

(19)



(11)

EP 2 551 844 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
30.01.2013 Patentblatt 2013/05

(51) Int Cl.:
G10K 1/34 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **11405294.7**

(22) Anmeldetag: **28.07.2011**

(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
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME

(72) Erfinder: **Dassow, Achim**
6234 Triengen (CH)

(74) Vertreter: **EGLI-EUROPEAN PATENT ATTORNEYS**
Horneggstrasse 4
Postfach
8034 Zürich (CH)

(71) Anmelder: **Muff Kirchturmtechnik AG**
6234 Triengen (CH)

(54) **Verfahren zum Regeln des Auslenkwinkels einer Glocke sowie Antriebsvorrichtung zum geregelten Betreiben einer an die Antriebsvorrichtung angekoppelten Glocke**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Regeln eines Auslenkwinkels (12) einer mittels einer Antriebsvorrichtung (100) zeitweise antreibbaren und an diese angekoppelten schwingenden Glocke (10) sowie eine Antriebsvorrichtung (100) zum geregelten Betreiben einer an diese Antriebsvorrichtung (100) angekoppelten Glocke (10). Mit dem Ziel, die Regelgenauigkeit des Auslenkwinkels zu verbessern, weist die Antriebsvorrichtung (100) eine wechselweise als Sensor, vorzugsweise generatorisch, und motorisch betreibbare elektrische Maschine (110) auf. Gemäss dem erfindungsgemässen Verfahren wird die elektrische Maschine (110) zunächst

als Sensor, vorzugsweise im Generatorbetrieb, betrieben und die Frequenz zumindest einer der an der elektrischen Maschine (110) anliegenden durch die Pendelbewegung der Glocke (10) erzeugten Generatorspannungen gemessen. Aus einem Frequenzmaximum (113) wird die Auslenkgeschwindigkeit der Glocke und hieraus wiederum der aktuelle Auslenkwinkel (12) der Glocke (10) abgeleitet, wobei nach einem Vergleich des aktuellen Auslenkwinkels (12) mit einem Sollschiebungswinkel (13) ein Korrekturfaktor bestimmt wird, welcher einen Antriebsparameter der elektrischen Maschine (110) im Motorbetrieb beeinflusst.

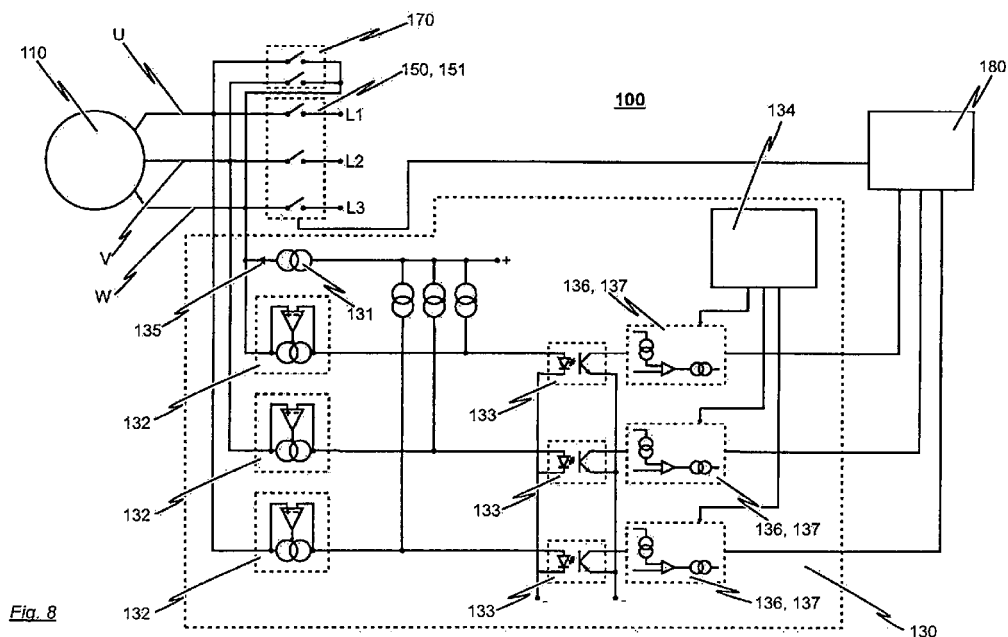


Fig. 8

EP 2 551 844 A1

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Regeln des Auslenkwinkels einer mittels einer Antriebsvorrichtung zeitweise antreibbaren und an diese angekoppelten schwingenden Glocke, insbesondere Kirchenglocke.

[0002] Verfahren zum Regeln des Auslenkwinkels, bzw. Schwingwinkels einer schwingenden Glocke sind dem Grunde nach aus der Technik bekannt. Eine an einer Aufhängeeinrichtung, insbesondere einem Glockenjoch aufgehängte Glocke, insbesondere eine Kirchenglocke ist hierbei mit einer Antriebsvorrichtung verbunden, wobei die Antriebsvorrichtung ausgelegt ist, nach dem erfolgten Hochläuten die schwingende Glocke mehr oder weniger gut auf einem vorgegebenen Sollschiwingwinkel zu halten. Als solcher Winkel wird im Allgemeinen der maximale Auslenkwinkel bzw. der maximal gewünschte Auslenkwinkel der um ihre Ruhelage schwingenden Glocke während einer der beiden Glockenschwingung-Halbperioden bezeichnet. Im Allgemeinen wird angestrebt, die Glocke gleichmässig zu beiden Seiten schwingen zu lassen, was zur Folge hat, dass der gewünschte Sollschiwingwinkel in die eine der beiden Auslenkrichtungen der Glocke gewöhnlicherweise gleich gross wie der gewünschte Sollschiwingwinkel in die jeweils andere Auslenkrichtung ist.

[0003] Zu diesem Zweck sind herkömmlicherweise Verfahren vorgesehen, in welchen die elektrische Maschine, welche mit der antreibbaren schwingenden Glocke gekoppelt ist, zum Antreiben motorisch und zum Messen als Sensor, vorzugsweise generatorisch, betrieben wird. Auf diese Weise können separate Winkelsensoren, welche beispielsweise den Auslenkwinkel der Glocke oder auch das Erreichen eines vorgegebenen Sollschiwingwinkels detektieren, eingespart werden. Anhand des Amplitudenverlaufes einer oder mehrerer der Generatorphasen der elektrischen Maschine im Generatorbetrieb können dann die Umkehrpunkte der Glockenschwingungsperioden bzw. -halbperioden bestimmt werden, da in den Umkehrpunkten, d.h. bei Erreichen des Auslenkwinkels, die Glockengeschwindigkeit null ist.

[0004] Gemäss den herkömmlichen Verfahren zum Steuern oder Regeln des Auslenkwinkels einer Glocke durch Vorgabe eines gewünschten Sollschiwingwinkels ist vorgesehen, nach dem erfolgten Hochläuten bzw. Anfangsläuten der Glocke diese im schwingenden Zustand zu halten, indem die Antriebsvorrichtung, welche mit der aufgehängten Glocke gekoppelt ist, jeweils in einem zeitlichen Bereich in die jeweilige Auslenkrichtung der aktuellen Glockenschwingungshalbperiode angetrieben wird, in welchem die schwingende Glocke in etwa ihre Ruhelage passiert. Dieses "Anschwing geben" wird hierbei gemäss dem gängigen herkömmlichen Verfahren an die Glockenparameter sowie die Parameter der Antriebsvorrichtung einmalig angepasst. Zu diesen Parametern zählen insbesondere das Trägheitsmoment der Glocke, das Motormoment der Antriebsvorrichtung sowie die Glocken-

masse und der Aufhängungspunkt der Glocke. Um systembedingten Parameteränderungen insbesondere durch Alterungsprozesse oder Temperatur (Änderung der Systemreibung) wirkungsvoll begegnen zu können, sehen herkömmliche Verfahren vor, die Umkehrpunkte der schwingenden Glocke am Ende einer jeweiligen Halbperiode, d.h. die Zeitpunkte, zu welchen der aktuelle Auslenkwinkel der in die eine wie in die andere Richtung schwingenden Glocke erreicht wird, zu bestimmen.

[0005] Aus der Kenntnis des Zeitabstandes zwischen den jeweiligen maximalen Auslenkwinkeln während einer Halbperiode der Glockenschwingung, d.h. aus der Kenntnis der Auslenkdauer, bzw. Schwingdauer kann bei verhältnismässig kleinen Auslenkwinkeln durch eine annähernd lineare Beziehung unmittelbar auf den aktuellen Auslenkwinkel geschlossen werden. Gemäss den bekannten herkömmlichen Verfahren wird dieser aus der Auslenkdauer bestimmte aktuelle Auslenkwinkel mit einem Sollschiwingwinkel verglichen und über einen Regler entsprechend auf die Antriebsvorrichtung eingewirkt, sodass eventuelle Abweichungen zwischen Soll und Istwerten ausgeglichen werden.

[0006] Der vorliegenden Erfindung liegt die Problemstellung zugrunde, dass diese herkömmliche Bestimmung des aktuellen Auslenkwinkels über die Bestimmung der Auslenkdauer ungenau ist. Die näherungsweise lineare Beziehung zwischen Auslenkdauer und aktuellem Auslenkwinkel geht insbesondere dann in eine nichtlineare Beziehung über, wenn der Auslenkwinkel relativ gross ist. Relativ grosse Auslenkwinkel können sich bei bestimmten Glockenarten, beispielsweise kleineren Glocken unmittelbar durch Vorsehen eines grossen Sollschiwingwinkels (um einen festeren Klöppelschlag erzeugen zu können, vgl. DIN 4178) ergeben; ebenso macht sich eine derartige nichtlineare Beziehung auch störend bemerkbar, wenn während einer Hochläutphase einer grösseren Glocke mit einem relativ grossem Sollschiwingwinkel in der Anfangsphase des Hochläutens der aktuelle Auslenkwinkel während einer Halbperiode naturgemäss noch relativ klein ist.

[0007] Neben der geschilderten Nichtlinearität der Beziehung bei grossen aktuellen Auslenkwinkeln ergibt sich zusätzlich das Problem, dass bei einem Heranziehen der Umkehrpunkte der schwingenden Glocke während einer Halbperiode die genaue Lage dieser Umkehrpunkte nicht zuverlässig bestimmt werden kann. Durch die sehr geringe Geschwindigkeit der Glocke kurz vor oder auch kurz nach einem Wendepunkt ist die Generatorspannung bzw. sind die Generatorspannungen, welche an der als Sensor, vorzugsweise generatorisch, betriebenen elektrischen Maschine abgegriffen werden können, relativ klein. Derartig kleine Spannungsamplituden weisen dann nur noch einen sehr geringen Signal-Rausch-Abstand auf, was die Bestimmung der genauen Lage des Wendepunktes erschwert, zumal die Zuleitungen zu den Motoren i.d.R. lang und damit anfällig gegenüber Störeinflüssen sind. Weiter hinzu kommt das Problem, dass die im System vorhandene Reibung insbesondere

durch Temperaturschwankungen (Änderung der Viskosität der Schmierstoffe von Antriebsketten) und Abnutzungserscheinungen nicht konstant ist, sodass sich (aufgrund des Einflusses der Reibung auf die Auslenkdauer) weitere Ungenauigkeiten beim Bestimmen des Auslenkwinkels ergeben. Ein weiterer Nachteil herkömmlicher Verfahren zum Regeln des Auslenkwinkels ist die zeitliche Verzögerung, die sich zwischen der Auslenkwinkelbestimmung und der Eingriffsmöglichkeit des Reglers ergibt. Da es gemäss den herkömmlichen Verfahren notwendig ist, zwei Umkehrpunkte, nämlich einen zu Beginn der aktuellen Auslenkhalbperiode und einen zum Ende der aktuellen Auslenkhalbperiode in Betracht zu ziehen, ist es nicht möglich, regelnd auf die aktuelle Schwingungshalbperiode, sondern lediglich auf die nächstfolgende einzuwirken.

[0008] Durch die geschilderten Ungenauigkeiten, welche sich bei derartigen herkömmlichen Verfahren zum Regeln des Auslenkwinkels einer Glocke ergeben, kann eine zuverlässige Regelung und insbesondere das Erreichen und Aufrechterhalten des Glockenschwunges eines vorgegebenen oder vorgebbaren Sollschrwingwinkels nicht immer eingehalten werden. Auf Grundlage dieser geschilderten Problemstellung liegt der vorliegenden Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zum Regeln des Auslenkwinkels einer schwingenden Glocke sowie eine passende Antriebsvorrichtung anzugeben, welche die Regelgenauigkeit verbessern.

[0009] Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren zum Regeln des Auslenkwinkels einer mittels einer Antriebsvorrichtung zeitweise antreibbaren und an diese angekoppelten schwingenden Glocke gemäss den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Ausserdem wird die Aufgabe durch eine Antriebsvorrichtung zum geregelten Betreiben einer an die Antriebsvorrichtung angekoppelten Glocke gemäss den Merkmalen des Anspruchs 11 gelöst.

[0010] Die Aufgabe wird insbesondere durch ein Verfahren gelöst, bei welchem zunächst eine elektrische Maschine der Antriebsvorrichtung, welche als Sensor, vorzugsweise generatorisch, und motorisch betreibbar ist, im Generatorbetrieb betrieben wird. Davon ausgehend, dass die Antriebsvorrichtung mit einer bereits schwingenden, an die Antriebsvorrichtung gekoppelten Glocke verbunden ist, wird gemäss dem erfindungsgemässen Verfahren zunächst die Frequenz zumindest einer der an der elektrischen Maschine durch die Pendelbewegung der Glocke erzeugten Generatorspannungen fortlaufend gemessen. Das fortlaufende Messen wird mindestens bis zu einem Zeitpunkt durchgeführt, an welchem ein Maximum der gemessenen Frequenz erreicht ist. Dieses Frequenzmaximum wird bei Durchlauf der Ruhelage der schwingenden Glocke, d.h. im Stillstandspunkt einer ruhenden Glocke erreicht. Auf Grundlage des Frequenzmaximums ist somit die Geschwindigkeit der Glocke im Durchlauf dieser Ruhelage bestimmbar, wobei die Glockengeschwindigkeit bis zu einem Auslenkwinkel von 60 Grad nahezu direkt proportional zum aktuellen

Auslenkwinkel der Glocke ist. Bei grösseren Auslenkwinkeln ist ein Linearisierungsverfahren erforderlich, das aber deutlich weniger komplex als das für die Umrechnung einer Zeitmessung erforderliche ist und das deshalb direkt über eine geschlossene Funktion während des Betriebs berechnet werden kann. Eine direkte Berechnung ist einer tabellengestützten Linearisierung wegen der höheren Auflösung immer überlegen. Nachdem dieser aktuelle Auslenkwinkel der aktuellen Halbperiode des Glockenschwunges bestimmt ist, sieht das erfindungsgemässe Verfahren vor, nachdem die aktuelle Maximalfrequenz der Maschine innerhalb der aktuellen Halbperiode des Glockenschwunges bestimmt ist, einen ersten Korrekturfaktor zu bestimmen. Dieser erste Korrekturfaktor ergibt sich aus der Abweichung des bestimmten aktuellen Auslenkwinkels von einem vorgegebenen oder vorgebbaren Sollschrwingwinkel. Weicht der aktuelle Auslenkwinkel nicht vom vorgegebenen oder vorgebbaren Sollschrwingwinkel ab, so wird der Korrekturfaktor null, und es ist keine Korrektur bzw. kein korrigierender Eingriff in die aktuellen Antriebsparameter vonnöten. Bei Vorliegen einer Abweichung des aktuellen Auslenkwinkels von dem Sollschrwingwinkel wird der erste Korrekturfaktor ungleich null, und aus diesem ersten Korrekturfaktor wird ein Antriebsparameter bestimmt. Gemäss diesem Antriebsparameter wird die elektrische Maschine im Motorbetrieb betrieben, um regelnd in den aktuellen Glockenschwing einzugreifen und die Abweichung zwischen dem aktuellen Auslenkwinkel und dem Sollschrwingwinkel zu kompensieren.

[0011] Die erfindungsgemässe Lösung weist hierbei insbesondere den Vorteil auf, dass aufgrund der deutlich geringeren Nichtlinearität der aktuelle Auslenkwinkel der aktuellen Halbperiode des Glockenschwunges sehr genau bestimmt werden kann, ohne dass die genauen Lagen der Umkehrpunkte des Glockenschwunges hierzu vonnöten sind. Durch die hierdurch verbesserte Genauigkeit ist die Eingriffsmöglichkeit durch den Regler wesentlich schneller und genauer, wodurch insbesondere bei kleinen Auslenkwinkeln, beispielsweise durch Vorgabe eines kleinen Sollschrwingwinkels, eine wesentlich präzisere Auslenkwinkelregelung möglich ist.

[0012] Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen angegeben.

[0013] Beispielsweise ist es vorgesehen, dass der Antriebsparameter einer Einschaltdauer für den Betrieb der elektrischen Maschine im Motorbetrieb entspricht. Genauso ist es aber auch möglich, diese an eine zeitliche Komponente gebundene Einschaltdauer der elektrischen Maschine im Motorbetrieb an das Überstreichen eines bestimmten Auslenkwinkelbereiches zu koppeln. In beiden Fällen wird durch Änderung der Antriebsparameter in den Antriebsvorgang der Glocke derart regelnd eingegriffen, dass der Antriebszeitraum, welcher in der Regel im Bereich des Durchgangspunktes der Glocke durch die Ruhelage liegt, dem Glockenschwing entsprechend gedehnt oder gekürzt wird, um die Abweichung des aktuellen Auslenkwinkels vom Sollschrwingwinkel

zu minimieren. Hierbei ist insbesondere von Vorteil, dass ein derartiger Antriebsparameter durch einfaches Aktivieren bzw. Deaktivieren des Motorbetriebes der elektrischen Maschine umgesetzt werden kann. Gleichzeitig sorgt ein Antreiben der Glocke in dem Bereich ausserhalb ihres Ruhelagendurchgangspunkts mit einem annähernd gleichen Anteil des Antreibens während des fallenden und während des steigenden Bewegungsanteils der Glocke für einen homogenen und ausgeglichenen Antrieb.

[0014] Genauso gut kann aber auch vorgesehen sein, dass der Antriebsparameter ein Abschaltzeitpunkt oder ein Abschaltauslenkwinkel ist, wobei ein derartiger Abschaltzeitpunkt bzw. Abschaltauslenkwinkel den Zeitpunkt für das Beenden des Betriebes der elektrischen Maschine im Motorbetrieb angibt. Dies ist insbesondere von Vorteil, wenn der motorische Antrieb der elektrischen Maschine zeitlich vor dem Erreichen des Durchgangspunktes durch die Ruhelage aktiviert wird, die Glocke dann die Ruhelage durchläuft und dann anhand der gemessenen Maximalfrequenz auf den momentanen Auslenkwinkel der aktuellen Glockenschwunghalbperiode geschlossen wird. In diesem Fall ist es möglich, bereits für die aktuelle Halbperiode des Glockenschwunges dadurch eine Regelmöglichkeit zu schaffen, dass der motorische Antrieb der elektrischen Maschine bereits im aktuellen Glockenschwung je nach Korrekturnotwendigkeit frühzeitiger oder verspäteter als ursprünglich vorgesehen abgeschaltet wird. Hierdurch kann bereits der Auslenkwinkel der aktuellen Glockenhalbperiode an den Sollschwungwinkel angeglichen werden, was die Reglerverzögerung minimiert.

[0015] Genauso gut kann es aber auch vorgesehen sein, dass der Antriebsparameter ein direkter, auf den Motorbetrieb der elektrischen Maschine bezogener Motorparameter ist, wie beispielsweise eine Motorenergie, eine Motorleistung oder ein Motormoment.

[0016] In bevorzugter Weise ist es vorgesehen, dass, während die elektrische Maschine im Generatorbetrieb betrieben wird, eine Maschinenphasenverschiebung zwischen mindestens zwei der Maschinenphasen der an der elektrischen Maschine erzeugten Generatorspannungen bestimmt wird. Da die Phasenlage der Maschinenphasen zueinander bekannt ist, kann anhand der gemessenen Phasenverschiebung die aktuelle Auslenkrichtung der aktuellen Halbperiode des Glockenschwunges aus dem Vorzeichen der Maschinenphasenverschiebung bestimmt werden. Hierdurch ist auf besonders einfache Weise gewährleistet, dass bei einem möglicherweise anschliessenden Korrekturingriff im Motorbetrieb der elektrischen Maschine der Motor in die richtige, d.h. die momentane Glockenschwungrichtung der aktuellen Halbperiode angetrieben wird.

[0017] Um die Reglergenauigkeit weiter zu verbessern, ist es in bevorzugter Weise vorgesehen, dass das erfindungsgemässe Verfahren weiterhin den Verfahrensschritt des Entmagnetisierens der elektrischen Maschine aufweist. Dieser Verfahrensschritt des Entma-

gnetisierens der elektrischen Maschine wird zeitlich vor dem Betreiben der elektrischen Maschine im Generatorbetrieb ausgeführt und stellt sicher, dass die Messergebnisse, welche die Grundlage für einen korrigierenden Reglereingriff bilden, nicht durch eine eventuell vorhandene Restmagnetisierung des Motors (inhärente Remanenz) verfälscht werden.

[0018] In besonders bevorzugter Weise ist es vorgesehen, dass das Verfahren ferner vorsieht, dass ab dem Zeitpunkt, an welchem das Maximum der gemessenen Frequenz erreicht wurde, die Spannungsperioden mindestens einer der an der elektrischen Maschine erzeugten Generatorspannungen fortlaufend gezählt werden. Dadurch, dass die Übersetzung des Systems (Getriebe) sowie die Polpaarzahl der elektrischen Maschine bekannt sind, kann aufgrund eines solchen Zählvorganges insbesondere ab dem Durchlaufpunkt der Ruhelage der Glocke der momentane Auslenkwinkel dieser Glocke bestimmt werden. Hierdurch ist es besonders einfach möglich, eventuelle, auf einen derartigen momentanen Auslenkwinkel der Glocke bezogene Antriebsparameter, insbesondere zum Festlegen eines Auslenkwinkelbereiches bzw. zum Bestimmen eines Abschaltauslenkwinkels relativ exakt auf einen bestimmten Ausführzeitpunkt zu beziehen.

[0019] Eine weitere vorteilhafte Weiterbildung besteht darin, dass die aktuelle Klöppelschlagstärke des auf die Glocke treffenden mitschwingenden Klöppels an den momentanen Auslenkwinkel angepasst wird. Hierbei ist es insbesondere vorgesehen, dass eine aktuelle Klöppelschlagstärke mit Hilfe der Geschwindigkeit der Glocke im Ruhelagendurchgangspunkt bestimmt wird und diese aktuelle Klöppelschlagstärke mit einer vorgegebenen oder vorgebbaren Sollklöppelschlagstärke verglichen wird, wobei aus diesem Vergleichsergebnis ein zweiter Korrekturfaktor ermittelt wird. Mit Hilfe dieses zweiten Korrekturfaktors wird anschliessend ein Einschaltzeitpunkt oder ein Einschalt-Auslenkwinkel bestimmt, ab welchem die elektrische Maschine im Motorbetrieb betrieben wird. Es ist insbesondere vorgesehen, die Einschaltdauer der elektrischen Maschine im Motorbetrieb nicht zeitlich symmetrisch um den Ruhelagendurchgangspunkt vorzusehen, sondern den Einschaltzeitpunkt vielmehr entsprechend der gewünschten Sollklöppelschlagstärke zeitlich vorzuziehen, d.h. während der fallenden Bewegung der Glocke einen Grossteil des Einschaltzeitraumes vorzusehen, bzw. umgekehrt den Einschaltzeitpunkt nach hinten zu verschieben, d.h. während der steigenden Bewegung der Glocke vorzusehen. Wird der Einschaltzeitraum der elektrischen Maschine im Motorbetrieb in den Zeitraum der fallenden Bewegung der Glocke vorgezogen, so wird die Klöppelmasse zusätzlich beschleunigt, wodurch sich die Klöppelschlagstärke erhöht. Im Gegenzug sorgt eine zeitliche Verlagerung des Motorantriebes der Glocke in die steigende Bewegung der Glocke hinein dafür, dass die Klöppelmasse relativ zur Glocke abgebremst wird, wodurch sich die Schlagstärke vermindert. Insbesondere ist hierbei

von Vorteil, dass die Klöppelschlagstärke unabhängig von den jeweiligen momentanen Auslenkwinkeln beeinflusst werden kann.

[0020] Eine weitere vorteilhafte Weiterbildung besteht darin, dass der aktuelle Klöppelschlagzeitpunkt bestimmt wird. Ferner wird ein Korrekturfaktor aus der Abweichung des aktuellen Klöppelschlagzeitpunktes von einem vorgegebenen oder vorgebbaren Klöppelschlagzeitpunkt bestimmt. Aus diesem ermittelten Korrekturfaktor wird ein Einschaltzeitpunkt (31) oder ein Einschalt-Auslenkwinkel (30) bestimmt. Ferner wird die Verteilung der Einschaltdauer (20) der elektrischen Maschine über den aktuell möglichen Auslenkwinkel bestimmt. Es besteht ein Vorteil darin, dass die Klöppelschlagstärke unabhängig von den jeweiligen momentanen Auslenkwinkeln beeinflusst werden kann.

[0021] Weiterhin ist zur Verbesserung der Reglergenauigkeit in besonders vorteilhafter Weise vorgesehen, dass die während des Betriebes der elektrischen Maschine im Motorbetrieb anliegende Netzspannung oder der dabei in den Motor fließende Strom zumindest an einer Phase fortlaufend gemessen wird. Anhand dieses Messwertes wird ein dritter Korrekturfaktor aus der Abweichung des gemessenen Netzspannungsverlaufes zu einem Sollnetzspannungsverlauf ermittelt, wobei mit Hilfe dieses dritten Korrekturfaktors der Antriebsparameter dahingehend korrigiert werden kann, dass eventuelle Netzspannungsschwankungen, welche sich in einer Abweichung ausdrücken, wirkungsvoll kompensiert werden. Auch im Falle einer Netzspannungsschwankung ist somit sichergestellt, dass der Auslenkwinkel der Glocke zuverlässig geregelt wird.

[0022] Weiterhin ist eine Antriebsvorrichtung zum geregelten Betreiben einer an diese Antriebsvorrichtung angekoppelten Glocke vorgesehen, wobei die Antriebsvorrichtung eine wechselweise als Sensor, vorzugsweise generatorisch, und motorisch betreibbare elektrische Maschine, vorzugsweise eine Asynchronmaschine, eine Spannungsmesseinrichtung zum Messen des Frequenzverlaufes und/oder zum Messen des Amplitudenverlaufes zumindest einer der an der elektrischen Maschine anliegenden oder erzeugten Spannungen, eine Stelleinrichtung, insbesondere eine Umschalteneinrichtung zum wechselweisen Umschalten der elektrischen Maschine zwischen dem Generatorbetrieb und dem Motorbetrieb, sowie eine Regeleinrichtung zum Ansteuern der Stelleinrichtung in Abhängigkeit eines mittels einer Spannungsmesseinrichtung oder Strommeseinrichtung erhaltenen Messwertes aufweist. Die Spannungsmesseinrichtung einer derartigen erfindungsgemässen Antriebsvorrichtung ist dazu ausgelegt, den erwähnten gemessenen Frequenzverlauf und/oder den Amplitudenverlauf nicht nur während des Generatorbetriebes der elektrischen Maschine, sondern auch während des Motorbetriebes der elektrischen Maschine zu messen. Hierbei ist insbesondere vorteilhaft, dass sich die Umschaltzeit der elektrischen Maschine aus dem Motorbetrieb (Antreiben) in den Generatorantrieb (Messen) si-

gnifikant verkürzt, da im Gegensatz zu herkömmlichen Antriebsvorrichtungen vor diesem Umschalten erfindungsgemäss nicht sichergestellt werden muss, dass die Spannungsmesseinrichtung vor dem Umschalten in den Generatorbetrieb von den Anschlusspunkten getrennt wird. Eine derartige erfindungsgemässe Antriebsvorrichtung mit einer permanent mitbetriebenen Messeinrichtung kann also in besonders guter Weise dazu verwendet werden, durch eine Reduktion der Reaktionszeit des Reglers die Regelabweichung zu minimieren.

[0023] In besonders vorteilhafter Weise ist hierbei vorgesehen, dass die Spannungsmesseinrichtung mindestens eine Messstromquelle, insbesondere mindestens eine hochohmige Messstromquelle aufweist. Eine derartige hochohmige Messstromquelle ist hierbei dazu ausgelegt, einen Messstrom durch zumindest eine Phase der elektrischen Maschine zu treiben. Dies ist aufgrund der notwendigen Fremderregung insbesondere dann von Nöten, wenn eine Asynchronmaschine zum Einsatz kommt. Durch ein hochohmiges Auslegen der Messstromquelle ist dann sichergestellt, dass auch im Motorbetrieb der elektrischen Maschine ein schadenfreies Mitlaufen der Spannungsmesseinrichtung möglich ist. Beispielsweise kann der Messstrom in eine Phase hinein geleitet und aus zwei Phasen heraus geleitet werden. Alternativ kann der Messstrom in zwei Phasen hinein geleitet und aus einer Phase heraus geleitet werden.

[0024] In besonders bevorzugter Weise ist es vorgesehen, dass die Antriebsvorrichtung weiterhin eine Entmagnetisierungseinrichtung aufweist. Eine derartige Entmagnetisierungseinrichtung dient dazu, die elektrische Maschine von magnetischen Remanenzfeldern (inhärente Remanenz) in kurzer Zeit zu befreien, was eine weitere Erhöhung der Reglergenauigkeit ermöglicht. Als Entmagnetisierungseinrichtung kommen insbesondere elektronische Schalter in Frage, welche selektiv und ansteuerbar einen niederohmigen Abschluss zwischen den jeweiligen Phasen der (vom Netz getrennten) elektrischen Maschine herbeiführen können.

[0025] Ferner kann vorgesehen sein, dass die Antriebsvorrichtung Impedanzsteuerglieder aufweist. Derartige Impedanzsteuerglieder sind ausgelegt, durch eine Impedanzangleichung der Anschlüsse der elektrischen Maschine die mittels der Spannungsmesseinrichtung gemessenen Verläufe an den einzelnen Phasen der elektrischen Maschine aneinander anzugleichen. Hierbei ist insbesondere vorteilhaft, dass die Amplituden der phasenversetzten Signalspannungen im Generatorbetrieb, d.h. während der Messung, angeglichen werden können und somit die Signale besser aufeinander bezogen werden können. Dies erhöht wiederum die Reglergenauigkeit.

[0026] Ferner kann vorgesehen sein, dass die Impedanzsteuerglieder eine Vorrichtung zur Begrenzung der in ihnen entstehenden Verlustleistung während des Motorbetriebes der elektrischen Maschine aufweisen.

[0027] Ausserdem kann vorgesehen sein, dass die Spannungsmesseinrichtung mindestens ein Trennele-

ment, insbesondere ein galvanisches Trennelement und hierbei vorzugsweise Optokoppler aufweist. Das mindestens eine Trennelement dient dazu, eine (galvanische) Trennung zwischen den Phasen der elektrischen Maschine und der Spannungsmesseinrichtung herzustellen, um die Spannungsmesseinrichtung vor der möglicherweise an der elektrischen Maschine anliegenden Hochspannung zu schützen. Hierbei ist vorgesehen, dass das mindestens eine Trennelement einen einstellbaren Arbeitspunkt und/oder eine einstellbare Verstärkung aufweist, um eine Anpassung der Messparameter zu ermöglichen. Mögliche Nichtlinearitäten des Optokopplers können durch einen zweiten Optokoppler in der Rückkopplungsschleife des Fototransistor-/Empfangskreises ausgeglichen werden. Hierbei kommt ein Servoverstärker für die Linearisierung zum Einsatz. Die Besonderheit dieses Servoverstärkers liegt in der Tatsache begründet, dass der Servoverstärker mit gewöhnlichen Transistor-Optokopplern aufgebaut ist. Ein weiterer Vorteil liegt darin, dass sich der Servoverstärker im Gegensatz zur allgemeinen Praxis auf der Empfängerseite befindet, nicht auf der Senderseite, was insbesondere eine einfache Einrichtung von Abgleichelementen erlaubt.

[0028] In besonders vorteilhafter Weise ist hierbei weiterhin eine Einstelleinrichtung vorgesehen, welche ausgelegt ist, einen derartigen Arbeitspunkt und/oder eine derartige Verstärkung des mindestens einen Trennelementes einzustellen. Die Einstelleinrichtung arbeitet dabei automatisch und ist weiterhin ausgelegt, ein derartiges automatisches Einstellen in Abhängigkeit von einer Messgröße vorzunehmen, wobei hierbei insbesondere eine Temperaturmessung oder eine Steuerspannungsmessung in Betracht kommt. Auf diese Weise können Temperatureinflüsse, wie beispielsweise der temperaturabhängige Motorinnenwiderstand oder das Signalverhalten der temperaturabhängigen signalaufbereitenden Elemente wirkungsvoll kompensiert werden.

[0029] Im Folgenden werden das erfindungsgemäße Verfahren sowie die erfindungsgemäße Antriebsvorrichtung anhand einer Zeichnung näher erläutert. Hierbei zeigen:

- Fig. 1 eine schematische Darstellung einer schwingenden Glocke, welche gemäß dem erfindungsgemässen Verfahren angetrieben wird, bei Erreichen ihres Auslenkwinkels;
- Fig. 2 eine schematische Ansicht einer schwingenden Glocke ähnlich Fig. 1, wobei die Glocke einen momentanen Auslenkwinkel erreicht hat, welcher noch nicht ihrem Auslenkwinkel entspricht;
- Fig. 3 ein Diagramm, welches den Verlauf des Auslenkwinkels der Glocke über der Zeit darstellt;
- Fig. 4 ein Frequenz-Zeit-Diagramm des Frequenzverlaufes einer Generatorspannung während

des Glockenschwunges;

- Fig. 5 den Amplitudenverlauf über der Zeit an den Klemmen der elektrischen Maschine mit einer entsprechenden Phasenverschiebung zueinander;
- Fig. 6 den Amplitudenverlauf einer der drei Netzphasen sowie den Sollnetzspannungsverlauf dieser Phase;
- Fig. 7 ein Logikdiagramm über der Zeit zum Verdeutlichen der Betriebszustände der elektrischen Maschine; und
- Fig. 8 ein Blockschaltbild der erfindungsgemässen Antriebsvorrichtung.

[0030] Fig. 1 zeigt schematisch eine in einem Aufhängpunkt A aufgehängte Glocke 10. Ein Bezugspunkt M auf der Glocke definiert die Auslenkung bzw. den Auslenkwinkel 14 der schwingenden Glocke gegenüber einem Lot B. Das Lot B kennzeichnet dementsprechend die Ruhelage der Glocke 10, wenn sie nicht schwingt und verläuft somit durch den Ruhelagendurchgangspunkt bzw. Nulllagendurchgangspunkt der Glocke 10. Der Glockenbezugspunkt M stellt hierbei einen gewählten Bezugspunkt dar und liegt auf der Symmetrieachse des Glockenkörpers.

[0031] Wie in Fig. 1 gezeigt, hat die dort dargestellte schwingende Glocke 10 ihren Umkehrpunkt erreicht, sodass der Auslenkwinkel $\varphi(t)$ 14 zwischen dem Lot B und einer durch den Aufhängpunkt A und den Glockenbezugspunkt M gehenden Achse mit dem Auslenkwinkel $\varphi(p)$ 12 zusammenfällt. Der Sollschiwingwinkel $\varphi(p)_{\text{soll}}$ 13, welcher durch Regelung des Auslenkwinkels 12 der Glocke erreicht werden soll, weicht bei dem in Fig. 1 gezeigten Schwingungszustand der Glocke 10 vom Auslenkwinkel $\varphi(p)$ 12 ab.

[0032] In Fig. 2 ist eine schwingende Glocke 10 ähnlich der schwingenden Glocke aus Fig. 1 dargestellt, wobei in diesem Fall der Auslenkwinkel $\varphi(p)$ 12 und der Auslenkwinkel $\varphi(t)$ 14 der Glocke 10 nicht zusammenfallen. Folglich befindet sich die in Fig. 2 dargestellte schwingende Glocke 10 nicht in ihrem Umkehrpunkt, sondern wird diesen Umkehrpunkt in Auslenkwinkel $\varphi(p)$ 12 erst noch erreichen, was durch den die Schwingrichtung 15 bezeichnenden Pfeil angedeutet ist. Nachdem sich nach dem Erreichen des Umkehrpunktes, d.h. des Auslenkwinkels $\varphi(p)$ 12 die Auslenkrichung 15 umgekehrt haben wird, durchquert die schwingende Glocke in der darauffolgenden Halbperiode ihres Schwunges ihren Nulldurchgangspunkt bzw. Ruhelagenpunkt, welcher mit dem Lot B zusammenfällt und wird in die entsprechend andere Richtung, in Fig. 2 also schematisch links vom Lot liegend, ausgelenkt. In diesem Fall kehren sich somit die Vorzeichen der jeweiligen Winkel bzw. Richtungen, wie Sollschiwingwinkel $\varphi(p)_{\text{soll}}$ 13 oder Auslenkrichung

15, um.

[0033] Fig. 3 zeigt ein Verlaufsdiagramm des Auslenkwinkels $\varphi(t)$ 14 einer schwingenden Glocke 10 gemäss der Fig. 1 oder 2 über der Zeit. In Fig. 3 beschreibt der Glockenschwung, d.h. das Diagramm des Auslenkwinkels $\varphi(t)$ 14 über der Zeit einen annähernd sinusförmigen Verlauf. Der betragsmässig jeweils maximal erreichte Auslenkwinkel $\varphi(t)$ 14 entspricht, wie in Fig. 3 gezeigt, dem Auslenkwinkel 12. Bei Erreichen des Auslenkwinkels 12 jeweils in der einen oder in der anderen Auslenkrichtung, bezogen auf das Lot B, liegt ein Umkehrpunkt, d.h. ein Zustand minimaler Auslenkgeschwindigkeit der Glocke 10 vor. Der Schwung von einem Umkehrpunkt zu dem nächsten Umkehrpunkt mit entgegengesetztem Vorzeichen beschreiben die Halbperioden 16 und 17 des Schwunges der Glocke 10.

[0034] In Fig. 4 ist der Frequenzverlauf 111 einer der Maschinenphasen der elektrischen Maschine 110 in Fig. 8 über der Zeit gezeigt. Wenn die Glocke 10 ihren Ruhelagenpunkt zwischen zwei Umkehrpunkten, d.h. während einer Halbperiode 16 durchläuft, erreicht sie in diesem Ruhelagendurchgangspunkt ihre höchste Geschwindigkeit für die aktuelle Halbperiode 16. In diesem Punkt wird an den Generatorklemmen der an die schwingende Glocke angekoppelten elektrischen Maschine die höchste Frequenz der induzierten Spannungen gemessen, da in Bezug auf die aktuelle Halbperiode 16 des Glockenschwunges auch die elektrische Maschine 110 zu diesem Zeitpunkt mit ihrer höchsten Geschwindigkeit angetrieben wird. Das Maximum 113 der Frequenz 111 fällt also mit dem Zeitpunkt zusammen, in welchem die Glocke ihren Nulldurchgangspunkt durchläuft. Aus dem Wert dieses Frequenzmaximums 113 lässt sich wiederum die Glockengeschwindigkeit der Glocke 10 bestimmen, welche bei bekannten weiteren Glockenparametern nahezu direkt proportional zum Auslenkwinkel 12 ist, wodurch sich ohne das Vorsehen von Winkelsensoren der Auslenkwinkel 12 aus dieser Messung der Frequenz 111 ableiten lässt.

[0035] In Fig. 5 ist der Amplitudenverlauf 112 der ersten Maschinenphase U, der zweiten Maschinenphase V, sowie der dritten Maschinenphase W während des Schwingens einer Glocke 10, welche mit der elektrischen Maschine 110 verbunden ist, dargestellt. Sowohl die Frequenz 111 als auch die Amplitude 112 der jeweiligen Maschinenphasen U, V, W nehmen im Verlauf eines Glockenschwunges, d.h. von einem Umkehrpunkt bis zum Durchgangspunkt der Ruhelage zu. Anschliessend nehmen sie bis zum Erreichen des Umkehrpunktes entgegengesetzten Vorzeichens wieder ab. Aus dem Vorzeichen der Phasenverschiebung 114 zwischen zwei beispielhaft gewählten Maschinenphasen der Maschinenphasen U, V, W kann die Auslenkrichtung 15 der Glocke 10 ermittelt werden.

Fig. 6 zeigt den Sollnetzspannungsverlauf einer beispielhaft gewählten ersten Netzphase L1 von Netzphasen L1, L2, L3 sowie einen tatsächlich gemessenen

Netzsicherungsverlauf 190 dieser Netzphase L1.

Fig. 7 zeigt ein Logikdiagramm, welches darstellt, wann die elektrische Maschine 110 im Motorbetrieb betrieben wird. Zwischen einem Einschaltzeitpunkt 31 entsprechend dem Einschalt-Auslenkwinkel 30 in Fig. 3 und einem Abschaltzeitpunkt 21 entsprechend dem Abschalt-Auslenkwinkel 23 befindet sich die elektrische Maschine 110 über die Einschaltdauer 20 im Motorbetrieb.

[0036] Fig. 8 zeigt das Blockschaltbild einer erfindungsgemässen Antriebsvorrichtung 100 zum geregelten Betreiben einer an dieser Antriebsvorrichtung 100 angekoppelten, nicht dargestellten Glocke 10. Die Antriebsvorrichtung 100 weist hierbei eine elektrische Maschine 110 auf, welche vorzugsweise eine Asynchronmaschine ist und wechselweise als Sensor, vorzugsweise generatorisch, und motorisch betrieben werden kann. Weiterhin ist eine Spannungsmesseinrichtung 130 vorgesehen, welche an mindestens eine, im dargestellten Blockschaltbild gemäss Fig. 8 an alle drei Phasen der elektrischen Maschine 110, angeschlossen ist und ausgelegt ist, einen Frequenzverlauf und/oder einen Amplitudenverlauf der jeweiligen Maschinenphasen U, V, W der elektrischen Maschine 110 bzw. der jeweiligen Netzphasen L1, L2, L3 des Netzes zu messen. Weiterhin ist eine Umschalteneinrichtung 151 vorgesehen, welche dem Anschalten der elektrischen Maschine 110 an das bzw. dem Trennen der elektrischen Maschine 110 vom Versorgungsnetz, d.h. den Netzphasen L1, L2, L3 dient. Hierdurch wird zwischen dem Generatorbetrieb und dem Motorbetrieb der elektrischen Maschine 110 umgeschaltet.

[0037] Weiterhin ist eine Regeleinrichtung 180 vorgesehen, welche die Umschalteneinrichtung 151 oder auch eine generell ausgebildete Stelleinrichtung 150 in Abhängigkeit eines mittels der Spannungsmesseinrichtung 130 oder einer Strommeseinrichtung erhaltenen Messwertes ansteuert.

[0038] Wie im Blockschaltbild gemäss Fig. 8 gezeigt, ist die Spannungsmesseinrichtung 130 ständig mitlaufend ausgebildet, d.h. sie wird nicht von den Klemmen der elektrischen Maschine 110 getrennt, wenn die elektrische Maschine 110 an die Netzphasen L1, L2, L3 angekoppelt wird.

[0039] Wenn die Stelleinrichtung 150, im Blockschaltbild gemäss Fig. 8 also die Umschalteneinrichtung 151, die Netzphasen L1, L2, L3 von den Maschinenphasen U, V, W getrennt hat und die elektrische Maschine 110 im Generatorbetrieb betrieben werden soll, ist es insbesondere bei einer Asynchronmaschine erforderlich, mindestens eine Motorphase mit einer Erregerspannung zu beaufschlagen. In dem Blockschaltbild der erfindungsgemässen Antriebsvorrichtung 100 gemäss Fig. 8 ist zu diesem Zweck eine Messstromquelle 131 vorgesehen, welche hochohmig ausgebildet ist. Diese hochohmige

Messstromquelle 131 treibt einen Messstrom 135 im dargestellten Ausführungsbeispiel durch die dritte Maschinenphase W der elektrischen Maschine 110.

[0040] Weiterhin ist eine Entmagnetisierungseinrichtung 170 vorgesehen, welche schaltbar und selektiv zum Zwecke des Entmagnetisierens der elektrischen Maschine 110 ein niederohmiges Belasten der jeweiligen Phasen der elektrischen Maschine 110 erlaubt, um eine Remanenzmagnetisierung zu entfernen und somit die Messung des Spannungsverlaufes zu verbessern.

[0041] Die Antriebsvorrichtung 100 weist im dargestellten Ausführungsbeispiel gemäss dem Blockschaltbild aus Fig. 8 weiterhin Impedanzsteuerglieder 132 auf. Hierdurch ist sichergestellt, dass die mittels der Spannungsmesseinrichtung 130 gemessenen Spannungsverläufe an den einzelnen Phasen U, V, W der elektrischen Maschine 110 aneinander angeglichen werden und eine Vergleichbarkeit der Spannungsamplituden der induzierten Spannungen gewährleistet ist.

[0042] Die Antriebsvorrichtung 100 gemäss Blockschaltbild 8 weist weiterhin galvanische Trennelemente 133, im gezeigten Ausführungsbeispiel in Gestalt von Optokopplern, auf. Die Trennelemente 133, d.h. die Optokoppler, sind sekundärseitig mit Signalverstärkern ausgestattet. Hierdurch sind der Arbeitspunkt und/oder die Verstärkung der Trennelemente 133 einstellbar.

[0043] Zum Zwecke einer automatischen Einstellung der Arbeitspunkte bzw. Verstärkungen der Trennelemente 133, weist die erfindungsgemässe Antriebsvorrichtung 100 gemäss dem in Fig. 8 gezeigten Ausführungsbeispiel eine Einstelleinrichtung 134 auf, welche es ermöglicht, in Abhängigkeit von einer Messung, beispielsweise einer Temperaturmessung oder einer Steuerspannungsmessung, einen automatischen Abgleich, d.h. ein automatisches Einstellen der Arbeitspunkte bzw. der Verstärkungen der Trennelemente 133 vorzunehmen.

[0044] Es sei darauf hingewiesen, dass alle oben beschriebenen Verfahrensmerkmale und Teile für sich alleine gesehen und in jeder Kombination, insbesondere die in den Zeichnungen dargestellten Details als erfindungswesentlich beansprucht werden. Abänderungen hiervon sind dem Fachmann geläufig.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Regeln des Auslenkwinkels (12) einer mittels einer Antriebsvorrichtung (100) zeitweise antreibbaren und an diese angekoppelten schwingenden Glocke (10), wobei die Antriebsvorrichtung (100) eine elektrische Maschine (110) vorzugsweise eine Asynchronmaschine aufweist, wobei die elektrische Maschine (110) gemäss den Verfahrensschritten wechselweise als Sensor, vorzugsweise generatorisch, und motorisch betreibbar ist, wobei das Verfahren die folgenden Verfahrensschritte aufweist:

- Betreiben der elektrischen Maschine (110) im Generatorbetrieb;
- Fortlaufendes Messen der Frequenz (111) zumindest einer der an der elektrischen Maschine (110) durch die Pendelbewegung der Glocke (10) erzeugten Generatorspannungen mindestens bis zu einem Zeitpunkt, an welchem ein Maximum (113) der gemessenen Frequenz erreicht ist;
- Bestimmen des aktuellen Auslenkwinkels (12) der aktuellen Halbperiode (16, 17) des Glockenschwunges;
- Bestimmen der aktuellen Auslenkrichtung (15) der aktuellen Halbperiode (16, 17) des Glockenschwunges;
- Bestimmen eines ersten Korrekturfaktors aus der Abweichung des aktuellen Auslenkwinkels (12) von einem vorgegebenen oder vorgebbaren Sollschrungswinkel (13);
- Bestimmen eines Antriebsparameters aus dem ersten Korrekturfaktor; und
- Betreiben der elektrischen Maschine (110) gemäss dem Antriebsparameter im Motorbetrieb.

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei der Antriebsparameter eine Einschaltdauer (20) oder ein Auslenkwinkelbereich (22) für den Betrieb der elektrischen Maschine (110) im Motorbetrieb ist.
3. Verfahren nach Anspruch 1, wobei der Antriebsparameter ein Abschaltzeitpunkt (21) oder ein Abschaltauslenkwinkel (23) für das Beenden des Betriebes der elektrischen Maschine (110) im Motorbetrieb ist.
4. Verfahren nach Anspruch 1, wobei der Antriebsparameter ein Motorparameter, insbesondere eine Motorenergie, eine Motorleistung oder ein Motormoment für den Betrieb der elektrischen Maschine im Motorbetrieb ist.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei das Verfahren weiterhin den folgenden Verfahrensschritt aufweist:

während des Betriebes der elektrischen Maschine (110) im Generatorbetrieb, Bestimmen einer Maschinenphasenverschiebung (114) zwischen mindestens zwei der Maschinenphasen U, V, W der an der elektrischen Maschine (110) erzeugten Generatorspannungen, und wobei im Verfahrensschritt des Bestimmens der aktuellen Auslenkrichtung (15) der aktuellen Halbperiode (16, 17) des Glockenschwunges die aktuelle Auslenkrichtung (15) aus dem Vorzeichen der Maschinenphasenver-

schiebung (114) bestimmt wird.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei das Verfahren weiterhin den Verfahrensschritt des Entmagnetisierens der elektrischen Maschine (110) aufweist, wobei dieser Verfahrensschritt des Entmagnetisierens zeitlich vor dem Betreiben der elektrischen Maschine (110) im Generatorbetrieb ausgeführt wird.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei das Verfahren weiterhin die folgenden Verfahrensschritte aufweist:

ab dem Zeitpunkt, an welchem das Maximum (113) der gemessenen Frequenz (111) erreicht ist, fortlaufendes Zählen der Spannungsperioden (116) oder von Teilen davon an mindestens einer der an der elektrischen Maschine (110) durch die Pendelbewegung der Glocke (10) erzeugten Generatorspannungen; fortlaufendes Bestimmen des momentanen Auslenkwinkels (14) der Glocke (10).

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei das Verfahren weiterhin die folgenden Verfahrensschritte aufweist:

Bestimmen einer aktuellen Klöppelschlagstärke; Bestimmen eines zweiten Korrekturfaktors aus der Abweichung der aktuellen Klöppelschlagstärke von einer vorgegeben oder vorgebbaren Sollklöppelschlagstärke; Bestimmen eines Einschaltzeitpunktes (31) oder eines Einschalt-Auslenkwinkels (30) aus dem zweiten Korrekturfaktor; Betreiben der elektrischen Maschine (110) im Motorbetrieb ab dem Einschaltzeitpunkt (31) oder bis zu dem Einschalt-Auslenkwinkel (30).

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei das Verfahren weiterhin die folgenden Verfahrensschritte aufweist:

Bestimmen des aktuellen Klöppelschlagzeitpunktes; Bestimmen eines Korrekturfaktors aus der Abweichung des aktuellen Klöppelschlagzeitpunktes von einem vorgegebenen oder vorgebbaren Klöppelschlagzeitpunkt; Bestimmen eines Einschaltzeitpunktes (31) oder eines Einschalt-Auslenkwinkels (30) aus dem ermittelten Korrekturfaktor; und Bestimmen der Verteilung der Einschaltdauer (20) der elektrischen Maschine über den aktuell möglichen Auslenkwinkel.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, wobei das Verfahren weiterhin die folgenden Verfahrensschritte aufweist:

fortlaufendes bzw. intermittierendes Messen der an zumindest einem der Anschlüsse der elektrischen Maschine (110) während des Betriebens im Motorbetrieb anliegenden Netzspannungen (190) bzw. der in den Motor fließenden Ströme; Bestimmen eines dritten Korrekturfaktors aus der Abweichung des gemessenen Verlaufes der Netzspannungen (190) bzw. der in den Motor fließenden Ströme zu einem Sollnetzspannungsverlauf (191) bzw. einem Sollstromverlauf; Korrigieren des Antriebsparameters gemäß dem dritten Korrekturfaktor.

11. Antriebsvorrichtung (100) zum geregelten Betreiben einer an die Antriebsvorrichtung (100) angekoppelten Glocke (10), wobei die Antriebsvorrichtung (100) folgendes aufweist:

eine wechselweise als Sensor, vorzugsweise generatorisch, und motorisch betreibbare elektrische Maschine (110), vorzugsweise eine Asynchronmaschine; eine Spannungsmesseinrichtung (130) zum Messen des Frequenzverlaufes (111) und/oder zum Messen des Amplitudenverlaufes (112) zumindest einer der an der elektrischen Maschine (110) anliegenden oder erzeugten Spannungen; eine Stelleinrichtung (150), insbesondere eine Umschalteneinrichtung (151) zum wechselweisen Umschalten der elektrischen Maschine (110) zwischen dem Generatorbetrieb und dem Motorbetrieb; eine Regeleinrichtung (180) zum Ansteuern der Stelleinrichtung (150) in Abhängigkeit eines mittels der Spannungsmesseinrichtung (130) erhaltenen Messwertes, wobei die Spannungsmesseinrichtung (130) ausgelegt ist, den Frequenzverlauf (111) und/oder den Amplitudenverlauf (112) sowohl während des Generatorbetriebes als auch während des Motorbetriebes der elektrischen Maschine (110) zu messen.

12. Antriebsvorrichtung (100) nach Anspruch 11, wobei die Spannungsmesseinrichtung (130) ferner mindestens eine Messstromquelle (131), insbesondere mindestens eine hochohmige Messstromquelle (131) aufweist, wobei die mindestens eine Messstromquelle (131) ausgelegt ist, einen Messstrom (135) durch zumindest eine Phase U, V, W der elektrischen Maschine

(110) zu treiben.

13. Antriebsvorrichtung (100) nach Anspruch 11 oder 12, wobei die Antriebsvorrichtung (100) weiterhin eine Entmagnetisierungseinrichtung (170) zum Entmagnetisieren der elektrischen Maschine (110) aufweist. 5

14. Antriebsvorrichtung (100) nach einem der Ansprüche 11 bis 13, 10
wobei die Antriebsvorrichtung (100) ferner Impedanzsteuerglieder (132) aufweist, welche ausgelegt sind, durch Impedanzangleichung von Anschlüssen (115) der elektrischen Maschine (110) die mittels der Spannungsmesseinrichtung (130) gemessenen Verläufe an den einzelnen Phasen U, V, W der elektrischen Maschine (110) aneinander anzugleichen. 15

15. Antriebsvorrichtung (100) nach Anspruch 14, 20
wobei die Impedanzsteuerglieder (132) eine Vorrichtung zur Begrenzung der in ihnen entstehenden Verlustleistung während des Motorbetriebs der elektrischen Maschine (110) aufweisen.

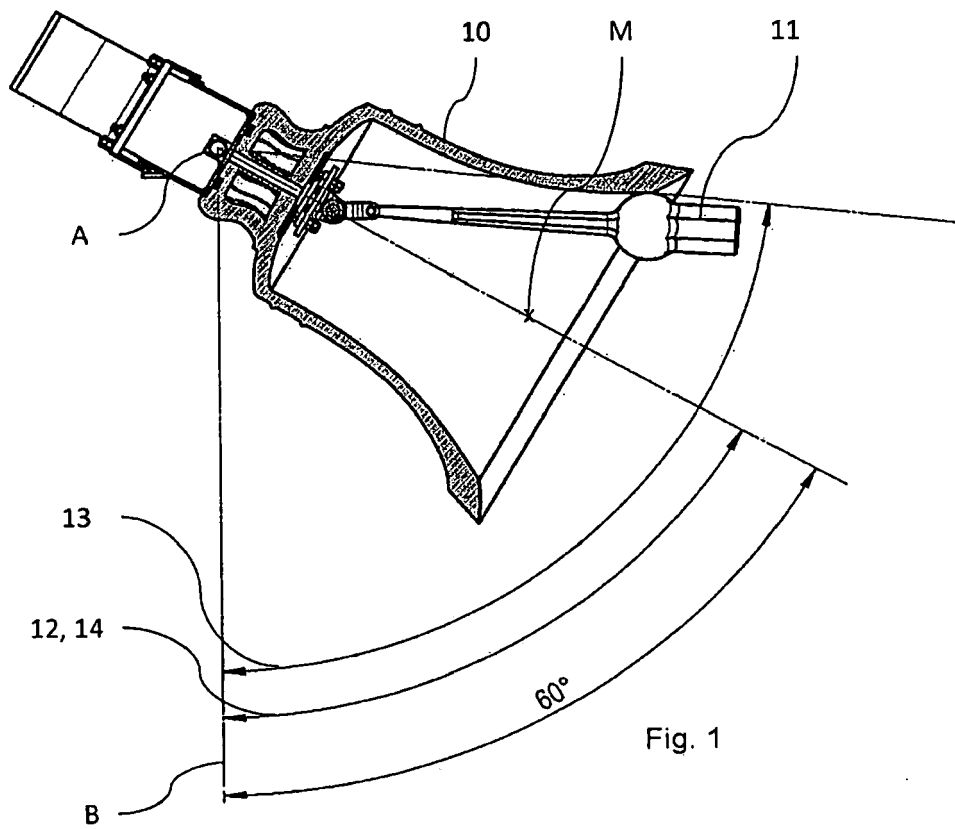
16. Antriebsvorrichtung (100) nach einem der Ansprüche 11 bis 15, 25
wobei die Spannungsmesseinrichtung (130) mindestens ein Trennelement (133), insbesondere ein galvanisches Trennelement, vorzugsweise in Form eines Optokopplers aufweist, und 30
wobei das mindestens eine Trennelement (133) in seinem Arbeitspunkt und/oder in seiner Verstärkung einstellbar ausgebildet ist.

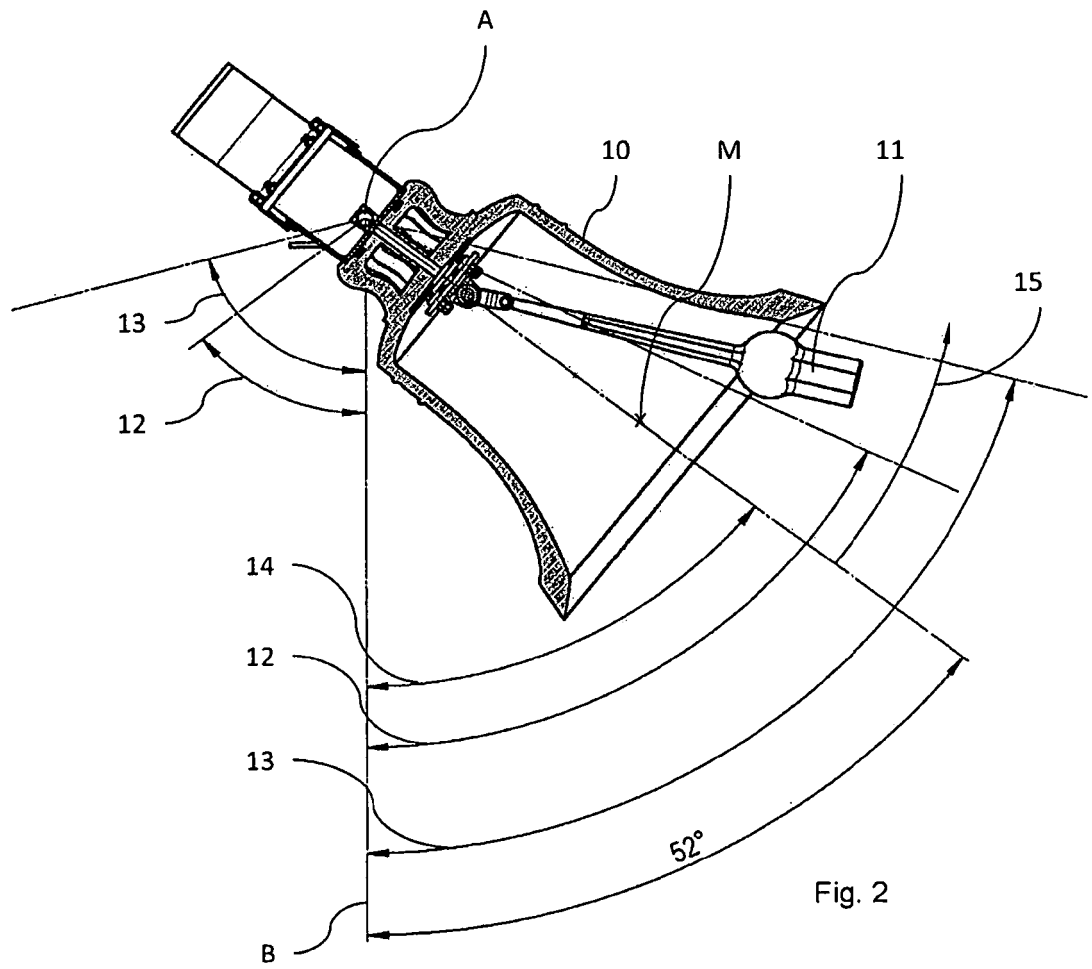
17. Antriebsvorrichtung (100) nach Anspruch 16, 35
wobei eine Einstelleinrichtung (134) zum Einstellen des Arbeitspunktes und/oder zum Einstellen der Verstärkung des mindestens einen Trennelementes (133) vorgesehen ist, und wobei die Einstelleinrichtung (134) ausgelegt ist, das Einstellen in Abhängigkeit von einer Messung, insbesondere Temperaturmessung oder Steuerspannungsmessung automatisch vorzunehmen. 40

45

50

55





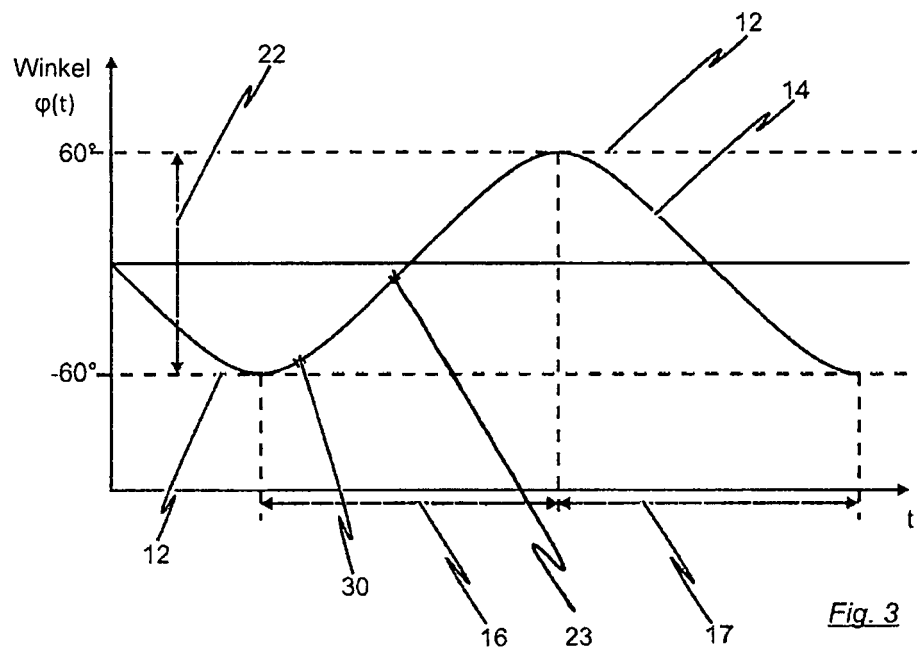


Fig. 3

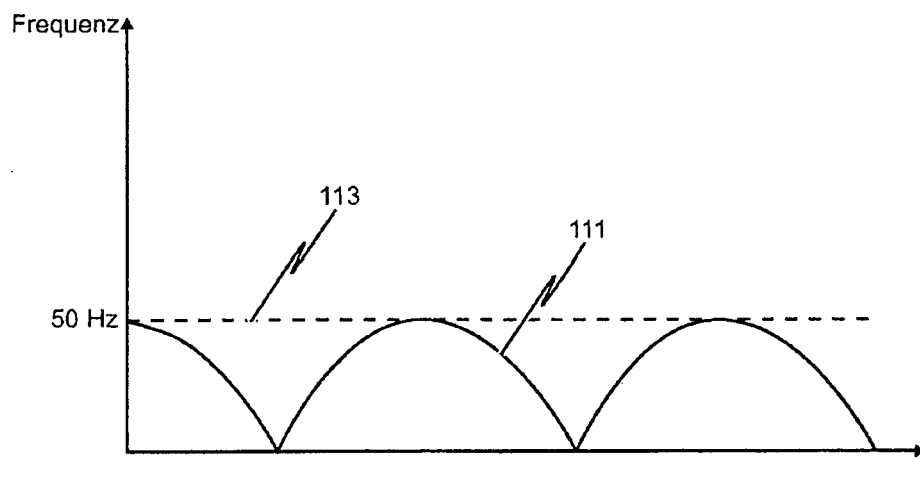


Fig. 4

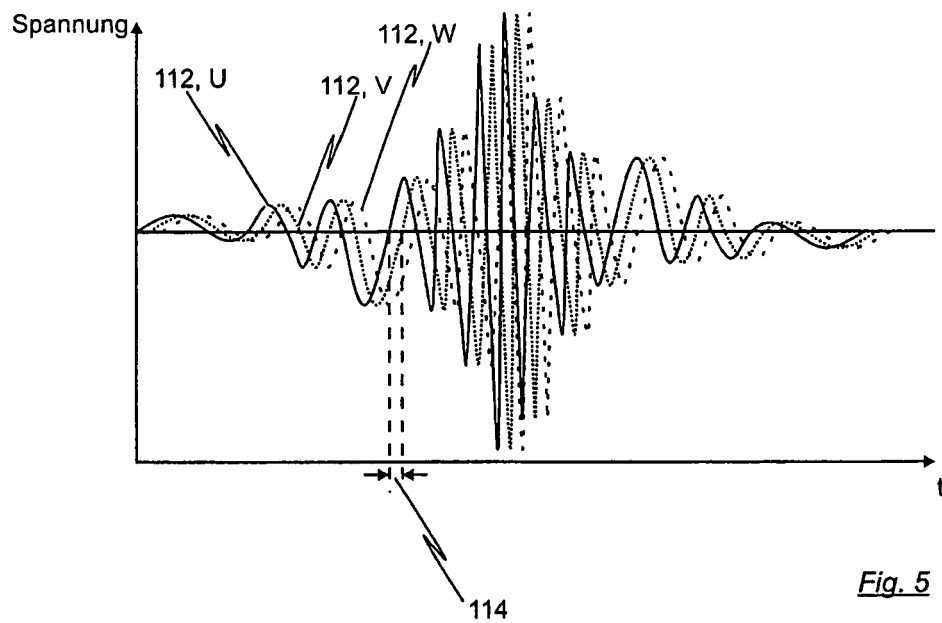


Fig. 5

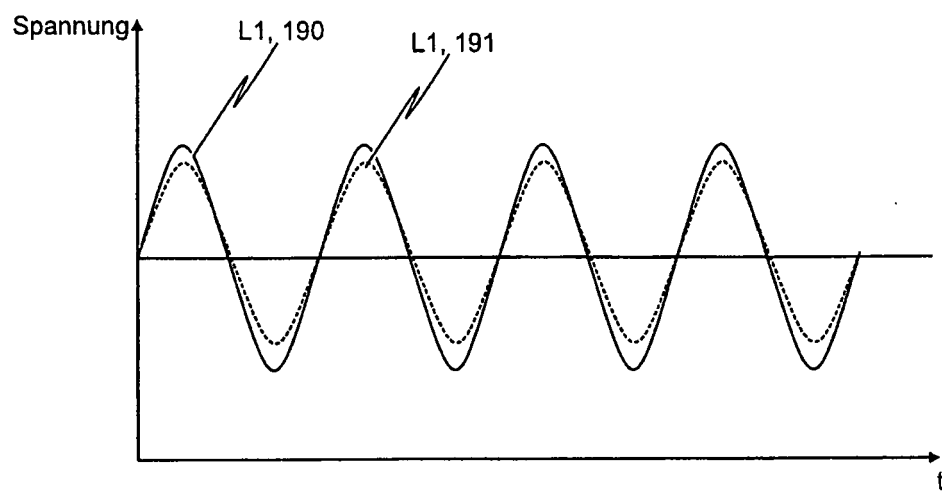


Fig. 6

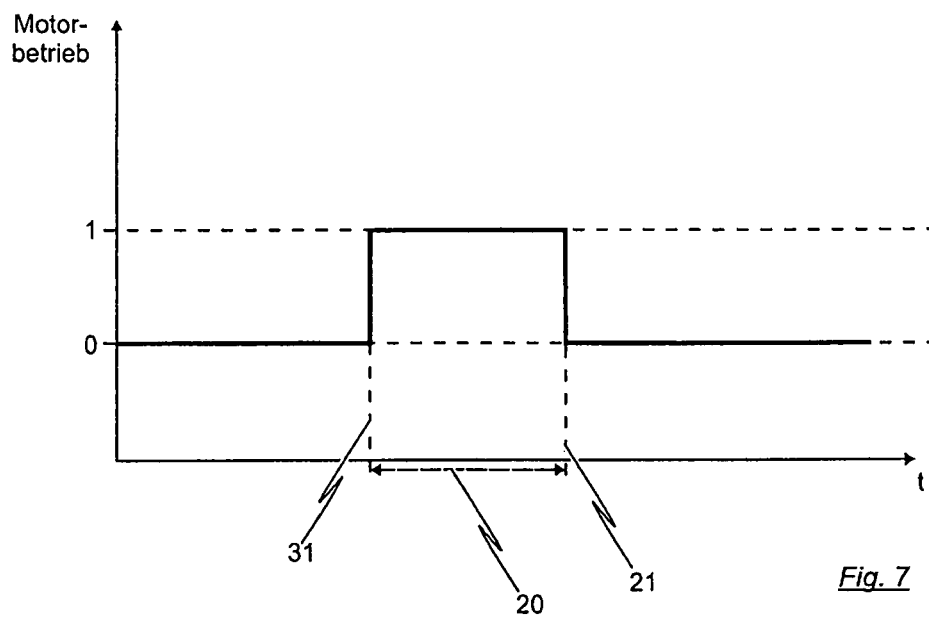


Fig. 7

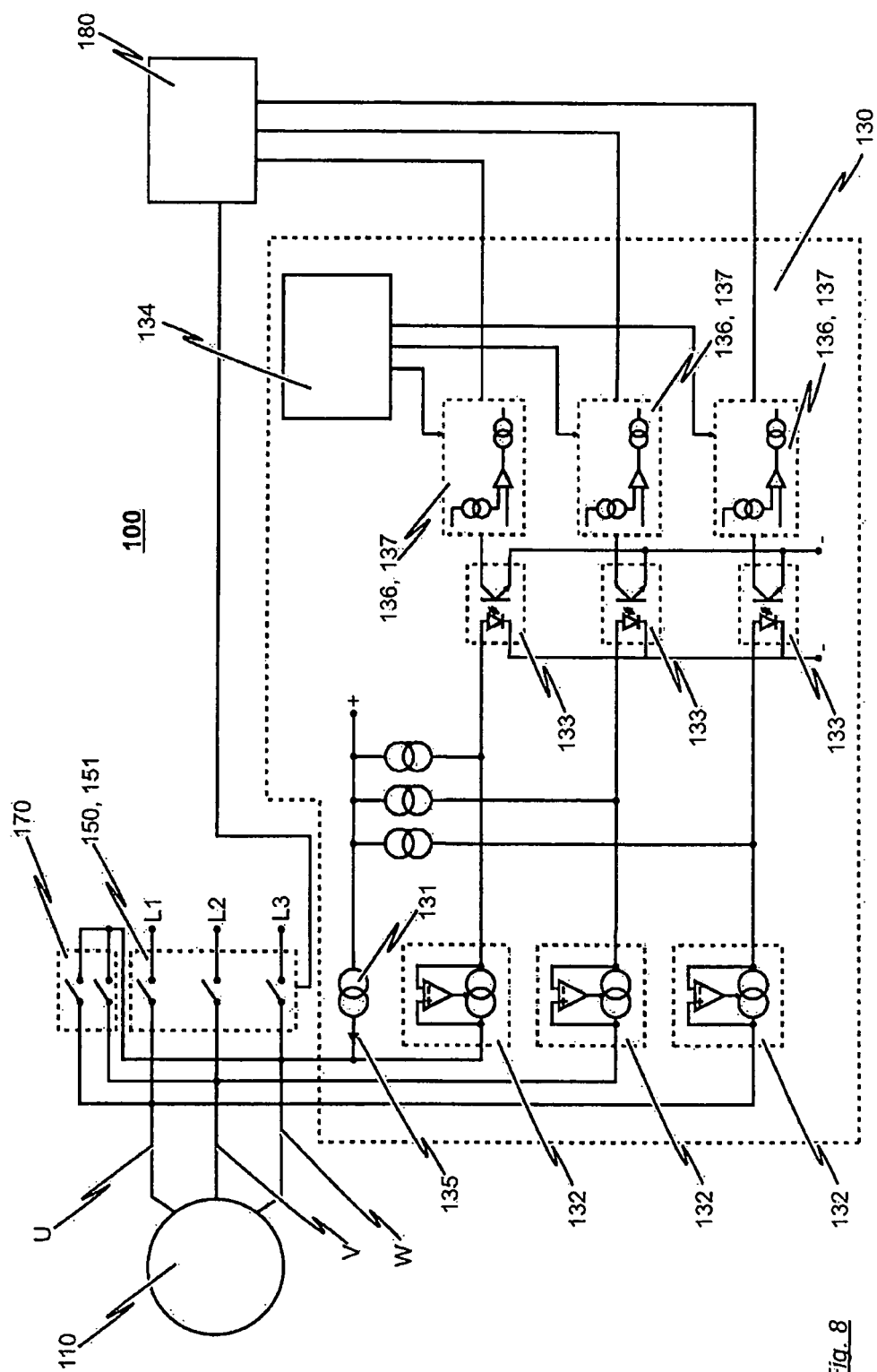


Fig. 8



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 11 40 5294

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	EP 1 094 443 A1 (JOH MUFF AG [CH]) 25. April 2001 (2001-04-25) * Zusammenfassung * * Abbildungen 1,5 * * Absatz [0001] * * Absätze [0008], [0009] * * Absätze [0012] - [0015] *	1-4,6-10	INV. G10K1/34
X	EP 1 310 941 A1 (CLOCK O MATIC NV [BE]) 14. Mai 2003 (2003-05-14) * Zusammenfassung * * Abbildung 3 * * Absatz [0001] * * Absatz [0011] *	11-17	
A	EP 0 120 436 B1 (SALOMON PAUL) 5. Oktober 1988 (1988-10-05) * Abbildungen 1,3 * * Spalte 2, Zeilen 22-34 * * Spalte 5, Zeile 39 - Spalte 6, Zeile 30 * * Anspruch 1 *	1-17	
A	DE 37 14 465 A1 (PHILIPP HOERZ GMBH & CO KG [DE]) 17. November 1988 (1988-11-17) * Zusammenfassung * * Abbildung 1 * * Spalte 3, Zeilen 63-67 *	1-17	
A	DE 691 16 109 T2 (CLOCK O MATIC NV [BE]) 19. September 1996 (1996-09-19) * das ganze Dokument *	1-17	
A	EP 0 191 889 A2 (HERFORDER ELEKTRICITAETS WERKE [DE]) 27. August 1986 (1986-08-27) * Zusammenfassung * * Abbildung 1 * * Seite 3, Zeilen 11-31 *	1,11	
2 Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 2. April 2012	Prüfer Meyer, Matthias
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 11 40 5294

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am

Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

02-04-2012

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
EP 1094443	A1	25-04-2001	AT	315268 T		15-02-2006
			EP	1094443 A1		25-04-2001

EP 1310941	A1	14-05-2003	AT	470215 T		15-06-2010
			EP	1310941 A1		14-05-2003

EP 0120436	B1	05-10-1988	DE	3310567 A1		04-10-1984
			EP	0120436 A2		03-10-1984

DE 3714465	A1	17-11-1988	KEINE			

DE 69116109	T2	19-09-1996	AT	132647 T		15-01-1996
			BE	1004028 A7		08-09-1992
			DE	69116109 D1		15-02-1996
			DE	69116109 T2		19-09-1996
			EP	0486453 A1		20-05-1992

EP 0191889	A2	27-08-1986	DE	3505062 A1		14-08-1986
			EP	0191889 A2		27-08-1986

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82