**[0014]** Bei einer anderen vorteilhaften Ausgestaltung  
wird die Temperatur des Überschaltwiderstands ermit-  
telt. Anhand dieser Temperatur kann dann ermittelt wer-  
den, ob ein nicht-zulässiger Betriebszustand vorliegt  
oder zu erwarten ist.

**[0015]** Besonders zweckmäßig ist es dann, wenn nach  
einem Erkennen eines nicht-zulässigen Betriebszu-  
stands eine zugehörige Gegenmaßnahme durchgeführt  
wird. Damit wird erreicht, dass möglichst bereits das Ent-  
stehen eines nicht-zulässigen Betriebszustand verhin-  
dert wird.

**[0016]** Weitere Merkmale, Anwendungsmöglichkeiten  
und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nach-  
folgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen der  
Erfindung, die in der Zeichnung dargestellt sind. Dabei  
bilden alle beschriebenen oder dargestellten Merkmale  
für sich oder in beliebiger Kombination den Gegenstand  
der Erfindung, unabhängig von ihrer Zusammenfassung  
in den Patentansprüchen oder deren Rückbeziehung so-  
wie unabhängig von ihrer Formulierung bzw. Darstellung  
in der Beschreibung bzw. in der Zeichnung.

**[0017]** Die einzige Figur der Zeichnung zeigt ein sche-

matisches Blockschaltbild eines Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen elektrischen Transformators.

**[0018]** In der Figur ist ein elektrischer Transformator 10 dargestellt, der ein Transformatorgehäuse 11 aufweist, in dem ein Wählschalter 12, ein Lastschalter 13 und zwei Wicklungen 15, 16 untergebracht sind. Die erste Wicklung 15 weist eine erste Windungszahl W1 auf und ist mit der zweiten Wicklung 16, die eine zweite Windungszahl W2 besitzt, elektromagnetisch gekoppelt. Die zweite Wicklung 16 weist eine Mehrzahl von Anzapfungen 17 auf, über die jeweils eine bestimmte Stufenanzahl der Windungen W2 der zweiten Wicklung 16 abgreifbar ist.

**[0019]** Die Anzapfungen 17 sind dem Wählschalter 12 zugeführt, mit dem zwei der Anzapfungen 17 in nicht näher dargestellter Weise auswählbar sind. Der Wählschalter 12 ist mit dem Lastschalter 13 verbunden, so dass mit Hilfe des Lastschalters 13 zwischen den beiden ausgewählten Anzapfungen 17 umgeschaltet werden kann. Ausgangsseitig kann der Lastschalter 13 beispielsweise mit einem Sternpunkt 19 verbunden sein, wie dies in der Figur angedeutet ist.

**[0020]** Der Lastschalter 13 enthält mindestens eine gekapselte Vakuumschalteneinrichtung 21 und mindestens einen Überschaltwiderstand 22. Anstelle der Vakuumschalteneinrichtung 21 kann auch ein sonstiges gekapseltes Bauteil vorgesehen sein, mit dem ein Laststrom unterbrochen werden kann, beispielsweise eine Thyristorschaltung oder dergleichen.

**[0021]** Die elektrische Verschaltung des oder der Vakuumschalteneinrichtungen 21 und des oder der Überschaltwiderstände 22 kann auf vielerlei Weise realisiert sein. Beispielfhaft wird auf die Schaltung der DE 23 21 369 verwiesen.

**[0022]** Das gesamte Transformatorgehäuse 11 ist mit einem Transformatoröl 25 befüllt. Dies bedeutet, dass sich die beiden Wicklungen 15, 16, der Wählschalter 12 und der Lastschalter 13 alle innerhalb desselben Transformatoröls 25 befinden. Insbesondere bedeutet das, dass der oder die Überschaltwiderstände 22 sich in demselben Transformatoröl 25 befinden wie die Wicklungen 15, 16.

**[0023]** Vor seiner Inbetriebnahme wird der in der Figur dargestellte elektrische Transformator 10 getestet und geprüft. Insbesondere wird der Transformator 10 im Hinblick auf Betriebszustände getestet, bei denen die Temperatur des oder der Überschaltwiderstände 22 einen vorgegebenen Schwellwert erreicht oder überschreitet.

**[0024]** Dieser Schwellwert ist derart gewählt, dass das Transformatoröl 25 keinen negativen Einflüssen ausgesetzt ist, solange die Temperatur der Überschaltwiderstände 22 diesen Schwellwert nicht erreicht. Insbesondere ist der Schwellwert derart gewählt, dass kein Schadgas aus dem Transformatoröl 25 hervorgeht, solange die Temperatur der Überschaltwiderstände 22 den Schwellwert unterschreitet. Ebenfalls ist der Schwellwert derart gewählt, dass keine Stoffe oder Partikel aus dem Transformatoröl 25 abgeschieden werden, solange die Tem-

peratur der Überschaltwiderstände 22 den Schwellwert nicht erreicht. Der Schwellwert ist also derart gewählt, dass das Auftreten einer Temperatur, die kleiner ist als der Schwellwert, zu keiner Schädigung des Transformatoröls 25 führt.

**[0025]** Für all diejenigen Betriebszustände des Transformators 10, bei denen der vorgenannte Schwellwert erreicht oder überschritten wird, werden nunmehr die zugehörigen Betriebsparameter ermittelt und gespeichert.

**[0026]** Beispielfhaft kann es sich dabei um einen Betriebszustand handeln, bei dem der Transformator 10 für mehr als 10 Minuten mit einer Überlast von 140 % betrieben wird. Oder es kann sich um einen Betriebszustand handeln, bei dem der Lastschalter 13 des Transformators 10 mehr als 10 Schaltungen in 3 Minuten durchführt. Oder es kann sich um einen Betriebszustand handeln, bei dem der Lastschalter 13 des Transformators 10 zwei Schaltungen innerhalb von 30 Sekunden durchführt. Allen diesen Betriebszuständen ist - wie gesagt - gemein, dass sie dazu führen, dass die Temperatur der Überschaltwiderstände 22 den erläuterten Schwellwert zumindest erreicht oder gar überschreitet.

**[0027]** Diese Betriebszustände werden deshalb nachfolgend als nicht-zulässige Betriebszustände bezeichnet.

**[0028]** Im Betrieb des elektrischen Transformators 10 der Figur wird nun gewährleistet, dass die vorgenannten nicht-zulässigen Betriebszustände, bei denen die Temperatur der Überschaltwiderstände 22 den Schwellwert erreicht oder überschreitet, nicht auftreten. Dies kann auf verschiedene Weisen durchgeführt werden.

**[0029]** Die nicht-zulässigen Betriebszustände werden explizit aus dem zulässigen Betriebsbereich des Transformators 10 ausgeschlossen. Der verbleibende zulässige Betriebsbereich wird dem Betreiber des Transformators mitgeteilt. Der Transformator 10 kann damit nur für einen Anwendungsfall eingesetzt werden, bei dem die nicht-zulässigen Betriebszustände nicht auftreten. Oder es muss der Betreiber des Transformators 10 dafür Sorge tragen, dass der Betrieb des Transformators 10 dahingehend überwacht wird, dass bei einem absehbaren Auftreten eines nicht-zulässigen Betriebszustands unverzüglich geeignete Maßnahmen ergriffen werden, um das Auftreten des nicht-zulässigen Betriebszustands noch zu verhindern.

**[0030]** Alternativ oder additiv ist es möglich, dass der Transformator 10 mit Hilfe einer automatisierten übergeordneten Einrichtung laufend überwacht wird. Ist von der Einrichtung voraussehbar, dass ein nicht-zulässiger Betriebszustand eintritt, so führt die Einrichtung geeignete Gegenmaßnahmen durch, um das Auftreten des nicht-zulässigen Betriebszustands zu verhindern.

**[0031]** Bei der Einrichtung kann es sich beispielsweise um ein Rechenggerät handeln, das insbesondere die Schaltvorgänge des Lastschalters 13 überwacht und/oder gegebenenfalls auch steuert. Wird das voraussichtliche Eintreten eines nicht-zulässigen Betriebszustands von der Einrichtung erkannt, so können in der Einrichtung

für jeden nicht-zulässigen Betriebszustand geeignete Gegenmaßnahmen abgespeichert sein, die dann ausgeführt werden.

**[0032]** So ist es möglich, dass bei einem Überschreiten einer vorgegebenen Anzahl von Schaltvorgängen pro Zeiteinheit als Gegenmaßnahme vorgesehen ist, den zeitlichen Abstand der aufeinanderfolgenden Schaltvorgänge zu vergrößern. Dies führt dann dazu, dass der oder die Überschaltwiderstände 22 mehr Zeit zum Abkühlen haben, so dass deren Temperatur sinkt oder zumindest nicht weiter ansteigt.

**[0033]** Bei der Einrichtung kann es sich beispielsweise auch um elektromechanische Bauteile handeln, die insbesondere auf den Wählschalter 12 einwirken, und die beispielsweise ein zu schnelles oder ein zu häufiges Umschalten des Wählschalters 12 verhindern. Ebenfalls kann es sich um elektrische Bauteile handeln, die beispielsweise eine Strom- und/oder Spannungsbegrenzung bewirken oder Strom- und/oder Spannungsspitzen unterdrücken.

**[0034]** Alternativ oder additiv ist es möglich, dass der oder die Überschaltwiderstände 22 mit zumindest einem Temperatursensor versehen sind. Es versteht sich, dass die Temperatur des oder der Überschaltwiderstände 22 auch auf andere Arten gemessen werden kann. So ist es möglich, durch Modellrechnungen die Temperatur eines Überschaltwiderstands 22 aus anderen Betriebsgrößen des Transformators 10 abzuleiten.

**[0035]** Erreicht die Temperatur des Überschaltwiderstands 22 den vorgegebenen Schwellwert, so bedeutet dies, dass ein nicht-zulässiger Betriebszustand vorliegt. Dies kann mit Hilfe des Temperatursensors erkannt werden, und zwar vorzugsweise bereits dann, wenn absehbar ist, dass das Erreichen des Schwellwerts kurz bevorsteht.

**[0036]** Der Temperatursensor kann mit einer übergeordneten Einrichtung verbunden sein. Wird erkannt, dass ein nicht-zulässiger Betriebszustand kurz bevorsteht, so kann die Einrichtung entsprechende Gegenmaßnahmen treffen. Dabei kann es sich um Gegenmaßnahmen handeln, wie sie bereits erläutert worden sind.

**[0037]** Ebenfalls ist es möglich, dass der Temperatursensor einen direkten Einfluss beispielsweise auf den zeitlichen Abstand der aufeinanderfolgenden Schaltvorgänge des Lastschalters 13 oder des Wählschalters 12 hat. So kann der Temperatursensor beispielsweise ein Bestandteil derjenigen elektrischen Schaltung sein, mit der die Vakuumschalteinrichtung 21 des Lastschalters 13 angesteuert wird.

**[0038]** Weiterhin ist es alternativ oder additiv möglich, dass der oder die Überschaltwiderstände 22 mit einer oder mehreren Vorrichtungen versehen sind, die einem Aufheizen derselben entgegenwirken. Bei diesen Vorrichtungen kann es sich beispielsweise in einer einfachen Realisierung um Kühlrippen oder dergleichen handeln, mit denen die Überschaltwiderstände 22 versehen sind. Ebenfalls ist es hinsichtlich dieser Vorrichtungen möglich, dass die einzelnen Überschaltwiderstände 22 derart

mechanisch mit dem Transformatorgehäuse 11 verbunden sind, dass zumindest ein Teil der von dem jeweiligen Überschaltwiderstand 22 erzeugten Wärme direkt über diese vorzugsweise metallische Verbindung an das Transformatorgehäuse 11 und von dort an die Umgebungsluft abgeleitet wird.

## Patentansprüche

1. Elektrischer Transformator (10) mit mindestens zwei Wicklungen (15, 16), einem Wählschalter (12) und einem Lastschalter (13), wobei der Lastschalter (13) mindestens einen Überschaltwiderstand (22) aufweist, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Wicklungen (15, 16) und der Überschaltwiderstand (22) in einem gemeinsamen Transformatorgehäuse (11) untergebracht sind, das mit einem Transformatoröl (25) gefüllt ist, und dass Einrichtungen oder Vorrichtungen vorgesehen sind, die ein Auftreten eines nicht-zulässigen Betriebszustands, bei dem die Temperatur des Überschaltwiderstands (22) einen vorgegebenen Schwellwert erreicht oder überschreitet, verhindern.
2. Transformator (10) nach Anspruch 1, wobei der nicht-zulässige Betriebszustand explizit aus dem Betriebsbereich des Transformators (10) ausgeschlossen ist.
3. Transformator (10) nach Anspruch 1 oder 2, wobei die Einrichtung derart ausgebildet ist, dass der nicht-zulässige Betriebszustand erkannt wird.
4. Transformator (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei dem Überschaltwiderstand (22) ein Temperatursensor zugeordnet ist, und wobei mit Hilfe des Temperatursensors erkennbar ist, ob die Temperatur des Überschaltwiderstands (22) den vorgegebenen Schwellwert erreicht oder überschreitet.
5. Transformator (10) nach einem der Ansprüche 3 oder 4, wobei nach einem Erkennen eines nicht-zulässigen Betriebszustands eine zugehörige Gegenmaßnahme durchführbar ist.
6. Transformator (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei der Überschaltwiderstand (22) mit Kühlrippen oder dergleichen versehen ist.
7. Transformator (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei der Wählschalter (12) in dem gemeinsamen Transformatorgehäuse (11) untergebracht ist.
8. Verfahren zum Betreiben eines elektrischen Transformators (10), wobei der Transformator (10) mit mindestens zwei Wicklungen (15, 16), einem Wählschalter (12) und einem Lastschalter (13) versehen

ist, und wobei der Lastschalter (13) mindestens einen Überschaltwiderstand (22) aufweist, **dadurch gekennzeichnet, dass** vor einer Inbetriebnahme des Transformators (10) ein nicht-zulässiger Betriebszustand ermittelt wird, bei dem die Temperatur des Überschaltwiderstands (22) einen vorgegebenen Schwellwert erreicht oder überschreitet.

5

9. Verfahren nach Anspruch 8, wobei im Betrieb des Transformators (10) das Auftreten des nicht-zulässigen Betriebszustands verhindert wird. 10
10. Verfahren nach Anspruch 9, wobei der nicht-zulässige Betriebszustand explizit aus dem Betriebsbereich des Transformators (10) ausgeschlossen wird. 15
11. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 oder 10, wobei der nicht-zulässige Betriebszustand erkannt wird. 20
12. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 11, wobei die Temperatur des Überschaltwiderstands (22) ermittelt wird.
13. Verfahren nach Anspruch 12, wobei nach einem Erkennen eines nicht-zulässigen Betriebszustands eine zugehörige Gegenmaßnahme durchgeführt wird. 25

30

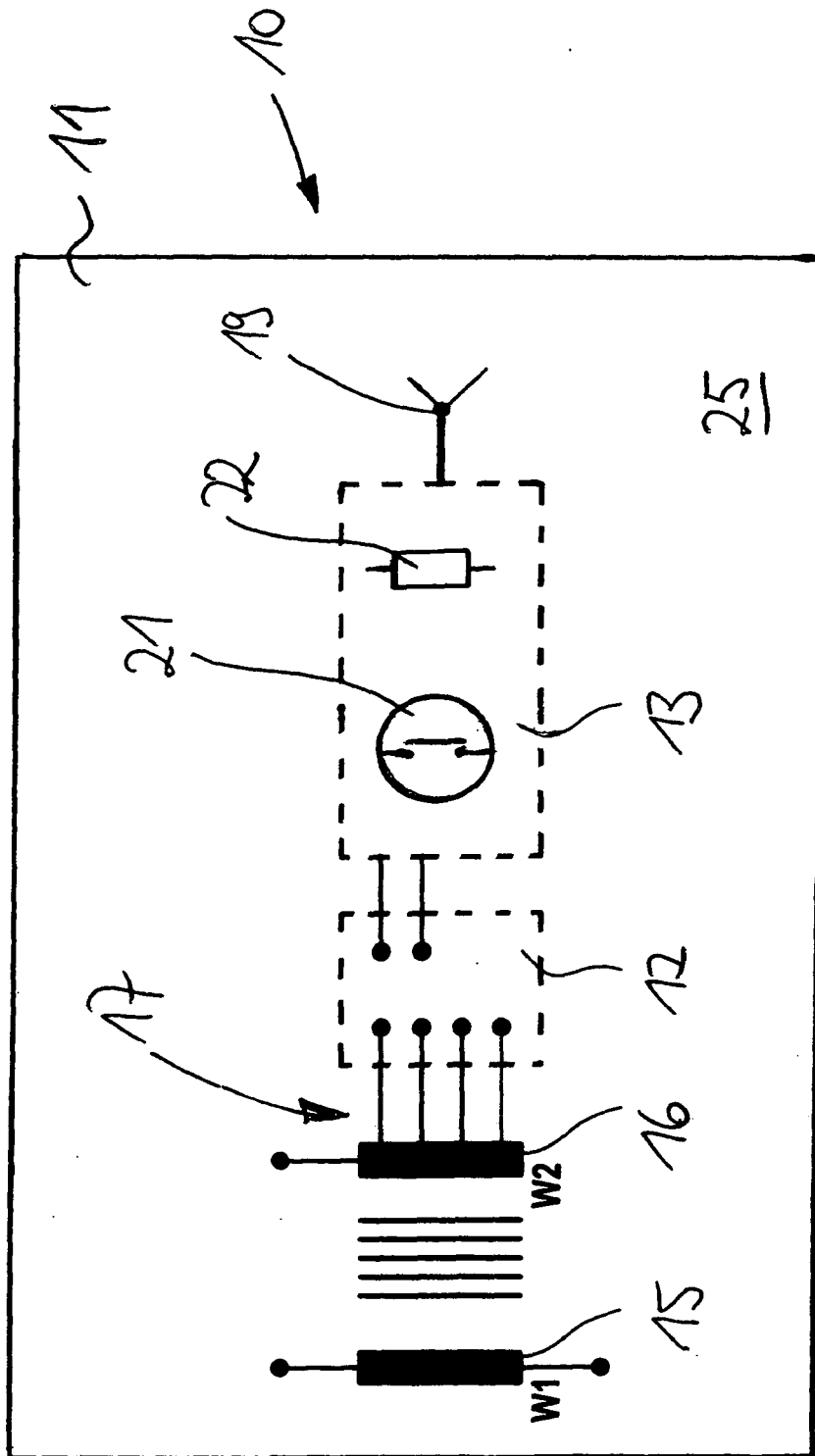
35

40

45

50

55



**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 2321369 [0021]