



(11)

EP 2 897 142 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
04.04.2018 Patentblatt 2018/14

(51) Int Cl.:
H01F 27/34 ^(2006.01) **H01F 27/40** ^(2006.01)
H01F 27/02 ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **14195814.0**

(22) Anmeldetag: **02.12.2014**

(54) **Induktiver Spannungswandler**

Inductive voltage transformer

Convertisseur de tension inductif

(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: **11.12.2013 DE 102013225657**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
22.07.2015 Patentblatt 2015/30

(73) Patentinhaber:
• **RITZ Instrument Transformers GmbH**
22041 Hamburg (DE)
• **Technische Universität Dresden**
01069 Dresden (DE)
• **Gottfried Wilhelm Leibniz Universität Hannover**
30167 Hannover (DE)

(72) Erfinder:
• **Hofmann, Lutz**
30659 Hannover (DE)
• **Schulze, Roberto**
02979 Spreetal (DE)
• **Schegner, Peter**
01259 Dresden (DE)
• **Buchhagen, Christoph**
30159 Hannover (DE)

- **Meiners, Christian**
28211 Bremen (DE)
- **Grambow, Ingmar**
22927 Großhansdorf (DE)
- **Däumling, Holger**
22885 Barsbüttel (DE)
- **Heuck, Klaus**
22149 Hamburg (DE)
- **Reiß, Matthias**
01689 Weinböhla (DE)
- **Elst, Michael**
01920 Elstra (DE)
- **Ihde, Karsten**
01108 Dresden (DE)
- **Henze, Christian**
01217 Dresden (DE)

(74) Vertreter: **Glawe, Delfs, Moll**
Partnerschaft mbB
von Patent- und Rechtsanwälten
Postfach 13 03 91
20103 Hamburg (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
DE-A1-102012 205 784

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).

EP 2 897 142 B1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft induktive Spannungswandler und insbesondere Nieder- und Mittelspannungswandler.

[0002] In den elektrischen Energieversorgungsnetzen, insbesondere in Nieder- und Mittelspannungsnetzen (bis 1 kV bzw. zwischen 1 kV und 75 kV) treten vermehrt Oberschwingungen auf. Diese Oberschwingungen werden vorwiegend von regenerativen Erzeugungsanlagen und Abnehmern mit Frequenzumrichtern verursacht und beeinträchtigen die sog. "Power Quality" bzw. die Spannungsqualität eines Energieversorgungsnetzes negativ. Um eine gewünschte Spannungsqualität in einem Energieversorgungsnetz zu gewährleisten, ist es zunächst erforderlich, die tatsächlich vorhandene Spannungsqualität zu ermitteln.

[0003] Oberschwingungen können durch einen THD-Wert ("Total harmonic distortion" bzw. "gesamte harmonische Verzerrung") quantifiziert werden. Der THD ist definiert als das Verhältnis des Effektivwertes der Summe aller Oberschwingungsanteile zum Effektivwert der Grundschwingung und lässt sich wie folgt berechnen:

$$THD = \frac{\sqrt{U_2^2 + U_3^2 + U_4^2 + \dots + U_n^2}}{U_1}$$

[0004] In dieser Berechnung bedeutet U_n die Effektivwertspannung U_{eff} der harmonischen Oberschwingungen n mit $n > 1$ bzw. der Grundschwingung $n = 1$.

[0005] Der Anteil an Oberschwingungen bzw. der THD-Wert muss für eine akzeptable Spannungsqualität gemäß den geltenden VDE- und IEC-Bestimmungen in Nieder- und Mittelspannungsnetzen im Frequenzbereich bis 2,5 kHz unter 0,08 liegen. Darüber hinaus wird empfohlen, dass der THD-Wert im Frequenzbereich zwischen 2,5 kHz und 9 kHz die Grenze von 0,002 nicht überschreitet. Es gelten für die einzelnen Oberschwingungen ebenfalls individuelle Werte, die eingehalten werden müssen. Um die Einhaltung dieser Grenzen zu überprüfen, sollen vorzugsweise Spannungswandler mit nachgeschalteten Messeinrichtungen zum Einsatz kommen.

[0006] Mit Spannungswandlern soll die Nieder- und Mittelspannung aus dem Energieversorgungsnetz derart herabgesetzt werden, dass für niedrige Spannungen ausgelegte und damit kostengünstige Messeinrichtungen zum Einsatz kommen können, um Spannung oder Spannungsverläufe in einem Nieder- oder Mittelspannungsnetz zu messen. Aus den Ergebnissen der Messeinrichtungen, die hinter einem Spannungswandler angeordnet sind, lassen sich Rückschlüsse auf die Verhältnisse im jeweiligen Nieder- oder Mittelspannungsnetz ziehen, insbesondere auch hinsichtlich der Spannungsqualität.

[0007] Grundsätzlich sind als Spannungswandler in-

duktive Spannungswandler bekannt. Diese funktionieren nach dem Prinzip des Transformators. Entsprechende Spannungswandler besitzen jedoch grundsätzlich Eigenschwingungen im für die Oberschwingungen in Nieder- und Mittelspannungsnetzen relevanten Frequenzbereich, welche die Übertragung im Spannungswandler stören. So kann beispielsweise ein induktiver 20-kV-Spannungswandler gemäß dem Stand der Technik Eigenschwingungen im Frequenzbereich von 2 kHz bis 15 kHz aufweisen, wobei das Übersetzungsverhältnis des Spannungswandlers bereits ab 1,5 kHz so stark beeinflusst sein kann, dass eine Messung der Oberschwingungen mithilfe eines entsprechenden Spannungswandlers nicht möglich ist. Es kommt also im Prinzip zu einer Begrenzung des Frequenzbands, wodurch nur Frequenzen unter 1,5 kHz akzeptabel übertragen werden können. Eine Bestimmung von Oberschwingungen in einem Nieder- oder Mittelspannungsnetz über 1,5 kHz ist mit einem induktiven Spannungswandler gemäß dem Stand der Technik daher nicht oder nur eingeschränkt möglich. Für die Überprüfung der THD-Werte in Nieder- und Mittelspannungsnetzen gilt das Gleiche.

[0008] Um Oberschwingungen in Nieder- oder Mittelspannungsnetzen ausreichend genau messen zu können, wird grundsätzlich gefordert, dass dafür vorgesehene Spannungswandler zumindest bis 2,5 kHz ein konstantes Übertragungsverhalten aufweisen. Weiterhin wird empfohlen, dass die Spannungswandler auch bis zu 9 kHz ein konstantes Übertragungsverhalten aufweisen. Dabei werden maximale Fehler kleiner als 5 % erwünscht.

[0009] Um ein entsprechendes Übertragungsverhalten zu erreichen, wurde im Stand der Technik versucht, die störenden Eigenschwingungen eines induktiven Spannungswandlers durch parallel geschaltete Kondensatoren an der Stirnseite der Primärspule zu reduzieren, wobei der Kondensator die Spule von deren Mitte bis zu dem mit der Erdung verbundenen äußeren Ende überspannt.

[0010] DE 10 2012 205 784 A1 offenbart einen Spannungswandler gemäß Oberbegriff von Anspruch 1.

[0011] Die Kondensatoren bei entsprechenden Spannungswandlern müssen eine hohe Spannung aushalten und sind in der Folge einer gewissen Alterung ausgesetzt, bei der sich die Kapazität des Kondensators ändern kann. Durch eine Änderung der Kapazität ändert sich jedoch das Eigenschwingungsverhalten der Kombination aus Spannungswandler und Kondensator, so dass ein für die Überprüfung der Spannungsqualität bevorzugtes konstantes Übertragungsverhalten nicht gewährleistet werden kann.

[0012] Aufgrund der hohen Anforderungen an die Spannungsfestigkeit und der damit ggf. verbundenen Alterung, welche eine intensive Wartung erfordern kann, ist der Einsatz entsprechender Spannungswandler in Schaltanlagen unpraktikabel oder gar unmöglich.

[0013] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen wartungsarmen Spannungswandler zu schaffen, der

dazu ausgebildet ist, die Oberschwingungen in Nieder- oder Mittelspannungsnetzen derart übertragen zu können, dass die Oberschwingungen mit einer nachgeschalteten Messeinrichtung zur Bestimmung der Spannungsqualität im Nieder- oder Mittelspannungsnetz ausreichend genau während der gesamten Lebensdauer des Wandlers erfasst werden können.

[0014] Gelöst wird diese Aufgabe durch einen Spannungswandler gemäß dem Hauptanspruch. Vorteilhafte Weiterbildungen sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

[0015] Bei den "untersten Lagen der Primärspule" handelt es sich um diejenigen Windungs- bzw. Wicklungslagen der Primärspule, die innenliegend und damit dem Spulenkern nächstliegend sind. Eine Primärspule eines Spannungswandlers für Nieder- und Mittelspannungen hat typischerweise wenigstens 10 oder wenigstens 20 Lagen.

[0016] Durch die erfindungsgemäß parallel geschaltete Kapazität kann eine Pol-Nullstellenkompensation der ersten Resonanz der Spulenordnung des Spannungswandlers erreicht werden, wobei ähnlich wie im Stand der Technik durch den Fachmann eine jeweils von der Größe her geeignete Kapazität zu ermitteln ist, welche die gewünschte Kompensation zur Folge hat. Durch eine entsprechende Pol-Nullstellenkompensation verbessert sich das Übertragungsverhalten des Spannungswandlers bis hin zu der ersten Resonanz erheblich. Der Erfindung liegt dabei die Erkenntnis zugrunde, dass trotz der gegenüber dem Stand der Technik geringeren Anzahl an Lagen, zu denen die Kapazität parallel geschaltet ist, durch die erfindungsgemäße Anordnung der Kapazität ein nahezu lineares Übertragungsverhalten in einem breiten Frequenzbereich ausgehend von und größer als 0 Hz erreicht werden kann, welches für den Einsatz als Messspannungswandler für Nieder- und Mittelspannungsnetze vorteilhaft ist und die gewünschte Verbesserung über einen größeren Frequenzbereich bringt.

[0017] Da bei dem erfindungsgemäßen Spannungswandler - anders als im Stand der Technik - die Kapazität nicht parallel zur Hälfte der Lagen der Primärspule, sondern zu einer geringeren Anzahl an Lagen geschaltet ist, ist es grundsätzlich ausreichend, wenn die Kapazität eine geringere Spannungsfestigkeit aufweist. In der Folge können kostengünstigere Kapazitäten bzw. Kondensatoren verwendet werden.

[0018] Da die Kapazität bei der erfindungsgemäßen Lösung gegenüber dem Stand der Technik weiterhin grundsätzlich mit weniger Spannung belastet wird, können kostengünstigere Kondensatoren verwendet werden. Auch fallen evtl. Alterungseffekte geringer aus.

[0019] Die Kapazität kann parallel zu den untersten 10 % der Lagen der Primärspule, vorzugsweise zu den untersten 5 % der Lagen der Primärspule, weiter vorzugsweise zu den untersten 3 % der Lagen der Primärspule geschaltet sein. Es ist auch möglich, dass die Kapazität parallel nur zu der untersten oder den beiden untersten Lagen der Primärspule geschaltet ist. Die Kapazität ist

dabei jeweils derart zu wählen, dass die gewünschte Pol-Nullstellenkompensation bei der ersten Resonanz erreicht wird. Die für die gewünschte Pol-Nullstellenkompensation geeignete Kapazität kann bspw. durch Versuche ermittelt werden.

[0020] Zur Parallelschaltung mit den untersten Lagen der Primärspule kann die Kapazität mit ihrem einen Anschluss mit der Zuleitung zur untersten Lage der Primärspule verbunden sein. Der andere Anschluss der Kapazität ist weiterhin an der Primärspule selbst angeschlossen, um die erfindungsgemäße Parallelschaltung zu erreichen. Durch den Anschluss an der Zuleitung wird die Herstellung eines erfindungsgemäßen Spannungswandlers vereinfacht und somit kostengünstiger möglich.

[0021] Spannungswandler für Nieder- und Mittelspannungen sind in der Regel gießharzisiert, d. h., die einzelnen Komponenten des Spannungswandlers sind vollständig vom Gießharz umschlossen. Das Gießharz füllt dabei den Raum um die Spulen und wirkt somit als ein von Luft verschiedenes Dielektrikum, wodurch sich auch das Frequenzverhalten des Spannungswandlers ändert. Die Gießharzisierung aus dem Stand der Technik umfasst die Primärspule, die wenigstens eine Sekundärspule, den Spulenkern sowie den parallel geschalteten Kondensator.

[0022] Der erfindungsgemäße Spannungswandler weist vorzugsweise ebenfalls eine Gießharzisierung auf, wobei jedoch die Kapazität außerhalb der Gießharzisierung angeordnet ist. In anderen Worten umschließt die Gießharzisierung also die Primärspule, die wenigstens eine Sekundärspule und den Spulenkern, nicht jedoch die Kapazität, die parallel zu den untersten Lagen der Primärspule geschaltet ist. Die Anordnung der Kapazität außerhalb der Gießharzisierung kann beispielsweise mithilfe von Anschlussleitungen, die sich durch die Gießharzisierung erstrecken, erreicht werden.

[0023] Die Anordnung der Kapazität außerhalb der Gießharzisierung bietet mehrere Vorteile. So kann auf eine aufwendige Polsterung der Kapazität, wie sie im Falle einer Anordnung eines Kondensators in der Gießharzisierung aufgrund von Schrumpfungsprozessen während des Aushärtens der Isolation notwendig ist, verzichtet werden. Auch ist es möglich, die Kapazität noch auf im Produktionsprozess unvermeidliche Abweichungen (bspw. bei der Aushärtung der Gießharzisierung) auf die dielektrischen Verhältnisse des Spannungswandlers, die bedeutende Auswirkungen auf dessen Frequenzgang haben können, einzustellen, indem ggf. eine individuell ermittelte Kapazität vorgesehen wird. Dadurch kann bei den Spannungswandlern trotz unvermeidlicher Produktionsabweichungen ein optimaler Frequenzgang gewährleistet werden.

[0024] Es ist weiter bevorzugt, wenn die Kapazität austauschbar ausgestaltet ist. Dadurch wird ein einfacher Austausch bei Ausfall oder evtl. Alterungseffekten der Kapazität ermöglicht, ohne dass der gesamte Spannungswandler ausgetauscht werden müsste. Die Kapazität kann dabei bspw. in einen von außen zugänglichen

Klemmenkasten angeordnet sein, wobei der Klemmenkasten selbst ggf. teilweise in die Gießharzisololation eingegossen ist.

[0025] Die Erfindung wird anhand von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die beigelegten Zeichnungen beispielhaft beschrieben. Es zeigen:

Figur 1: eine schematische Darstellung eines ersten Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen Spannungswandlers;

Figur 2: das Übertragungsverhalten eines gewöhnlichen induktiven Spannungswandlers und eines induktiven Spannungswandlers gemäß Figur 1; und

Figur 3: eine schematische Darstellung eines zweiten Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen Spannungswandlers.

[0026] In Figur 1 ist ein erfindungsgemäßer Spannungswandler 1 dargestellt, der für 20 kV ausgelegt ist. Der Spannungswandler 1 umfasst eine Primärspule 2, eine Sekundärspule 3 und einen Spulenkern 4. Die Sekundärspule 3 ist dabei um den Kern 4 angeordnet, während die Primärspule 2 um die Sekundärspule 3 angeordnet ist. Der Spannungswandler 1 funktioniert nach dem Prinzip eines Transformators, wobei eine an der Primärspule 2 anliegende höhere Wechselspannung auf eine niedrigere Wechselspannung an der Sekundärspule 3 transformiert wird. Die Primärspule 2 weist Zuleitungen 5 zum Anschluss an ein Energieversorgungsnetz auf. Die Sekundärspule 3 weist Anschlüsse zum Anschluss an eine Messeinrichtung auf. Aus Gründen der Übersichtlichkeit sind die genannten Anschlüsse der Sekundärspule sowie die Messeinrichtung in Figur 1 nicht dargestellt.

[0027] Bei dem Spannungswandler 1 in Figur 1 ist eine Kapazität 6 vorgesehen. Diese Kapazität 6 ist parallel zu den untersten 10 % der Lagen der Primärspule 2 geschaltet. Die Kapazität 6 ist dabei so gewählt, dass eine Pol-Nullstellenkompensation im Bereich der ersten Resonanz der Spulenanordnung des Spannungswandlers kommt.

[0028] Durch eine entsprechende Kompensation wird das Übertragungsverhalten des Spannungswandlers 1 im Bereich bis zur ersten Resonanz derart verbessert, dass auch eine im Wesentlichen verzerrungsfreie Übertragung von hochfrequenten Oberschwingungen und somit eine Überprüfung der Spannungsqualität in Nieder- oder Mittelspannungsnetzen möglich wird.

[0029] Diese Verbesserung des Übertragungsverhaltens wird anhand von Figur 2 veranschaulicht, wo die Vorteile des induktiven Spannungswandlers 1 gemäß Figur 1 gegenüber einem gewöhnlichen induktiven Spannungswandler deutlich werden. Als gewöhnlicher induktiver Spannungswandler wird dabei ein Spannungswandler bezeichnet, bei dem keine zur Primärspule pa-

rallel geschaltete Kapazität vorgesehen ist.

[0030] Bei dem in Figur 2 links dargestellten gewöhnlichen induktiven Spannungswandler bleibt der Phasengang in einem weiten, von 0 Hz ausgehenden Frequenzbereich (bis ca. 12 kHz) nahezu konstant. Im Amplitudengang über denselben Frequenzbereich werden jedoch bereits ab ca. 2 kHz deutliche Verzerrungen sichtbar. Aufgrund dieser Verzerrungen ist ein gewöhnlicher induktiver Spannungswandler für die Bestimmung der Spannungsqualität in einem Energieversorgungsnetz, insbesondere einem Nieder- oder Mittelspannungsnetz, nicht bzw. nur bedingt geeignet.

[0031] Bei einem Spannungswandler gemäß Figur 1, dessen Amplituden- und Phasengang rechts in Figur 2 dargestellt sind, ist der Phasengang ebenfalls in einem weiten, von 0 Hz ausgehenden Frequenzbereich (bis ca. 12 kHz) nahezu konstant. Gegenüber eines gewöhnlichen Spannungswandlers ist jedoch auch der Amplitudengang bis zu einer Frequenz von ca. 11 kHz nahezu konstant. Aufgrund dieses vorteilhaften Übertragungsverhaltens ist der Spannungswandler gemäß Figur 1 für die Bestimmung der Spannungsqualität in einem Energieversorgungsnetz und insbesondere auch in einem Nieder- oder Mittelspannungsnetz gut geeignet.

[0032] In Figur 3 ist ein zweites Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Spannungswandlers 1 dargestellt. Der grundsätzliche Aufbau dieses Spannungswandlers 1 ist vergleichbar mit demjenigen aus Figur 1. Es wird daher auf die obigen Ausführungen verwiesen und im Folgenden nur auf die Unterschiede bei den genannten Spannungswandlern 1 eingegangen.

[0033] Bei dem Spannungswandler 1 gemäß Figur 3 sind die Primärspule 2, die Sekundärspule 3 sowie der Spulenkern 4 in eine Gießharzisololation 7 eingegossen. Ebenfalls in die Gießharzisololation 7 eingegossen ist ein von außen zugänglicher Klemmenkasten 8, in dem die Kapazität 6 austauschbar angeordnet ist. Die Kapazität 6 ist dabei über Anschlussleitungen 9 zu den untersten beiden Lagen der Primärspule 1 parallel geschaltet. Dazu ist die eine Anschlussleitung 9 mit der Primärspule 1, genauer mit der zweit-untersten Lage der Primärspule 1, verbunden, während die andere Anschlussleitung 9 mit der Zuleitung 5 verbunden ist. Die Anschlussleitungen 9 sind ebenfalls in die Gießharzisololation eingegossen.

[0034] Durch die Anordnung der Kapazität 6 im von außen zugänglichen Klemmenkasten 8 ist eine einfache Austauschbarkeit der Kapazität 6 gewährleistet. Dadurch ist es möglich, auf Produktionsschwankungen bei der Herstellung eines erfindungsgemäßen Spannungswandlers 1 zu reagieren und eine an evtl. auftretende Abweichungen im Frequenzgang des Spannungswandlers angepasste Kapazität 6 zu verwenden, um die gewünschte Pol-Nullstellenkompensation bzw. den im Wesentlichen konstanten Frequenzgang bis zur ersten Resonanzfrequenz der Spulenanordnung des Spannungswandlers 1 zu erreichen. Auch ist es möglich, die Kapazität 6 bei Ausfall oder wegen evtl. Alterungserscheinun-

gen einfach auszutauschen, ohne dass der Spannungswandler 1 insgesamt ausgetauscht werden müsste.

Patentansprüche

1. Spannungswandler (1) umfassend eine Primärspule (2), wenigstens eine Sekundärspule (3) und einen Spulenkern (4), wobei die wenigstens eine Sekundärspule (3) um den Spulenkern (4) und die Primärspule (2) um die wenigstens eine Sekundärspule (3) angeordnet ist, wobei der Spannungswandler eine Kapazität (6) parallel zu den Lagen der Primärspule (2) umfasst, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kapazität (6) parallel zu den untersten Lagen der Primärspule (2) geschaltet ist, wobei die untersten Lagen diejenigen Wicklungslagen der Primärspule sind, die innenliegend und damit dem Spulenkern nächstliegend sind, und wobei die Kapazität nur zu einer Anzahl der untersten Lagen parallel geschaltet ist, die kleiner ist als die Hälfte der Anzahl aller Lagen der Primärspule (2).
2. Spannungswandler nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kapazität (6) parallel zu den untersten 10 % der Lagen der Primärspule (2), vorzugsweise zu den untersten 5 % der Lagen der Primärspule (2), weiter vorzugsweise zu den untersten 3 % der Lagen der Primärspule (2) geschaltet ist.
3. Spannungswandler nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kapazität (6) parallel zu den beiden untersten Lagen der Primärspule (2) geschaltet ist.
4. Spannungswandler nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kapazität (6) mit ihrem einen Anschluss mit einer der Zuleitungen (5) der Primärspule (2) verbunden ist.
5. Spannungswandler nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Spannungswandler eine Gießharzisolierung (7) umfasst, die die Primärspule (2), die Sekundärspule (3) und den Spulenkern (4) vollständig umschließt, wobei die Kapazität (6) außerhalb der Gießharzisolierung (7) angeordnet ist.
6. Spannungswandler nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kapazität (6) austauschbar, vorzugsweise in einem von außen zugänglichen Klemmenkasten (8), angeordnet ist.

7. Spannungswandler nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Primärspule (2) wenigstens 10, weiter vorzugsweise wenigstens 20 Lagen aufweist.

Claims

1. Voltage transformer (1) comprising a primary coil (2), at least one secondary coil (3) and a coil core (4), wherein the at least one secondary coil (3) is arranged around the coil core (4) and the primary coil (2) is arranged around the at least one secondary coil (3), wherein the voltage transformer comprises a capacitance (6) in parallel with the layers of the primary coil (2), **characterized in that** the capacitance (6) is connected in parallel with the bottommost layers of the primary coil (2), wherein the bottommost layers are those winding layers of the primary coil that lie on the inside and hence are closest to the coil core, and wherein the capacitance is connected in parallel with only a number of the bottommost layers that is smaller than half the number of all the layers of the primary coil (2).
2. Voltage transformer according to Claim 1, **characterized in that** the capacitance (6) is connected in parallel with the bottommost 10% of the layers of the primary coil (2), preferably with the bottommost 5% of the layers of the primary coil (2), further preferably with the bottommost 3% of the layers of the primary coil (2).
3. Voltage transformer according to Claim 1, **characterized in that** the capacitance (6) is connected in parallel with the two bottommost layers of the primary coil (2).
4. Voltage transformer according to one of the preceding claims, **characterized in that** the capacitance (6) is connected by way of its one connection to one of the feed lines (5) of the primary coil (2).
5. Voltage transformer according to one of the preceding claims, **characterized in that** the voltage transformer comprises a cast-resin isolation (7), which completely encloses the primary coil (2), the secondary coil (3) and the coil core (4), wherein the capacitance (6) is arranged outside of the cast-resin isolation (7).
6. Voltage transformer according to Claim 5, **characterized in that** the capacitance (6) is arranged so as to be replaceable, preferably in a terminal box (8) that is accessible from the outside.

7. Voltage transformer according to one of the preceding claims, **characterized in that** the primary coil (2) has at least 10, further preferably at least 20, layers.

Revendications

1. Convertisseur de tension (1) comportant une bobine primaire (2), au moins une bobine secondaire (3) et un noyau de bobine (4), dans lequel ladite au moins une bobine secondaire (3) est agencée autour du noyau de bobine (4) et la bobine primaire (2) est agencée autour de la ladite au moins une bobine secondaire (3), le convertisseur de tension comprend une capacité (6) parallèlement aux couches de la bobine primaire (2),
caractérisé en ce que
la capacité (6) est branchée en parallèle avec les couches les plus inférieures de la bobine primaire (2), les couches les plus inférieures étant celles des couches d'enroulement de la bobine primaire qui se trouvent à l'intérieur et donc au plus près du noyau de bobine, et la capacité n'est branchée en parallèle qu'avec un certain nombre des couches les plus inférieures, qui est plus petit que la moitié du nombre de toutes les couches de la bobine primaire (2).
2. Convertisseur de tension selon la revendication 1, **caractérisé en ce que**
la capacité (6) est branchée en parallèle aux couches les plus inférieures représentant 10 % des couches de la bobine primaire (2), de préférence aux couches les plus inférieures représentant 5 % des couches les plus inférieures de la bobine primaire (2), de préférence particulière aux couches les plus inférieures représentant 3 % des couches de bobine primaire (2).
3. Convertisseur de tension selon la revendication 1, **caractérisé en ce que**
la capacité (6) est branchée en parallèle aux deux couches les plus inférieures de la bobine primaire (2).
4. Convertisseur de tension selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que**
la capacité (6) est connectée par sa propre borne à l'une des lignes d'alimentation (5) de la bobine primaire (2).
5. Convertisseur de tension selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que**
le convertisseur de tension comprend une isolation en résine coulée (7) qui entoure complètement la bobine primaire (2), la bobine secondaire (3) et le

noyau de bobine (4), la capacité (6) étant agencée à l'extérieur de l'isolation en résine coulée (7).

- 5 6. Convertisseur de tension selon la revendication 5, **caractérisé en ce que**
la capacité (6) est agencée de façon interchangeable, de préférence dans un caisson à bornes (8) accessible depuis l'extérieur.
- 10 7. Convertisseur de tension selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que**
la bobine primaire (2) comprend au moins 10, de préférence au moins 20 couches.

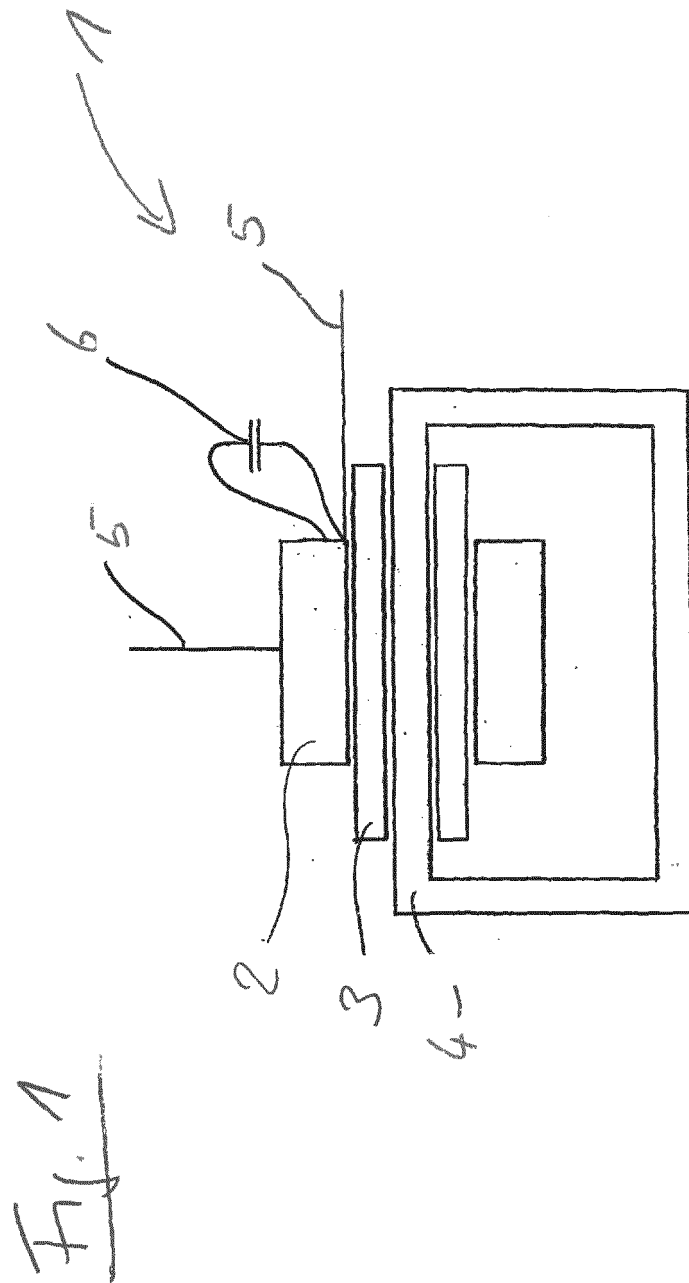
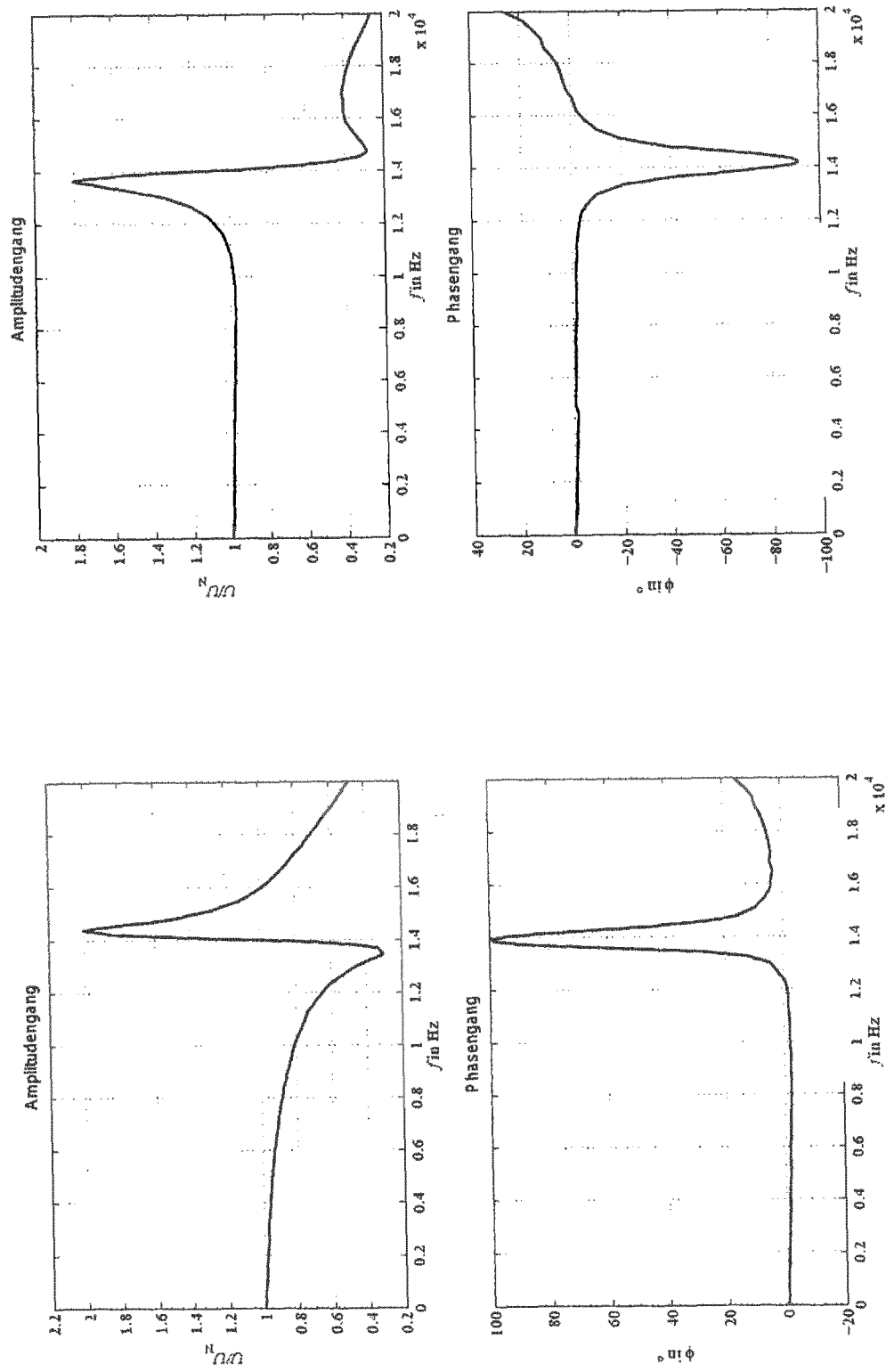
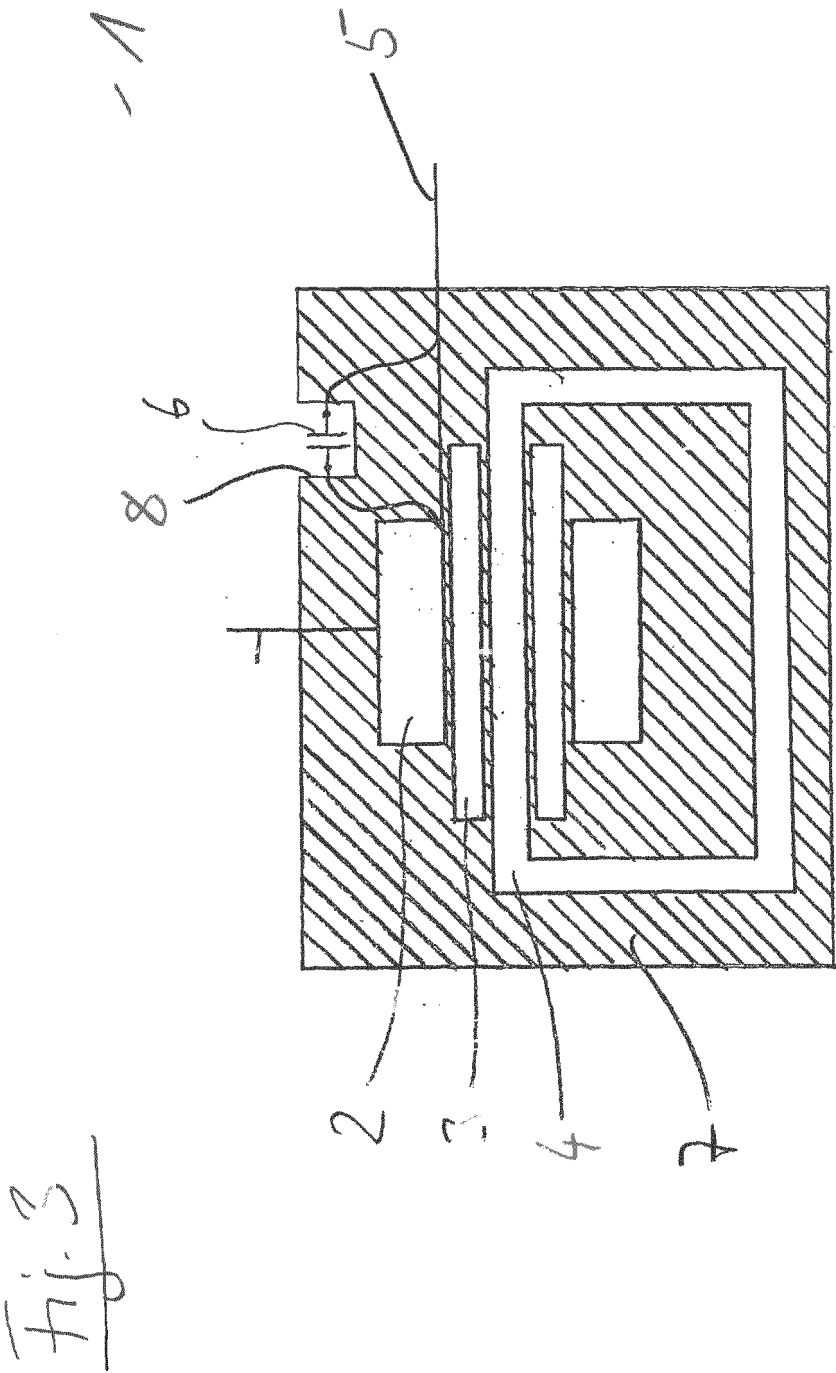


Fig. 2



(induktiver Spannungswandler gemäß Figur 1)

(gewöhnlicher induktiver Spannungswandler)



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 102012205784 A1 [0010]