

WO 2013/127555 A1

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges

Eigentum

Internationales Büro



(43) Internationales

Veröffentlichungsdatum

6. September 2013 (06.09.2013)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer

WO 2013/127555 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

G01R 31/00 (2006.01)

(DE). BERGMANN, Ralf [DE/DE]; Obermeusegast 17,  
01809 Dohna (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen:

PCT/EP2013/050623

(74)

(22) Internationales Anmeldedatum:

15. Januar 2013 (15.01.2013)

(25) Einreichungssprache:

Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache:

Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:

10 2012 101 548.1

27. Februar 2012 (27.02.2012) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): MASCHINENFABRIK REINHAUSEN GMBH [DE/DE]; Falkensteinstraße 8, 93059 Regensburg (DE).

(72) Erfinder; und

(71) Anmelder (nur für US): HINOW, Martin [DE/DE]; Schuberstraße 23, 01307 Dresden (DE). STEPHAN, Uwe [DE/DE]; Hohe Lehne 15, 01705 Freital (DE). SIEBERT, Günther [DE/DE]; Rähnitzer Mühlweg 6, 01108 Dresden

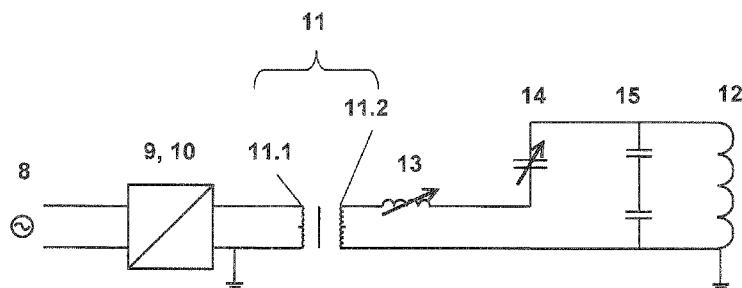
(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: TEST SYSTEM AND METHOD FOR TESTING HIGH-VOLTAGE TECHNOLOGY DEVICES

(54) Bezeichnung : PRÜFSYSTEM UND VERFAHREN ZUR PRÜFUNG VON GERÄTEN DER HOCHSPANNUNGSTECHNIK



Figur 2

(57) Abstract: The present invention relates to a test system for high-voltage technology devices, in particular shunt reactors, as defined in the preamble of independent patent claim 1. The invention also relates to a method which can be carried out with this test system and is intended to test high-voltage technology devices according to coordinate patent claim 5. The general idea of the test system according to the invention is to provide a continuously adjustable inductance and a capacitance, which can be adjusted in discrete steps, on the secondary side of the test transformer in such a manner that said components form a series resonant circuit together with the test object in the form of an inductance. In the method which can be carried out with the test system according to the invention, a rough adjustment of the test system is carried out using the discretely adjustable capacitances of the capacitor bank by connecting individual capacitances of the capacitor bank via an iterative process if an undercapacitance is measured in the test system by means of a measuring device or by disconnecting individual capacitances if an overcapacitance is measured by means of the measuring device until a predefined threshold value of an overcapacitance prevails, with the result that fine tuning of the test system is then carried out by means of the continuously adjustable inductance in such a manner that said components form, together with the test object in the form of an inductance, a series resonant circuit which can be tuned to the point of resonance thereof.

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**Veröffentlicht:**

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

---

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Prüfsystem für Geräte der Hochspannungstechnik, insbesondere von Shunt Reaktoren, wie es im Oberbegriff des unabhängigen Patentanspruches 1 definiert ist. Die Erfindung betrifft weiterhin ein mit diesem Prüfsystem durchführbares Verfahren zur Prüfung von Geräten der Hochspannungstechnik gemäß dem nebengeordneten Patentanspruch 5. Die allgemeine Idee des erfindungsgemäßen Prüfsystems besteht darin, auf der Sekundärseite des Prüftransformators eine kontinuierlich einstellbare Induktivität sowie eine in diskreten Schritten einstellbare Kapazität vorzusehen, derart, dass diese genannten Komponenten zusammen mit dem als Induktivität ausgebildeten Prüfobjekt einen Reihenschwingkreis bilden. Bei dem mit dem erfindungsgemäßen Prüfsystem durchführbaren Verfahren, erfolgt über die diskret einstellbaren Kapazitäten der Kondensatorbank eine Grobeinstellung des Prüfsystems, indem über einen iterativen Prozess einzelne Kapazitäten der Kondensatorbank zugeschaltet werden, wenn eine Unterkapazität im Prüfsystem mittels einer Messeinrichtung gemessen wird, bzw. einzelne Kapazitäten abgeschaltet werden, wenn mittels der Messeinrichtung eine Überkapazität gemessen wird, bis ein vorab festgelegter Schwellwert einer Überkapazität herrscht, so dass nachfolgend mittels der kontinuierlich einstellbaren Induktivität eine Feinabstimmung des Prüfsystems durchgeführt wird, derart, dass diese genannten Komponenten zusammen mit dem als Induktivität ausgebildeten Prüfobjekt einen Reihenschwingkreis bilden, der auf seinen Resonanzpunkt hin abstimmbar ist.

## Prüfsystem und Verfahren zur Prüfung von Geräten der Hochspannungstechnik

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Prüfsystem für Geräte der Hochspannungstechnik, insbesondere von Shunt Reaktoren, wie es im Oberbegriff des unabhängigen

- 5 Patentanspruches 1 definiert ist. Die Erfindung betrifft weiterhin ein mit diesem Prüfsystem durchführbares Verfahren zur Prüfung von Geräten der Hochspannungstechnik gemäß dem nebengeordneten Patentanspruch 5.

Shunt Reaktoren, oder auch als Kompensations-Drosselpulen bekannt, sind dem

- 10 Fachmann aus dem Stand der Technik hinreichend geläufig und werden dabei schwerpunktmäßig in Mittel- und Hochspannungsnetzen zur Verbesserung der Stabilität und Wirtschaftlichkeit der Energieübertragungssysteme eingesetzt. Sie umfassen im Wesentlichen eine Spule mit wenigstens einer Wicklung und einen zwischen den Windungen der Spule verschiebbaren Eisenkern zur Steuerung der Induktivität. Diese Geräte der  
15 Energietechnik kompensieren die kapazitiven Blindleistungen der Übertragungsleitungen, insbesondere in schwach belasteten oder leer laufenden Übertragungsnetzen. Shunt Reaktoren setzen netzfrequente Überspannungen bei plötzlichem Lastabfall oder leer laufenden Übertragungsnetzen herab. In einem Prüfsystem für Geräte der Hochspannungstechnik stellt eine Kompensations-Drosselpule eine zu prüfende Induktivität  
20 dar.

Die Hochspannungsprüfung kontrolliert, ob die Kompensations-Drosselpule qualitativ richtig gefertigt wurde. Dabei verfolgt eine sogenannte Stoßspannungsprüfung grundsätzlich den Zweck, transiente Überspannungen in Drehstromnetzen mittels künstlich erzeugten

- 25 impulsförmigen Stößen zu simulieren. Einen wesentlich umfangreicherer Teil stellen die Prüfungen mit Wechselspannung dar. Das Prüfobjekt wird dabei mit einer Wechselspannung beaufschlagt. Auf diese Weise kann z.B. die Linearität der Kompensations-Drosselpule, ihr Vibrations-, und Geräuschverhalten oder die Temperaturkoeffizienten überprüft werden. Weitere wesentliche Bestandteile sind die Verlustleistungsmessung und die induzierte  
30 Spannungsprüfung mit Teilentladungsmessung. Die letztgenannte Prüfung liefert eine entscheidende Aussage über die Qualität der Hochspannungsisolierung der Kompensationsdrosselpule.

Die Anforderungen, Spannungsformen sowie die Bestimmung derer Parameter sind in der ICE 60060-1, der IEC 60076-3 und der IEC 60076-6 definiert.

In Figur 1 ist ein aus dem Stand der Technik bekanntes Prüfsystem für Shunt Reaktoren, wie es den Oberbegriff des gültigen Hauptanspruches bildet, gezeigt. Dieses Prüfsystem ist insbesondere zur Prüfung von Shunt Reaktoren geeignet und umfasst einen Motor-Generatorsatz, der von einer Einspeisungsquelle elektrisch gespeist wird. Der Motor-

- 5 Generatorsatz hat innerhalb des Prüfsystems die Aufgabe, Frequenz und Spannung für das Prüfsystem anzupassen und zu regeln. Alternativ zu dem Motor-Generatorsatz kann auch ein Frequenzumrichter vorgesehen sein, dessen Eingänge mit einer Energiequelle, beispielsweise dem Stromnetz, verbunden sind. Die Ausgänge des Motor-Generatorsatzes bzw. alternativ des Frequenzumrichters sind dabei mit der Primärseite eines  
10 Prüftransformators verbunden. In die Verbindungsleitung zwischen den Ausgängen des Motor-Generatorsatzes bzw. des Frequenzumrichters ist eine Kompensationseinheit, hier eine veränderbare Kapazität, zwischengeschaltet. An die Sekundärseite des Prüftransformators ist das eigentliche Prüfobjekt, nämlich der Shunt Reaktor, der in seinem elektrischen Ersatzschaltbild eine Induktivität darstellt, angeschlossen. Um die Spannung am  
15 Prüfobjekt auf messbare Werte zu reduzieren, ist zwischen dem Prüfobjekt und der Sekundärseite des Prüftransformators ein Spannungsteiler vorgesehen, der mit einer nicht dargestellten Auswerteeinheit in Verbindung steht. All diese genannten Komponenten eines aus dem Stand der Technik bekannten Prüfsystems für Shunt Reaktoren sind dem einschlägigen Fachmann seit Jahrzehnten bekannt und beispielsweise bei der Anmelderin  
20 als Prüfsystem für Geräte der Hochspannungstechnik erhältlich.

Um Shunt Reaktoren sehr großer Leistung von beispielsweise 110 MVA oder darüber hinaus prüfen zu können, ist es bei dem aus dem Stand der Technik bekannten Prüfsystem erforderlich, einen Prüftransformator mit eben so großen elektrischen Kenngrößen

- 25 bereitzustellen, da der Prüftransformator für die maximale Prüfspannung ausgelegt werden muss. Der Motor-Generatorsatz, der zusammen mit der Energiequelle zur elektrischen Versorgung des Prüftransformators ausgebildet ist, muss ebenfalls für die maximale Prüfspannung ausgelegt sein. Die Kosten des Prüfsystems werden im Wesentlichen von der elektrischen Dimensionierung des Prüftransformators bestimmt. Ein derartig ausgelegter  
30 Prüftransformator mit einer elektrischen Leistung von bis zu 110 MVA kostet dabei etliche Millionen Euro und ist zudem auf Grund seiner Masse nicht mehr von Kränen bewegbar.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, ein Prüfsystem für Geräte der Hochspannungstechnik bereitzustellen, bei dem der Prüftransformator in seinen elektrischen

- 35 Kenngrößen nicht mehr für die maximale am Prüfobjekt anzulegende maximale

Prüfspannung ausgelegt werden muss. Weiterhin ist es Aufgabe der Erfindung, ein mit diesem Prüfsystem durchführbares Verfahren anzugeben.

Diese Aufgabe wird durch ein Prüfsystem für Geräte der Hochspannungstechnik,

- 5 insbesondere von Shunt Reaktoren, mit den Merkmalen des ersten Patentanspruches sowie durch ein Verfahren mit den Merkmalen des nebengeordneten fünften Patentanspruches gelöst.

Die allgemeine Idee des erfindungsgemäßen Prüfsystems besteht darin, auf der

- 10 Sekundärseite des Prüftransformators eine kontinuierlich einstellbare Induktivität sowie eine in diskreten Schritten einstellbare Kapazität vorzusehen, derart, dass diese genannten Komponenten zusammen, mit dem als Induktivität ausgebildeten Prüfobjekt, einen Reihenschwingkreis bilden, der auf seinen Resonanzpunkt hin abstimmbar ist. Die wesentlichen Komponenten des Prüfsystems sind dabei das eigentliche Prüfobjekt, nämlich  
15 der eine Induktivität bildende Shunt Reaktor, sowie die eine Kapazität darstellende Kondensatorbank. Diese beiden Komponenten sowie die stellbare Induktivität, die beispielsweise als Stelldrossel ausgebildet sein kann, bilden nach dem Wesen der Erfindung in ihrer gegenseitigen Wechselwirkung einen Reihenschwingkreis, der von einer Energiequelle und einem Motor-Generatorsatz gespeist wird. Um das Prüfsystem auf den  
20 Resonanzpunkt hin abzustimmen, müssen die in diskreten Schritten einstellbare Kapazität der Kondensatorbank, das als Induktivität ausgebildete Prüfobjekt sowie die sich in kontinuierlichen Schritten einstellbare Induktivität der Stelldrossel aufeinander abgestimmt werden, was nach den Schritten des nachfolgend beschriebenen, erfindungsgemäßen Verfahrens passiert. Damit kann der bisher in seinen elektrischen Kenngrößen an das  
25 Prüfobjekt angepasste Prüftransformator deutlich kleiner und kostengünstiger konstruiert werden. Für einen Shunt Reaktor von 110 MVA ist nach dem Wesen der Erfindung ein Prüftransformator mit einer Leistung von nur mehr 4 MVA ausreichend. Nicht nur der Prüftransformator kann damit für kleinere Leistungen bemessen werden, auch der Motor-Generatorsatz zur Speisung des Prüfsystems, der bisher die gesamte, dem Prüfsystem  
30 eingeprägte Leistung bereitstellen muss, kann an die sich erfindungsgemäß ändernden Rahmenparameter angepasst werden. Die Gesamtkosten für das Prüfsystem verringern sich damit im Vergleich zum Stand der Technik erheblich.

Um ein mit dem erfindungsgemäßen Prüfsystem durchführbares Verfahren vorschlagen zu

- 35 können, müsste zudem folgende technische Problemstellung gelöst werden: Die elektrischen

Kenngrößen des Prüfobjekts, insbesondere dessen Induktivität, sind dabei nicht veränderbar und bilden innerhalb des Prüfsystems eine Konstante. Gleichzeitig ist bei den elektrischen Kenngrößen des Prüfobjekts fertigungsbedingt mit einer Abweichung von bis zu 5 % der Sollwerte zu rechnen, so dass die Rahmenparameter des Prüfsystems nicht ohne weiteres

5 vorhergesehen und damit voreingestellt werden können. Der Frequenzumrichter des Prüfsystems kann dabei variable Frequenzen von bis zu 200 Hz erzeugen, wobei für die Prüfung zwei Frequenzen von Bedeutung sind:

- Die induzierte Spannungsprüfung mit einer Frequenz von 120 bis 200 Hz
- Die Verlustleistungsmessung bei Netzfrequenz, d.h. 50 bzw. 60 Hz.

10

Bei der induzierten Spannungsprüfung kann eine zusätzliche Feinabstimmung des Resonanzkreises des erfindungsgemäßen Prüfsystems über die Anpassung der durch den Frequenzumrichter einstellbaren Prüffrequenz erfolgen, da die Prüffrequenz, wie oben erwähnt, in einer bestimmten Bandbreite frei gewählt werden darf. Bei der

15 Verlustleistungsmessung ist jedoch eine feste Prüffrequenz durch die einschlägige IEC vorgegeben. Hier ist eine genau Abstimmung zwischen Kapazität und Induktivität erforderlich. Da die Kapazität der Kondensatorbank, wie ebenfalls oben erwähnt, nur in diskreten Schritten, d.h. nicht kontinuierlich, eingestellt werden kann, ist erfindungsgemäß eine zusätzliche Stelldrossel zur Feinabstimmung des Prüfkreises vorgesehen. Dies deshalb,

20 weil deren Induktivität über einen bestimmten Bereich im Gegenzug kontinuierlich einstellbar ist. Dieser kontinuierlich einstellbare Bereich ist jedoch relativ klein und gleicht die fertigungsbedingten Toleranzen der elektrischen Kenngrößen des Prüfobjekts von bis zu 5 % nicht aus.

25 Es wird daher ein mit dem erfindungsgemäßen Prüfsystem durchführbares Verfahren vorgeschlagen, bei dem über die diskret einstellbaren Kapazitäten der Kondensatorbank eine Grobeinstellung des Prüfsystems erfolgt, indem über einen iterativen Prozess einzelne Kapazitäten der Kondensatorbank zugeschaltet werden, wenn eine Unterkapazität im Prüfsystem mittels einer Messeinrichtung gemessen wird, bzw. einzelne Kapazitäten

30 abgeschaltet werden, wenn mittels der Messeinrichtung eine Überkapazität gemessen wird, bis ein vorab festgelegter Schwellwert einer Überkapazität herrscht, so dass nachfolgend mittels der kontinuierlich einstellbaren Induktivität eine Feinabstimmung des Prüfsystems durchgeführt wird, derart, dass diese genannten Komponenten zusammen mit dem als Induktivität ausgebildeten Prüfobjekt einen Reihenschwingkreis bilden, der auf seinen

35 Resonanzpunkt hin abstimmbar ist.

Die Erfindung soll nachstehend beispielhaft an Hand von Zeichnungen noch näher erläutert werden.

5 Es zeigen:

- Figur 1 ein aus dem Stand der Technik bekanntes Prüfsystem für Geräte der Hochspannungstechnik, wie es in der Beschreibungseinleitung gewürdigt ist
- 10 Figur 2 ein erfindungsgemäßes Prüfsystem für Geräte der Hochspannungstechnik.

In Figur 2 ist ein erfindungsgemäßes Prüfsystem für Geräte der Hochspannungstechnik, insbesondere solche, die in ihrem elektrischen Ersatzschaltbild eine Induktivität darstellen, 15 gezeigt. Das Prüfsystem umfasst eine Energiequelle 8 zur elektrischen Speisung, wobei die Energiequelle 8 beispielsweise durch das ohnehin vorhandene Stromnetz gebildet werden kann. Die Energiequelle 8 ist in Figur 2 mit Eingängen eines Frequenzumrichters 9 verbunden, der als ein am Markt üblicher Frequenzumrichter ausgebildet sein kann. Statt der netzstromseitigen energetischen Speisung in Wechselwirkung mit einem Frequenzumrichter 20 9, kann das erfindungsgemäße Prüfsystem alternativ auch mit einem Motor-Generatorsatz 10 betrieben werden. Der Motor-Generatorsatz 10 hat innerhalb des Prüfsystems die Aufgabe, Frequenz und Spannung für das Prüfsystem anzupassen und zu regeln. Der Motor-Generatorsatz 10 stellt also ein dem Fachmann bekanntes Äquivalent zu dem Frequenzumrichter 9 dar. Die Ausgänge des Frequenzumrichters 9, bzw. des Motor- 25 Generatorsatzes 10 sind dabei mit einer Primärseite 11.1 eines Prüftransformators 11 verbunden. Die elektrischen Eingangsgrößen des Prüftransformators 11 sind je nach Ausführung 5 kV - 20 kV, 50 Hz für die Verlustleistungsprüfung bzw. 200 Hz für die induzierte Spannungsprüfung. Die Ausführung des Motor-Generatorsatzes 10 orientiert sich nach den örtlichen Gegebenheiten der Energieversorgung, was zu einer Variantenvielfalt 30 führt. Häufig wird das Prüffeld mit einem Industrieenergieversorgungsnetz (3-Phasen Wechselspannung, 50 Hz, 10 kV -20 kV) versorgt. In diesem Fall ist der Motor als eine elektrische Maschine, vorzugsweise als eine Synchronmaschine ausgeführt. Ist kein leistungsstarkes elektrisches Energieversorgungsnetz vorhanden, so kann an dieser Stelle 35 ein Dieselmotor eingesetzt werden um damit die Energiequelle zu ersetzen. Der Motor sitzt mit dem Generator auf einer gemeinsamen Welle. Die kinetische Energie wird im Generator

in eine elektrische Energie umgewandelt und an den Prüftransformator 11 gegeben. Der Generator ist in den häufigsten Fällen eine Synchronmaschine. Die genaue Ausführungsform d.h. Schenkelpol-, oder Vollpolmaschine, Polpaarzahl, richtet sich nach der Umdrehungszahl der verbindenden Welle und damit nach der Ausführung des Motors.

5

An eine Sekundärseite 11.2 des Prüftransformators 11 ist ein Prüfobjekt 12, nämlich ein Shunt Reaktor, der in seinem elektrischen Ersatzschaltbild eine Induktivität darstellt, angeschlossen. Abweichend zum Stand der Technik, der in Figur 1 dargestellt ist, weist das erfindungsgemäße Prüfsystem auf der Sekundärseite 11.2 des Prüftransformators 11 eine kontinuierlich einstellbare Induktivität 13 sowie eine in diskreten Schritten einstellbare Kapazität 14, die beide als Reihenschaltung in das Prüfsystem integriert sind, auf, derart, dass mit diesen genannten Komponenten zusammen mit dem als Induktivität ausgebildeten Prüfobjekt 12 ein Reihenschwingkreis bildbar ist.

10

Um die Spannung am Prüfobjekt 12 auf messbare Werte zu reduzieren, ist zwischen dem Prüfobjekt 12 und der Sekundärseite 11.2 des Prüftransformators 11 ein Spannungsteiler 15 vorgesehen, der mit einer nicht dargestellten Auswerteeinheit in Verbindung steht.

15

Bei dem mit dem erfindungsgemäßen Prüfsystem durchführbaren Verfahren erfolgt über die diskret einstellbaren Kapazitäten 14 der Kondensatorbank eine Grobeinstellung des Prüfsystems, indem über einen iterativen Prozess einzelne Kapazitäten 14 der Kondensatorbank zugeschaltet werden, wenn eine Unterkapazität im Prüfsystem mittels einer Messeinrichtung gemessen wird, bzw. einzelne Kapazitäten abgeschaltet werden, wenn mittels der Messeinrichtung eine Überkapazität gemessen wird, bis ein vorab festgelegter Schwellwert einer Überkapazität herrscht, so dass nachfolgend mittels der kontinuierlich einstellbaren Induktivität 13 eine Feinabstimmung des Prüfsystems durchgeführt wird, derart, dass diese genannten Komponenten zusammen mit dem als Induktivität ausgebildeten Prüfobjekt 12 einen Reihenschwingkreis bilden, der auf seinen Resonanzpunkt hin abstimmbare ist.

20

25

30

**Bezugszeichenliste:**

- 1 Motor-Generatorsatz
- 5 2 Energiequelle
- 3 Frequenzumrichter
- 4 Prüftrafo
- 4.1 Primärseite
- 4.2 Sekundärseite
- 10 5 veränderbare Kapazität
- 6 Prüfobjekt (Induktivität)
- 7 Spannungsteiler
- 8 Energiequelle
- 9 Frequenzumrichter
- 15 10 Motor-Generatorsatz
- 11 Prüftrafo
- 11.1 Primärseite
- 11.2 Sekundärseite
- 12 Prüfobjekt
- 20 13 einstellbare Induktivität
- 14 einstellbare Kapazität
- 15 Spannungsteler

## Patentansprüche

1. Prüfsystem für Geräte der Hochspannungstechnik,  
5 umfassend eine Energiequelle (8) zur elektrischen Speisung des Prüfsystems,  
einen mit der Energiequelle (8) elektrisch in Verbindung stehenden Motor-  
Generatorsatz (10) zur Anpassung und Regelung von Frequenz und Spannung  
innerhalb des Prüfsystems,  
10 einen Prüftransformator (11), der mit seiner Primärseite (11.1) mit dem Motor-  
Generatorsatz (10) elektrisch verbunden ist, während seine Sekundärseite (11.2) mit  
dem eigentlichen Prüfobjekt (12) elektrisch verbunden ist,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
15 dass auf der Sekundärseite (11.2) des Prüftransformators (11) eine kontinuierlich  
einstellbare Induktivität sowie eine in diskreten Schritten einstellbare Kapazität  
vorgesehen sind, so dass die kontinuierlich einstellbare Induktivität sowie die in  
diskreten Schritten einstellbare Kapazität zusammen mit dem Prüfobjekt (12) einen  
Reihenschwingkreis bilden, der auf seinen Resonanzpunkt hin abstimmbare ist.
2. Prüfsystem nach Anspruch 1,  
20 **dadurch gekennzeichnet,**  
dass die kontinuierlich einstellbare Induktivität eine Stelldrossel ist.
3. Prüfsystem nach Anspruch 1 oder 2,  
25 **dadurch gekennzeichnet,**  
dass die in diskreten Schritten einstellbare Kapazität eine Kondensatorbank ist.
4. Prüfsystem nach einem der Ansprüche 1 bis 3,  
30 **dadurch gekennzeichnet,**  
dass zwischen der Sekundärseite (11.2) des Prüftransformators (11) und dem  
Prüfobjekt (12) ein Spannungsteiler vorgesehen ist.
5. Verfahren zur Prüfung von Geräten der Hochspannungstechnik,  
umfassend eine Energiequelle (8) zur elektrischen Speisung des Prüfsystems,

einen mit der Energiequelle (8) elektrisch in Verbindung stehenden Motor-Generatorsatz (10) zur Anpassung und Regelung von Frequenz und Spannung innerhalb des Prüfsystems,

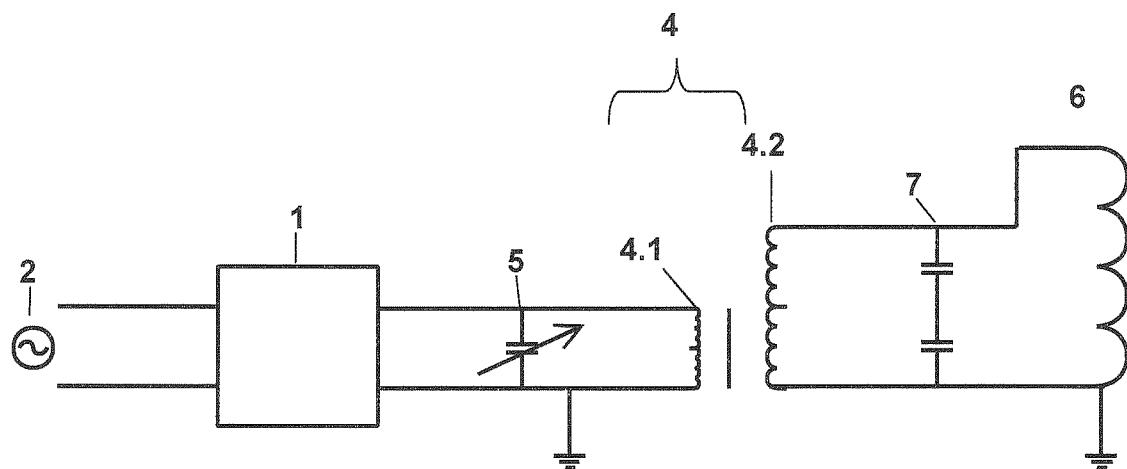
5 einen Prüftransformator (11), der mit seiner Primärseite (11.1) mit dem Motor-Generatorsatz (10) elektrisch verbunden ist, während seine Sekundärseite (11.2) mit dem eigentlichen Prüfobjekt (12) elektrisch verbunden ist und der Prüftransformator (11) die elektrische Energie des Motor-Generatorsatzes (10) auf eine Prüfspannung transformiert,

dadurch gekennzeichnet,

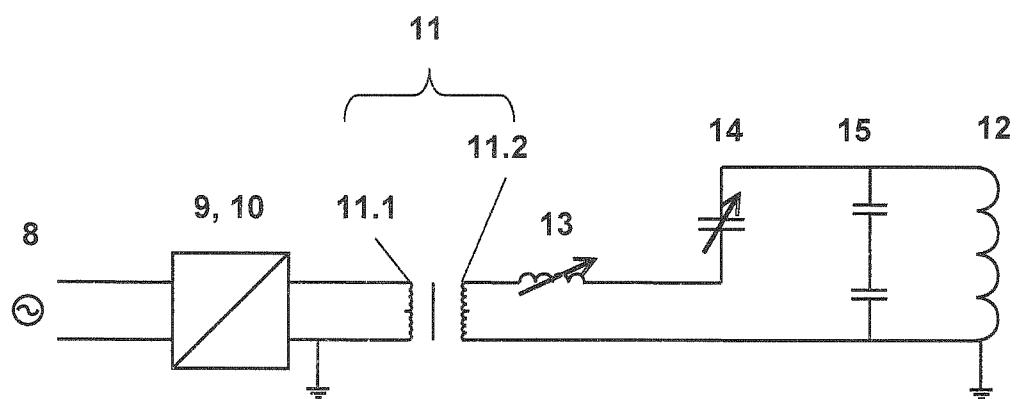
10 dass über die in diskreten Schritten einstellbare Kapazitäten(14) eine Grobeinstellung des Prüfsystems erfolgt, indem über einen iterativen Prozess einzelne Kapazitäten zugeschaltet werden, wenn eine Unterkapazität im Prüfsystem mittels einer Messeinrichtung gemessen wird, bzw. einzelne Kapazitäten abgeschaltet werden, wenn mittels der Messeinrichtung eine Überkapazität gemessen wird, bis ein vorab festgelegter Schwellwert einer Überkapazität herrscht,

15 dass nachfolgend mittels der kontinuierlich einstellbaren Induktivität (13) eine Feinabstimmung des Prüfsystems durchgeführt wird, derart, dass die in diskreten Schritten einstellbare Kapazität (14) und die kontinuierlich einstellbare Induktivität (13) zusammen mit dem als Induktivität ausgebildeten Prüfobjekt (12) einen Reihenschwingkreis bilden, der auf seinen Resonanzpunkt hin abstimmbare ist.

20



Figur 1



Figur 2

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/EP2013/050623

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
INV. G01R31/00  
ADD.

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
G01R

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 373 353 C (WESTINGHOUSE ELECTRIC & MFG CO) 11 April 1923 (1923-04-11) the whole document -----	1-5
A	CH 250 411 A (BBC BROWN BOVERI & CIE [CH]) 31 August 1947 (1947-08-31) the whole document -----	1-5
A	US 5 128 620 A (MCARDLE KEVIN [US]) 7 July 1992 (1992-07-07) column 1, lines 15-24 column 5, lines 3-9 column 5, line 31 - column 6, line 3 -----	1-5
A	US 3 781 667 A (TUTTLE C) 25 December 1973 (1973-12-25) column 1, lines 32-36 column 4, line 13 - column 5, line 2 ----- -/-	1-5

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

\* Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
26 March 2013	04/04/2013
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer  Dogueri, Ali Kerem

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**International application No  
PCT/EP2013/050623

## C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2011/121853 A1 (WERLE PETER [DE] ET AL) 26 May 2011 (2011-05-26) paragraph [0047] -----	1-5
A	DE 737 433 C (VOIGT & HAEFFNER AG) 14 July 1943 (1943-07-14) claim 1 -----	1-5

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No
PCT/EP2013/050623

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)		Publication date
DE 373353	C	11-04-1923	NONE		
CH 250411	A	31-08-1947	NONE		
US 5128620	A	07-07-1992	EP US	0544042 A1 5128620 A	02-06-1993 07-07-1992
US 3781667	A	25-12-1973	NONE		
US 2011121853	A1	26-05-2011	AR AT AT AT AU AU CA CA CN CN EP EP EP ES ES RU RU US US US WO WO WO	072126 A1 520133 T 521900 T 522817 T 2009256936 A1 2009256991 A1 2726427 A1 2726437 A1 102057283 A 102057286 A 2133704 A1 2133888 A1 2286254 A1 2371787 T3 2372013 T3 2011100159 A 2011100174 A 2011121853 A1 2011128013 A1 2011133749 A1 2009149829 A1 2009149857 A1 2009149866 A1	04-08-2010 15-08-2011 15-09-2011 15-09-2011 17-12-2009 17-12-2009 17-12-2009 17-12-2009 11-05-2011 11-05-2011 16-12-2009 16-12-2009 23-02-2011 10-01-2012 12-01-2012 20-07-2012 20-07-2012 26-05-2011 02-06-2011 09-06-2011 17-12-2009 17-12-2009 17-12-2009
DE 737433	C	14-07-1943	NONE		

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2013/050623

**A. KLASIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES**  
INV. G01R31/00  
ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

**B. RECHERCHIERTE GEBIETE**

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
G01R

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data

**C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN**

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 373 353 C (WESTINGHOUSE ELECTRIC & MFG CO) 11. April 1923 (1923-04-11) das ganze Dokument -----	1-5
A	CH 250 411 A (BBC BROWN BOVERI & CIE [CH]) 31. August 1947 (1947-08-31) das ganze Dokument -----	1-5
A	US 5 128 620 A (MCARDLE KEVIN [US]) 7. Juli 1992 (1992-07-07) Spalte 1, Zeilen 15-24 Spalte 5, Zeilen 3-9 Spalte 5, Zeile 31 - Spalte 6, Zeile 3 -----	1-5
A	US 3 781 667 A (TUTTLE C) 25. Dezember 1973 (1973-12-25) Spalte 1, Zeilen 32-36 Spalte 4, Zeile 13 - Spalte 5, Zeile 2 ----- -/-	1-5



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erforderlicher Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erforderlicher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

26. März 2013

04/04/2013

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Dogueri, Ali Kerem

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2013/050623

**C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN**

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 2011/121853 A1 (WERLE PETER [DE] ET AL) 26. Mai 2011 (2011-05-26) Absatz [0047] -----	1-5
A	DE 737 433 C (VOIGT & HAEFFNER AG) 14. Juli 1943 (1943-07-14) Anspruch 1 -----	1-5

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2013/050623

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
DE 373353	C	11-04-1923	KEINE		
CH 250411	A	31-08-1947	KEINE		
US 5128620	A	07-07-1992	EP 0544042 A1 US 5128620 A		02-06-1993 07-07-1992
US 3781667	A	25-12-1973	KEINE		
US 2011121853	A1	26-05-2011	AR 072126 A1 AT 520133 T AT 521900 T AT 522817 T AU 2009256936 A1 AU 2009256991 A1 CA 2726427 A1 CA 2726437 A1 CN 102057283 A CN 102057286 A EP 2133704 A1 EP 2133888 A1 EP 2286254 A1 ES 2371787 T3 ES 2372013 T3 RU 2011100159 A RU 2011100174 A US 2011121853 A1 US 2011128013 A1 US 2011133749 A1 WO 2009149829 A1 WO 2009149857 A1 WO 2009149866 A1		04-08-2010 15-08-2011 15-09-2011 15-09-2011 17-12-2009 17-12-2009 17-12-2009 17-12-2009 11-05-2011 11-05-2011 16-12-2009 16-12-2009 23-02-2011 10-01-2012 12-01-2012 20-07-2012 20-07-2012 26-05-2011 02-06-2011 09-06-2011 17-12-2009 17-12-2009 17-12-2009
DE 737433	C	14-07-1943	KEINE		