



(10) **DE 10 2017 127 584 A1** 2018.05.17

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2017 127 584.3**

(22) Anmeldetag: **22.11.2017**

(43) Offenlegungstag: **17.05.2018**

(51) Int Cl.: **H02P 6/16 (2016.01)**

(71) Anmelder:
**Schaeffler Technologies AG & Co. KG, 91074
Herzogenaurach, DE**

(72) Erfinder:
Kaufner, Benjamin, 96135 Stegaurach, DE

(56) Ermittelter Stand der Technik:

DE	10 2013 203 388	B3
DE	102 13 375	A1
DE	102 53 388	A1
DE	10 2008 042 829	A1
DE	10 2008 060 672	A1
DE	10 2011 105 502	A1
DE	10 2012 204 147	A1
DE	10 2015 210 490	A1

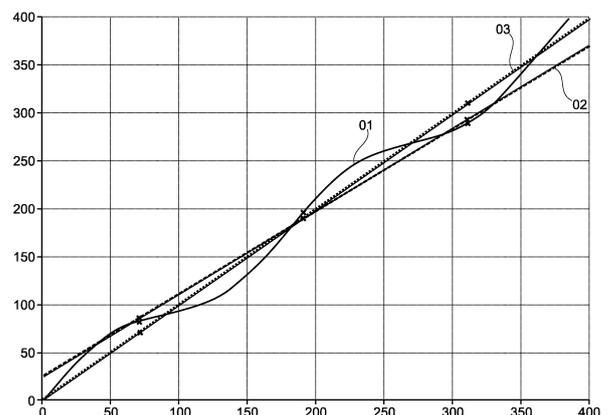
Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Mit Einverständnis des Anmelders offengelegte Anmeldung gemäß § 31 Abs. 2 Ziffer 1 PatG

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Steuerungseinheit und Verfahren zum Bestimmen eines Offsets eines Rotorlagegebers einer mehrphasigen elektrischen Maschine**

(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Erfindung betrifft zunächst ein Verfahren zum Bestimmen eines Offsets eines Rotorlagegebers einer mehrphasigen elektrischen Maschine. Die elektrische Maschine umfasst einen Stator und einen Rotor. Der Rotorlagegeber dient zum Kommutieren der elektrischen Maschine. In einem Schritt des Verfahrens erfolgt ein Bestromen einer ersten Phase des Stators, um den Rotor in eine der ersten Phase zugeordnete erste Drehposition zu drehen, die mit dem Rotorlagegeber gemessen wird, woraus ein erster Drehpositionsmesswert resultiert, welcher um eine erste Drehpositionsmesswertabweichung von der ersten Drehposition abweicht. In einem weiteren Schritt erfolgt ein Bestromen einer zweiten Phase des Stators, um den Rotor in eine der zweiten Phase zugeordnete zweite Drehposition zu drehen, die mit dem Rotorlagegeber gemessen wird, woraus ein zweiter Drehpositionsmesswert resultiert, welcher um eine zweite Drehpositionsmesswertabweichung von der zweiten Drehposition abweicht. Erfindungsgemäß wird ein Offset des Rotorlagegebers zumindest aus der ersten Drehpositionsmesswertabweichung und aus der zweiten Drehpositionsmesswertabweichung ermittelt. Die Erfindung betrifft weiterhin eine Steuerungseinheit für eine mehrphasige elektrische Maschine.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft zunächst ein Verfahren zum Bestimmen eines Offsets eines Rotorlagegebers einer mehrphasigen elektrischen Maschine. Bei der mehrphasigen elektrischen Maschine handelt es sich insbesondere um einen Elektromotor oder um einen Generator. Die elektrische Maschine umfasst einen Rotor mit bevorzugt mindestens einem Permanentmagneten. Der Rotorlagegeber dient zum Kommutieren der elektrischen Maschine. Die Erfindung betrifft weiterhin eine Steuerungseinheit für eine mehrphasige elektrische Maschine.

[0002] Die DE 10 2013 203 388 B3 zeigt einen Rotorlagegeber für einen Stator und einen Rotor aufweisende elektronisch kommutierte elektrische Maschine. Ein am Stator drehfest gelagerter Rotorlagesensor dient zur Erfassung der rotatorischen Lage des Rotors gegenüber dem Magnetfeld des Stators. Am Rotor ist ein Signalgeber drehfest gelagert. Der Rotorlagegeber zeichnet sich dadurch aus, dass er einen Referenzgeber zum Erfassen von Referenzwerten der magnetischen Flusssdichte des Rotorfeldes aufweist, wobei die Referenzwerte zur Ermittlung eines Winkeloffsets zwischen Signalgeber und der Lage des Rotors dienen.

[0003] Die DE 10 2008 042 829 A1 lehrt ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Ausgleich des Offsets eines Rotorlagegebers einer elektrischen Maschine, bei dem die Schnittpunkte der Phasenspannungssignale der elektrischen Maschine unter Verwendung von Komparatoren ermittelt werden.

[0004] Die DE 10 2012 204 147 A1 zeigt ein Verfahren zur Steuerung eines elektronisch kommutierten Elektromotors. Ein absolut messender Rotorlagesensor dient zum Überwachen eines Drehwinkels eines Rotors.

[0005] Aus der DE 10 2011 105 502 A1 ist ein Verfahren zum Abgleich eines Phasenversatzes zwischen einem Rotorlagesensor und einer Rotorlage eines elektronisch kommutierten Motors bekannt, welches sowohl während der Inbetriebnahme als auch bei Betrieb des Motors durchgeführt werden kann. Die Position des Rotors wird mit einem Absolutwert-Rotorlagesensor gemessen, welche mit einem Motorparameter ins Verhältnis gesetzt wird, der die erwartete Position des Rotors charakterisiert. Hierdurch kann der Versatz, der beispielsweise im Zusammenbau des Motors mit dem Rotorlagesensor auftritt, automatisch auch während des Betriebes korrigiert werden.

[0006] Aus der DE 102 53 388 B4 ist ein Verfahren zum Justieren einer Sensorvorrichtung zur Bestimmung der Drehlage eines Rotors eines elektronisch kommutierten Motors bekannt. Die von der Sensorvorrichtung während einer Umdrehung des Rotors erzeugten Inkremente werden erfasst. Der Motor wird angetrieben und die von dem Motor induzierten Spannungen werden erfasst, wobei von den induzierten Spannungen die Winkellage des Rotors und ein gesuchter Kommutierungswinkel abgeleitet werden. Die erfasste Winkellage wird mit den Inkrementen der Sensorvorrichtung korreliert.

[0007] Die DE 102 13 375 A1 zeigt ein Verfahren zum Bestimmen eines Kommutierungsoffsets aus der Abweichung der tatsächlichen Position des Läufers einer Synchronmaschine von einem steuerungsinternen Kommutierungswinkel. Der Kommutierungswinkel wird aus einem Positionssignal abgeleitet, das von einer die Läuferposition erfassenden Positionsmesseinrichtung abgegeben wird. Ein Strom-Sollwert wird auf Null gesetzt, so dass der Läufer und der Ständer relativ zueinander bewegt werden. Der Verlauf einer Regler-Ausgangsspannung wird erfasst und mit dem Verlauf eines steuerungsinternen Kommutierungswinkels verglichen, wodurch der Kommutierungsoffset bestimmt wird.

[0008] Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht ausgehend vom Stand der Technik darin, den Offset eines Rotorlagegebers einer mehrphasigen elektrischen Maschine aufwandsärmer und genauer messen zu können, um die mehrphasige elektrische Maschine genauer kommutieren zu können.

[0009] Die genannte Aufgabe wird gelöst durch ein Verfahren gemäß dem beigefügten Anspruch 1. Die genannte Aufgabe wird weiterhin gelöst durch eine Steuerungseinheit gemäß dem beigefügten nebengeordneten Anspruch 10.

[0010] Das erfindungsgemäße Verfahren dient zum Bestimmen eines Offsets eines Rotorlagegebers einer mehrphasigen elektrischen Maschine. Bei der elektrischen Maschine kann es sich insbesondere um einen Elektromotor oder um einen Generator handeln. Der Rotorlagegeber dient zum Kommutieren der elektrischen Maschine. Das Kommutieren der elektrischen Maschine erfolgt elektronisch. Die elektrische Maschine umfasst einen Stator und einen gegenüber dem Stator rotierbaren Rotor. Der Rotor umfasst bevorzugt mindestens einen Permanentmagneten. Die elektrische Maschine ist bevorzugt bürstenlos. Das Magnetfeld des Rotors

wird bevorzugt mit dem Rotorlagegeber gemessen, um so die Drehposition des Rotors zu bestimmen, um die elektrische Maschine zu kommutieren. Hierfür ist der Rotorlagegeber bevorzugt durch einen gegenüber dem Rotor ruhenden Magnetfeldsensor gebildet. Der Stator umfasst einen Elektromagneten mit den mehreren Phasen, welche bevorzugt gleichverteilt um den Rotor angeordnet sind.

[0011] Der Rotorlagegeber in seiner Funktion als Sensor weist einen Fehler auf, welcher einen konstanten Anteil umfasst, welcher unabhängig von der Drehposition ist und als Offset bezeichnet wird. Der Fehler umfasst weiterhin mindestens einen nicht konstanten Anteil, der insbesondere von der Drehposition abhängig ist.

[0012] In einem Schritt des erfindungsgemäßen Verfahrens erfolgt ein Bestromen einer ersten elektrischen Phase des Stators, um den Rotor in eine der ersten Phase zugeordnete erste Drehposition zu drehen. Das Bestromen der ersten elektrischen Phase erfolgt bevorzugt exklusiv, sodass keine andere der elektrischen Phasen des Stators gleichzeitig bestromt wird. Die erzielte erste Drehposition wird mit dem Rotorlagegeber gemessen, woraus ein erster Drehpositionsmesswert resultiert. Da der Rotorlagegeber den beschriebenen Fehler aufweist, weicht der erste Drehpositionsmesswert um eine erste Drehpositionsmesswertabweichung von der ersten Drehposition ab.

[0013] In einem weiteren Schritt des erfindungsgemäßen Verfahrens erfolgt ein Bestromen einer zweiten elektrischen Phase des Stators, um den Rotor in eine der zweiten Phase zugeordnete zweite Drehposition zu drehen. Das Bestromen der zweiten elektrischen Phase erfolgt bevorzugt exklusiv, sodass keine andere der elektrischen Phasen des Stators gleichzeitig bestromt wird. Die erzielte zweite Drehposition wird mit dem Rotorlagegeber gemessen, woraus ein zweiter Drehpositionsmesswert resultiert. Da der Rotorlagegeber den beschriebenen Fehler aufweist, weicht der zweite Drehpositionsmesswert um eine zweite Drehpositionsmesswertabweichung von der zweiten Drehposition ab.

[0014] Die beschriebenen Schritte des Bestromens einer elektrischen Phase und des Messens der erzielten Drehposition werden für weitere Phasen und Drehpositionen bevorzugt wiederholt, sodass weitere Drehpositionsmesswerte und Drehpositionsmesswertabweichungen resultieren.

[0015] Erfindungsgemäß wird der Offset des Rotorlagegebers aus der ersten Drehpositionsmesswertabweichung und aus der zweiten Drehpositionsmesswertabweichung sowie gegebenenfalls weiteren Drehpositionsmesswertabweichungen ermittelt. Somit wird der Offset im Gegensatz zum Stand der Technik nicht lediglich aus einem Messpunkt bzw. in einem Kalibrierungspunkt ermittelt, sondern es werden mindestens zwei Messpunkte verwendet, sodass bei der Bestimmung des Offsets die nicht konstanten Anteile des Fehlers des Rotorlagegebers in einem geringeren Maße die Genauigkeit des ermittelten Offsets beeinflussen. Bevorzugt werden zumindest die erste Drehpositionsmesswertabweichung und die zweite Drehpositionsmesswertabweichung gemittelt, um den Offset zu bestimmen.

[0016] Bei besonders bevorzugten Ausführungsformen des erfindungsgemäßen Verfahrens erfolgt in einem weiteren Schritt ein Bestromen einer dritten elektrischen Phase des Stators, um den Rotor in eine der dritten Phase zugeordnete dritte Drehposition zu drehen. Das Bestromen der dritten elektrischen Phase erfolgt bevorzugt exklusiv, sodass keine andere der elektrischen Phasen des Stators gleichzeitig bestromt wird. Die erzielte dritte Drehposition wird mit dem Rotorlagegeber gemessen, woraus ein dritter Drehpositionsmesswert resultiert. Da der Rotorlagegeber den beschriebenen Fehler aufweist, weicht der dritte Drehpositionsmesswert um eine dritte Drehpositionsmesswertabweichung von der dritten Drehposition ab. Bevorzugt wird der Offset des Rotorlagegebers mindestens aus der ersten Drehpositionsmesswertabweichung, aus der zweiten Drehpositionsmesswertabweichung und aus der dritten Drehpositionsmesswertabweichung ermittelt.

[0017] Der Stator ist bevorzugt dreiphasig mit drei Phasen U, V und W ausgeführt. Die drei Phasen sind bevorzugt gleichverteilt angeordnet. Die erste Drehposition, die zweite Drehposition und dritte Drehposition weisen bevorzugt jeweils paarweise einen Winkel von 120° zueinander auf. Die drei Phasen sind bevorzugt den Drehpositionen 0° , 120° und 240° zugeordnet.

[0018] Bei bevorzugten Ausführungsformen des erfindungsgemäßen Verfahrens erfolgt das Ermitteln des Offsets des Rotorlagegebers aus der ersten Drehpositionsmesswertabweichung, aus der zweiten Drehpositionsmesswertabweichung und gegebenenfalls aus der dritten und weiteren Drehpositionsmesswertabweichungen dadurch, dass die Drehpositionsmesswertabweichungen gemittelt werden.

[0019] Bei besonders bevorzugten Ausführungsformen des erfindungsgemäßen Verfahrens erfolgt das Ermitteln des Offsets des Rotorlagegebers aus der ersten Drehpositionsmesswertabweichung, aus der zweiten

Drehpositionsmesswertabweichung, aus der dritten Drehpositionsmesswertabweichung und gegebenenfalls aus den weiteren Drehpositionsmesswertabweichungen dadurch, dass eine lineare Regression für den ersten Drehpositionsmesswert, für den zweiten Drehpositionsmesswert, für den dritten Drehpositionsmesswert und gegebenenfalls die weiteren Drehpositionsmesswerte durchgeführt wird. Die Drehpositionsmesswerte stellen bei der linearen Regression eine statistisch abhängige Größe dar. Die erste Drehposition, die zweite Drehposition, die dritte Drehposition und gegebenenfalls die weiteren Drehpositionen werden als Regressor bzw. als statistisch unabhängige Größe verwendet. Aus der linearen Regression resultiert eine lineare Kennlinie des Rotorlagegebers. Diese lineare Kennlinie wird genutzt, um den Offset des Rotorlagegebers zu bestimmen.

[0020] Die durch die lineare Regression zu ermittelnde lineare Kennlinie weist bevorzugt eine Steigung von Eins auf. Somit wird für die lineare Regression die Steigung von Eins vorgegeben. Die so ermittelte Kennlinie unterscheidet sich ausschließlich in dem zu ermittelnden Offset von einer idealen Kennlinie des Rotorlagegebers, bei welcher der Messwert des Rotorlagegebers immer der Drehposition gleicht. Der Offset kann mithilfe der so ermittelten Kennlinie einfach dadurch ermittelt werden, dass ein Funktionswert der Kennlinie für eine beliebiges Argument der Drehposition ermittelt wird und dieses Argument von dem ermittelten Funktionswert subtrahiert wird.

[0021] Bei bevorzugten Ausführungsformen des erfindungsgemäßen Verfahrens wird der Offset des Rotorlagegebers aus einer Differenz zwischen dem ersten Drehpositionsmesswert und einem Funktionswert der durch die lineare Regression ermittelten linearen Kennlinie an der ersten Drehposition ermittelt. Die erste Drehposition ist bevorzugt der Phase U zugeordnet.

[0022] Bei bevorzugten Ausführungsformen des erfindungsgemäßen Verfahrens wird für die lineare Regression die Methode der kleinsten Quadrate auf die Drehpositionsmesswertabweichungen angewendet.

[0023] Bei der elektrischen Maschine sind die erste Phase, die zweite Phase und die dritte Phase bevorzugt mehrfach versetzt in mehreren Gruppen auf dem Umfang des Stators ausgebildet. Die Anzahl der Gruppen sei n , wobei die Anzahl n bevorzugt zwischen 5 und 50 beträgt. Die oben beschriebenen Schritte des Bestromens der ersten Phase des Stators und des Messens des ersten Drehpositionsmesswertes, die oben beschriebenen Schritte des Bestromens der zweiten Phase des Stators und des Messens des zweiten Drehpositionsmesswertes und die oben beschriebenen Schritte des Bestromens der dritten Phase des Stators und des Messens des dritten Drehpositionsmesswertes werden entsprechend für mehrere oder bevorzugt für alle der Gruppen der drei Phasen durchgeführt. Entsprechend werden mehrere Gruppen der ersten Drehpositionsmesswertabweichung, der zweiten Drehpositionsmesswertabweichung und der dritten Drehpositionsmesswertabweichung ermittelt. Der Offset des Rotorlagegebers wird aus den mehreren Gruppen der jeweils drei Drehpositionsmesswertabweichungen ermittelt. Dies erfolgt bevorzugt durch Mittelung oder unter Anwendung der linearen Regression, wie dies oben beschrieben ist.

[0024] Bei einer einfachen bevorzugten Ausführungsform erfolgt das Ermitteln des Offsets durch ein Mitteln aller Drehpositionsmesswerte minus der jeweiligen Drehposition, d. h. durch ein Mitteln aller Drehpositionsmesswertabweichungen. Das ermittelte Mittel stellt den Offset dar. Das Mittel ist bevorzugt durch ein arithmetisches Mittel gebildet.

[0025] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird der Offset nach der folgenden Formel berechnet:

$$\text{Offset} = \frac{\sum_{i=1}^n (\varphi_{U,i} + \varphi_{V,i} + \varphi_{W,i}) - n \cdot 120^\circ - n \cdot 240^\circ}{3 \cdot n}$$

[0026] In dieser Formel stehen $\varphi_{U,i}$, $\varphi_{V,i}$ und $\varphi_{W,i}$ für die Drehpositionsmesswerte der drei Phasen U, V und W der jeweils i -ten Gruppe. Die drei Phasen U, V und W sind den Drehpositionen 0° , 120° und 240° zugeordnet.

[0027] Bei dem Rotorlagegeber handelt es sich bevorzugt um einen Magnetfeldsensor. Der Magnetfeldsensor ist bevorzugt durch eine AMR-Messbrücke oder durch einen Hall-Sensor gebildet. Grundsätzlich kann der Rotorlagegeber aber auch durch einen anderen Sensor gebildet sein, mit welchem magnetische Eigenschaften detektierbar sind.

[0028] Die erfindungsgemäße Steuerungseinheit ist für eine mehrphasige elektrische Maschine ausgebildet. Die Steuerungseinheit ist zur Ausführung des erfindungsgemäßen Verfahrens konfiguriert. Die Steuerungseinheit ist elektrisch mit den Phasen des Stators und mit dem Rotorlagegeber verbunden. Die Steuerungsein-

heit ist bevorzugt zur Ausführung bevorzugter Ausführungsformen des erfindungsgemäßen Verfahrens konfiguriert. Im Übrigen weist die Steuerungseinheit bevorzugt auch solche Merkmale auf, die im Zusammenhang mit dem erfindungsgemäßen Verfahren beschrieben sind.

[0029] Weitere Einzelheiten, Vorteile und Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung bevorzugter Ausführungsformen der Erfindung, unter Bezugnahme auf die Zeichnung.

[0030] Die einzige Figur zeigt ein Diagramm, dessen x-Achse eine Rotorlage bzw. Drehposition in Grad abbildet. Dabei handelt es sich um die Rotorlage einer mehrphasigen elektrischen Maschine (nicht dargestellt). Die Rotorlage bzw. Drehposition wird mit einem Rotorlagegeber (nicht dargestellt) gemessen, um die elektrische Maschine zu kommutieren. Die y-Achse des Diagramms bildet u. a. den mit dem Rotorlagegeber gemessenen Drehpositionsmesswert in Grad ab. Wäre der Rotorlagegeber ein idealer Sensor, so wäre seine Kennlinie die Funktion $y = x$. Da der Rotorlagegeber aber nicht ideal misst, weist er eine fehlerbehaftete Kennlinie **01** auf. Die fehlerbehaftete Kennlinie **01** weist einen Fehler auf, der einen Offset und einen periodischen Anteil umfasst.

[0031] Die elektrische Maschine (nicht dargestellt) weist drei elektrische Phasen U, V und W auf, wobei die Phase U beispielhaft bei 70° liegt, sodass die Phase V bei 190° und die Phase W bei 310° liegen. Durch ein exklusives Bestromen jeweils einer der drei Phasen U, V und W kann der Rotor (nicht dargestellt) jeweils in eine Drehposition gebracht werden, in welcher er zu der jeweiligen Phase ausgerichtet ist. In diesen Drehpositionen erfolgt jeweils eine Messung mit dem Rotorlagegeber (nicht dargestellt), sodass Drehpositionsmesswerte für die drei Phasen U, V und W erhalten werden. Die Drehpositionsmesswerte des Rotorlagegebers für die drei Phasen U, V und W sind durch Kreuze auf der fehlerbehafteten Kennlinie **01** dargestellt. Diese Drehpositionsmesswerte weichen jeweils um eine Drehpositionsmesswertabweichung von dem jeweils korrekten Wert 70° , 190° bzw. 310° ab.

[0032] Erfindungsgemäß erfolgt eine lineare Regression der Drehpositionsmesswerte. Gemäß einer ersten bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens wird die lineare Regression für die drei Drehpositionsmesswerte der Phasen U, V und W durchgeführt, was beispielhaft zu einer ersten linearen Kennlinie **02** führt. Eine zweite bevorzugte Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens wird für elektrische Maschinen angewendet, bei denen die drei Phasen U, V und W mehrfach über den Umfang des Stators (nicht dargestellt) ausgebildet sind. Die Drehpositionsmesswerte werden für mehrere der mehrfach ausgebildeten Phasen U, V und W ermittelt und zur linearen Regression verwendet, was beispielhaft zu einer zweiten linearen Kennlinie **03** führt, für welche die Drehpositionsmesswerte der beispielhaft zwanzigfach ausgebildeten Phasen U, V und W verwendet wurden.

Bezugszeichenliste

- 01** fehlerbehaftete Kennlinie
- 02** erste lineare Kennlinie
- 03** zweite lineare Kennlinie

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- DE 102013203388 B3 [0002]
- DE 102008042829 A1 [0003]
- DE 102012204147 A1 [0004]
- DE 102011105502 A1 [0005]
- DE 10253388 B4 [0006]
- DE 10213375 A1 [0007]

Patentansprüche

1. Verfahren zum Bestimmen eines Offsets eines Rotorlagegebers einer mehrphasigen elektrischen Maschine, welche einen Stator und einen gegenüber dem Stator rotierbaren Rotor umfasst; wobei das Verfahren folgende Schritte umfasst:

- Bestromen einer ersten Phase des Stators, um den Rotor in eine der ersten Phase zugeordnete erste Drehposition zu drehen, die mit dem Rotorlagegeber gemessen wird, woraus ein erster Drehpositionsmesswert resultiert, welcher um eine erste Drehpositionsmesswertabweichung von der ersten Drehposition abweicht;
- Bestromen einer zweiten Phase des Stators, um den Rotor in eine der zweiten Phase zugeordnete zweite Drehposition zu drehen, die mit dem Rotorlagegeber gemessen wird, woraus ein zweiter Drehpositionsmesswert resultiert, welcher um eine zweite Drehpositionsmesswertabweichung von der zweiten Drehposition abweicht; und
- Ermitteln eines Offsets des Rotorlagegebers zumindest aus der ersten Drehpositionsmesswertabweichung und aus der zweiten Drehpositionsmesswertabweichung.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass es einen weiteren Schritt umfasst, in welchem ein Bestromen einer dritten Phase des Stators erfolgt, um den Rotor in eine der dritten Phase zugeordnete dritte Drehposition zu drehen, die mit dem Rotorlagegeber gemessen wird, woraus ein dritter Drehpositionsmesswert resultiert, welcher um eine dritte Drehpositionsmesswertabweichung von der dritten Drehposition abweicht, wobei das Ermitteln des Offsets des Rotorlagegebers aus der ersten Drehpositionsmesswertabweichung, aus der zweiten Drehpositionsmesswertabweichung und aus der dritten Drehpositionsmesswertabweichung erfolgt.

3. Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Stator dreiphasig ausgeführt ist, wobei die erste Drehposition, die zweite Drehposition und dritte Drehposition jeweils paarweise einen Winkel von 120° zueinander aufweisen.

4. Verfahren nach Anspruch 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Ermitteln des Offsets des Rotorlagegebers aus der ersten Drehpositionsmesswertabweichung, aus der zweiten Drehpositionsmesswertabweichung und aus der dritten Drehpositionsmesswertabweichung dadurch erfolgt, dass eine lineare Regression für den ersten Drehpositionsmesswert, für den zweiten Drehpositionsmesswert und für den dritten Drehpositionsmesswert durchgeführt wird, wobei die erste Drehposition, die zweite Drehposition und die dritte Drehposition als Regressor verwendet werden, wobei aus der linearen Regression eine lineare Kennlinie (02; 03) des Rotorlagegebers resultiert.

5. Verfahren nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass die durch die lineare Regression zu ermittelnde lineare Kennlinie (03) eine Steigung von Eins aufweist.

6. Verfahren nach Anspruch 4 oder 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Offset des Rotorlagegebers aus einer Differenz zwischen dem ersten Drehpositionsmesswert und einem Funktionswert der durch die lineare Regression ermittelten linearen Kennlinie (02; 03) an der ersten Drehposition ermittelt wird.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass für die lineare Regression die Methode der kleinsten Quadrate auf die Drehpositionsmesswertabweichungen angewendet wird.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Ermitteln des Offsets des Rotorlagegebers zumindest aus der ersten Drehpositionsmesswertabweichung und aus der zweiten Drehpositionsmesswertabweichung dadurch erfolgt, dass die Drehpositionsmesswertabweichungen gemittelt werden.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass die erste Phase, die zweite Phase und die dritte Phase im Stator mehrfach versetzt in mehreren Gruppen auf dem Umfang des Stators ausgebildet sind, wobei die Schritte:

- des Bestromens der ersten Phase des Stators und des Messens des ersten Drehpositionsmesswertes;
- des Bestromens der zweiten Phase des Stators und des Messens des zweiten Drehpositionsmesswertes; und
- des Bestromens der dritten Phase des Stators und des Messens des dritten Drehpositionsmesswertes; jeweils für mehrere der Gruppen der drei Phasen durchgeführt werden, sodass mehrere Gruppen der ersten Drehpositionsmesswertabweichung, der zweiten Drehpositionsmesswertabweichung und der dritten Drehpositionsmesswertabweichung ermittelt werden, wobei der Offset des Rotorlagegebers aus den mehreren Gruppen der jeweils drei Drehpositionsmesswertabweichungen ermittelt wird.

10. Steuerungseinheit für eine mehrphasige elektrische Maschine, **dadurch gekennzeichnet**, dass sie zur Ausführung eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 9 konfiguriert ist.

Es folgt eine Seite Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

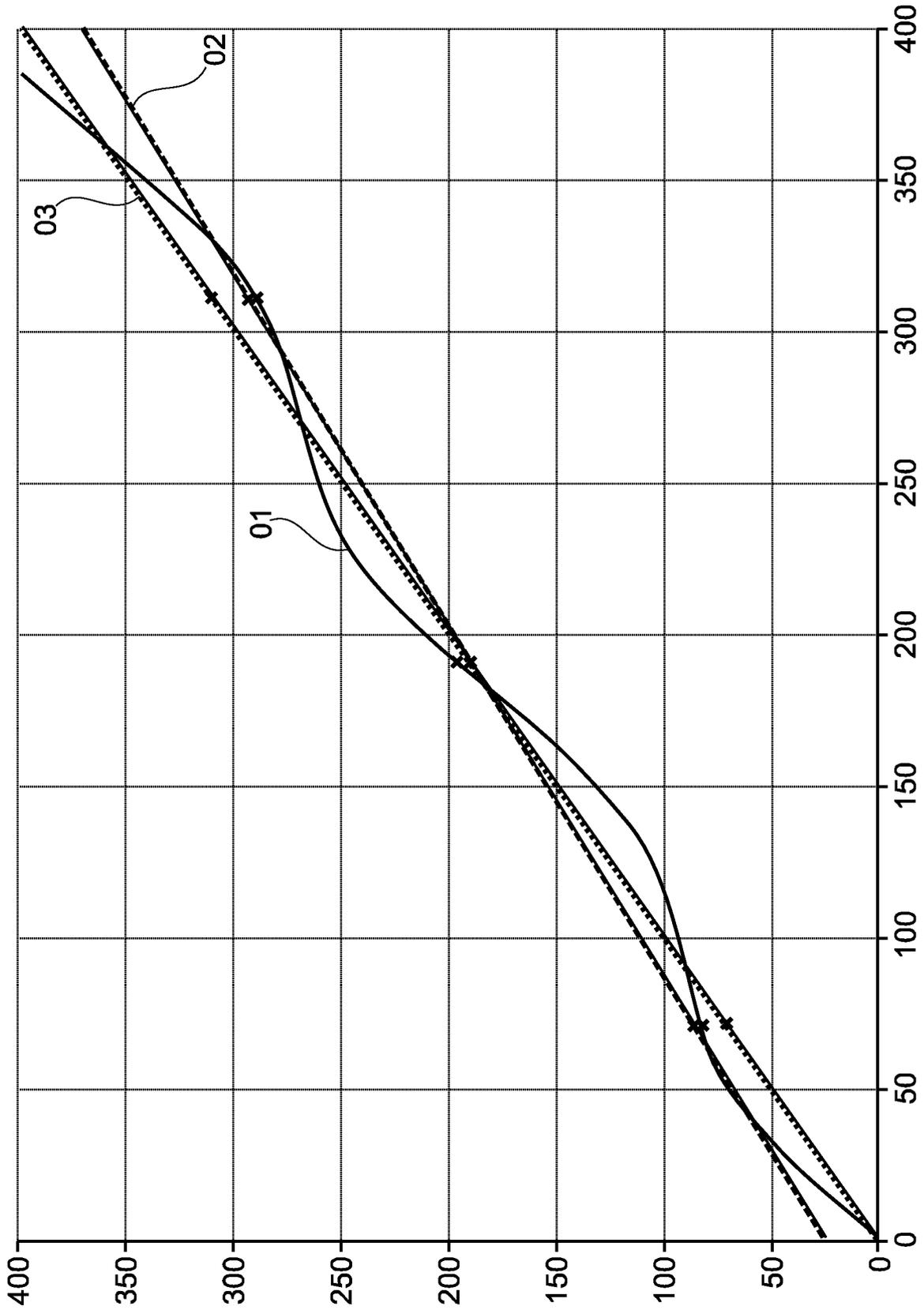


Fig.