

(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
8. November 2012 (08.11.2012)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2012/150063 A2

- (51) Internationale Patentklassifikation: Nicht klassifiziert
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2012/053875
- (22) Internationales Anmeldedatum: 7. März 2012 (07.03.2012)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität: 10 2011 075 238.2 4. Mai 2011 (04.05.2011) DE
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **ROBERT BOSCH GMBH** [DE/DE]; Postfach 30 02 20, 70442 Stuttgart (DE).
- (72) Erfinder; und
- (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **DAMSON, Mark** [DE/DE]; Heimerdinger Weg 12 A, 70499 Stuttgart (DE). **HEIDRICH, Torsten** [DE/DE]; Roggenweg 1, 71665 Vaihingen/Enz (DE). **GOETTING, Gunther** [DE/DE]; Schuetzenhausweg 39, 70499 Stuttgart (DE). **RAICHLE, Daniel** [DE/DE]; Furtbergstrasse 72, 71665 Vaihingen (DE). **SPRANGER, Joerg** [DE/DE]; Brennerstr. 66, 70839 Gerlingen (DE). **SCHUSTER, Katharina** [DE/DE]; Ruhrstrasse 28, 71636 Ludwigsburg (DE).

HEUSSER, Johannes [DE/DE]; Strombergstr. 15, 74360 Ilsfeld (DE).

(74) Gemeinsamer Vertreter: **ROBERT BOSCH GMBH**; Postfach 30 02 20, 70442 Stuttgart (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, 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, 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, MD, 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).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR MONITORING AN ANGULAR ORIENTATION OF A ROTOR IN AN ELECTRIC MOTOR

(54) Bezeichnung : VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUM ÜBERWACHEN EINER WINKELAGE EINES ROTORS IN EINER ELEKTROMASCHINE

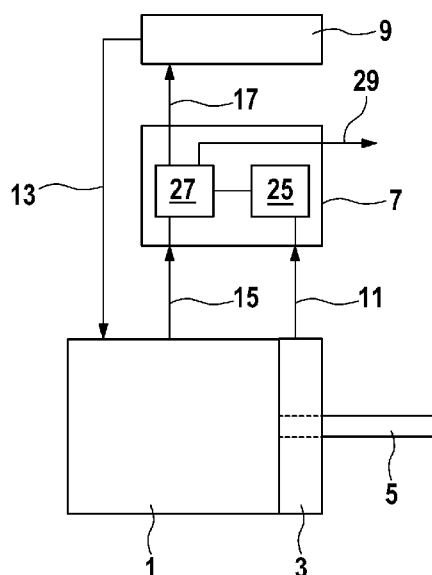


FIG. 1

(57) Abstract: The invention relates to a method and device for monitoring an angular orientation of a rotor in an electric motor (1). An angle detection device (3) coupled to the rotor, such as in the form of a resolver, can be used for repeatedly determining a detected angular orientation. After each determination, a differential value is derived between the currently detected angular orientation and a previously detected angular orientation. If said differential value is greater than a preset threshold value, then an error signal is output. The error signal thereby indicates that a non-plausible angular orientation value was determined during detection of the angular orientation and can thus be used for preventing erroneous actuation of the electric motor (1) by a control device (9).

(57) Zusammenfassung: Es wird ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Überwachen einer Winkellage eines Rotors in einer Elektromaschine (1) beschrieben. Eine mit dem Rotor gekoppelte Winkellagedetektionsvorrichtung (3), beispielsweise in Form eines Resolvers, kann dazu dienen, eine detektierte Winkellage wiederholt zu ermitteln. Nach jedem Ermitteln wird ein Differenzwert zwischen der aktuell detektierten

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

**Veröffentlicht:**

- *ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe g)*

Winkellage und einer zuvor detektierten Winkellage bestimmt. Für den Fall, dass dieser Differenzwert größer ist als ein voreingestellter Schwellenwert, wird ein Fehlersignal ausgegeben. Das Fehlersignal gibt dabei an, dass bei der Detektion der Winkellage des Rotors ein nicht-plausibler Winkellagewert ermittelt wurde und kann somit dazu dienen, Fehlansteuerungen der Elektromaschine (1) durch ein Steuergerät (9) zu verhindern.

5 BESCHREIBUNG

Verfahren und Vorrichtung zum Überwachen einer Winkellage eines Rotors in einer Elektromaschine

10 GEBIET DER ERFINDUNG

Die vorliegende Erfindung betrifft die Überwachung einer Winkellage eines Rotors in einer Elektromaschine.

15 STAND DER TECHNIK

Elektromaschinen, wie zum Beispiel Synchronmaschinen, werden häufig in Elektro- oder Hybridfahrzeugen eingesetzt. Die Elektromaschine kann dabei häufig sowohl als Motor, um das Fahrzeug anzutreiben, als auch als Generator, um beim Abbremsen des Fahrzeugs kinetische Energie in Elektrizität umzuwandeln, dienen. Die
20 Elektromaschine weist hierbei im Allgemeinen einen Stator auf, in dem sich ein Rotor drehen kann.

Um die Elektromaschine mit Hilfe eines Steuergerätes korrekt für einen Motorbetrieb oder einen Generatorbetrieb ansteuern zu können, ist es im Allgemeinen nötig, dass
25 dem Steuergerät eine Information über die augenblickliche Winkellage des Rotors bereitgestellt wird.

Aus der DE 10 2009 029 396 A1 ist ein Verfahren zum Betreiben einer elektrischen Maschine bekannt, bei dem eine Winkellage mittels eines von mindestens einer
30 Rotorwicklung des Rotors und mindestens einer Statorwicklung des Stators gebildeten Resolvers bestimmt wird.

Es wurde beobachtet, dass bei dem Ermitteln einer Winkellage Fehler auftreten
35 können, die zu einer Fehlansteuerung der Elektromaschine führen können.

OFFENBARUNG DER ERFINDUNG

Demgegenüber ermöglicht das hier vorgestellte Verfahren bzw. eine entsprechend betriebene Überwachungsvorrichtung bzw. Elektromaschine, wie sie in den unabhängigen Ansprüchen definiert sind, ein zuverlässiges Überwachen einer Winkellage eines Rotors in einer Elektromaschine. Vorteilhafte Ausführungsformen sind in den abhängigen Ansprüchen definiert.

Das vorgeschlagene Überwachungsverfahren weist die folgenden Schritte auf: Ein Winkellagesignal, das eine detektierte Winkellage des Rotors angibt, wird wiederholt ermittelt. Nachdem ein Winkellagesignal aktuell ermittelt wurde, wird ein Differenzwert zwischen zwei aufeinanderfolgend ermittelten Winkellagesignalen, das heißt eine Differenz zwischen dem Wert des aktuell ermittelten Winkellagesignals und einem Wert des direkt zuvor ermittelten Winkellagesignals, ermittelt. Für den Fall, dass dieser Differenzwert größer ist als ein voreingestellter Schwellenwert, wird ein Fehlersignal ausgegeben.

Das erfindungsgemäße Überwachungsverfahren beruht unter anderem auf den folgenden Erkenntnissen und Ideen. Es sind verschiedene Verfahren und Vorrichtungen bekannt, um eine aktuelle Winkellage eines Rotors in einer Elektromaschine zu detektieren. Beispielsweise kann der Rotor mit einer Winkellagedetektionsvorrichtung beispielsweise in Form eines Resolvers zusammenwirken. Ein Resolver ist hierbei ein elektromagnetischer Messumformer, der dazu in der Lage ist, eine Winkellage des Rotors in eine elektrische Größe umzuwandeln. Alternativ können auch andere Winkellagedetektionsvorrichtungen, wie zum Beispiel Potentiometergeber, Inkrementalgeber und Absolutwertgeber eingesetzt werden. Als weitere Alternative kann auf einen separaten Winkellagesensor verzichtet werden und stattdessen die Winkellage mit Hilfe von Rotorwicklungen und Statorwicklungen der Elektromaschine und daran ausgeführten Messungen detektiert werden.

Es wurde beobachtet, dass ein von einer solchen Winkellagedetektionsvorrichtung detektiertes Winkellagesignal mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit fehlerhaft sein kann. Dies kann zum Beispiel darauf zurückzuführen sein, dass das Winkellagesignal aus detektierten Stromstärken und/oder detektierten Phasenverschiebungen

beispielsweise innerhalb von Wicklungen des Resolvers bzw. der Elektromaschine selbst ermittelt wird und es bei einer solchen Ermittlung zu Fehlern kommen kann. Insbesondere kann es passieren, dass die Winkellage um 180° falsch ermittelt wird.

5 Da das detektierte Winkellagesignal herkömmlich dazu verwendet wird, die Elektromaschine anzusteuern, kann es durch Fehler bei der Ermittlung der Winkellage zu einer Fehlansteuerung der Elektromaschine kommen. Insbesondere für den Fall, dass die Elektromaschine und der Resolver eine gleiche Polpaarzahl aufweisen, kann zum Beispiel eine um 180° falsch ermittelte Winkellage des Rotors dazu führen, dass
10 die Elektromaschine fälschlicherweise rückwärts anstelle von vorwärts angesteuert wird.

Um eine solche Fehlansteuerung zuverlässig zu vermeiden, wird nun vorgeschlagen, ein von einer Winkellagedetektionsvorrichtung detektiertes Winkellagesignal
15 fortwährend auf Fehler hin zu überwachen.

Hierzu kann das Winkellagesignal in kurzen Zeitabständen ermittelt und mit einem vorangehenden Winkellagesignal verglichen werden. Vorzugsweise wird das Winkellagesignal periodisch ermittelt, das heißt, die Winkellage des Rotors wird in
20 gleichen Zeitabständen bestimmt.

Um die von der Winkellagedetektionsvorrichtung detektierte Winkellage zu plausibilisieren, wird anschließend für jede detektierte Winkellage ein Vergleich mit der im vorangehenden Ermittlungsschritt detektierten Winkellage durchgeführt. Hierzu wird
25 ein Wert der vorangehend detektierten Winkellage von dem Wert der aktuell detektierten Winkellage subtrahiert und überprüft, ob der sich ergebende Differenzwert größer ist als ein vorgegebener Schwellenwert. Sollte dies der Fall sein, wird davon ausgegangen, dass beim aktuellen Detektieren der Winkellage ein Fehler aufgetreten ist und es wird ein Fehlersignal ausgegeben.

30 Das Fehlersignal kann zum Beispiel innerhalb einer Überwachungsvorrichtung dazu dienen, das aktuell detektierte Winkellagesignal auszusortieren. Dabei kann die Überwachungsvorrichtung normalerweise das Winkelsignal an ein Steuergerät weiterleiten, so dass das Steuergerät die Elektromaschine auf Basis des von der
35 Überwachungsvorrichtung ausgegebenen, überwachten Winkellagesignals steuern

kann. Wenn allerdings zwischen zwei aufeinanderfolgend ermittelten Winkellagesignalen ein übermäßig großer Differenzwert ermittelt wird und somit ein Fehlersignal ausgegeben wird, kann dies dazu führen, dass das zuletzt detektierte Winkellagesignal nicht an das Steuergerät weitergeleitet wird, so dass das Steuergerät nicht versucht, die Elektromaschine basierend auf dem fehlerbehafteten Winkellagesignal zu steuern.

Der voreingestellte Schwellenwert kann insbesondere so gewählt werden, dass ein Fehlersignal ausgegeben wird, wenn der Differenzwert zwischen aufeinanderfolgend ermittelten Winkellagesignalen größer ist als das Sechsfache des Produkts aus der Maschinenpolzahl p der Elektromaschine mal der maximal zulässigen Maschinendrehzahl $n_{\max}$ (gemessen in Umdrehungen pro Minute) mal dem Zeitabstand Δt (gemessen in Sekunden) zwischen aufeinanderfolgenden Ermittlungen von Winkellagesignalen. Mit anderen Worten sollte der vorgegebene Schwellenwert $\alpha_{\max}$ der folgenden Ungleichung genügen:

$$\alpha_{\max} \leq n_{\max} \cdot p \cdot \Delta t \cdot \frac{360}{60}$$

Mit anderen Worten kann der Schwellenwert $\alpha_{\max}$ so gewählt werden, dass er einen Winkel angibt, um den sich der Rotor bei maximal zulässiger Maschinendrehzahl innerhalb des Zeitraums zwischen zwei aufeinanderfolgenden Winkellagesignalermittlungen weiter dreht. Die maximal zulässige Maschinendrehzahl kann hierbei beispielsweise um einen Toleranzwert größer sein als die Nenn-Maschinendrehzahl, so dass davon ausgegangen werden kann, dass die Elektromaschine im normalen Betrieb diese maximal zulässige Maschinendrehzahl nie übersteigen wird. Somit kann davon ausgegangen werden, dass für den Fall, dass bei einem Differenzwert zwischen aufeinanderfolgend ermittelten Winkellagesignalen, der größer ist als ein solcher Schwellenwert $\alpha_{\max}$, von einem Fehler bei der Detektion der Winkellage ausgegangen werden kann.

Unter der Annahme, dass insbesondere ein Fehler von 180° bei der Detektion der Winkellage zuverlässig erkannt werden soll, kann die obige Gleichung auch dazu

dienen, eine Obergrenze für den Zeitabstand Δt zwischen aufeinanderfolgenden Ermittlungen von Winkelsignalen anzugeben. Hierbei sollte

$$\Delta t < \frac{180 \cdot 60}{360 \cdot n_{\max} \cdot p}$$

5

sein. Mit anderen Worten sollte der Zeitabstand Δt kleiner sein als 30 geteilt durch die maximal zulässige Maschinendrehzahl mal die Maschinenpolpaarzahl.

10

Um bei der Überwachung der Winkellage des Rotors einen Übergang des Rotorwinkels von 360° zu 0° berücksichtigen zu können, kann bei dem vorgeschlagenen Überwachungsverfahren vorgesehen sein, dass negative Differenzwerte ignoriert werden. Alternativ kann zu den entsprechenden Zeitpunkten eine Überwachung kurzzeitig ausgesetzt bzw. das Ausgeben eines Fehlersignals unterdrückt werden.

15

Merkmale und Vorteile von Ausführungsformen der Erfindung sind hierin teilweise in Bezug auf das vorgeschlagene Überwachungsverfahren und teilweise in Bezug auf die vorgeschlagene Überwachungsvorrichtung bzw. eine mit einer solchen Überwachungsvorrichtung ausgestattete Elektromaschine beschrieben. Ein Fachmann erkennt, dass die Merkmale miteinander kombiniert bzw. analog übertragen werden können, um auf diese Weise weitere Ausführungsformen und damit verbunden Synergieeffekte erreichen zu können.

20

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

25

Nachfolgend werden Ausführungsformen der Erfindung unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen beschrieben, wobei weder die Beschreibung noch die Zeichnungen den Umfang der Erfindung beschränken sollen.

30

Fig. 1 zeigt eine Elektromaschine mit einer Überwachungsvorrichtung gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

Fig. 2 veranschaulicht ein Überwachungsverfahren gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

Die Figuren sind lediglich schematisch und nicht maßstabsgetreu.

AUSFÜHRUNGSFORMEN DER ERFINDUNG

5

Fig. 1 zeigt eine Elektromaschine 1, wie sie beispielsweise als Synchronmaschine in Elektrofahrzeugen eingesetzt werden kann. Ein innerhalb eines Stators drehbarer Rotor der Elektromaschine treibt eine Welle 5 an.

10

Um eine aktuelle Winkellage des Rotors detektieren zu können, ist an der Elektromaschine 1 eine Winkellagedetektionsvorrichtung 3 in Form eines Resolvers vorgesehen. Dieser Resolver kann zum Beispiel in einem zylindrischen Gehäuse zwei um 90° versetzte Statorwicklungen aufweisen, die einen in dem Gehäuse gelagerten Rotor, der mit dem Rotor der Elektromaschine 1 gekoppelt ist, mit Rotorwicklungen umschließen. Beim Rotieren des Rotors wird in den beiden Statorwicklungen jeweils

15 eine Wechselspannung, vorzugsweise sinusförmig, erzeugt, wobei die Wechselspannung der beiden zueinander versetzt angeordneten Statorwicklungen um beispielsweise 90° verschoben erzeugt wird. Die Phasenlage der in der Rotorwicklung induzierten Spannung hängt dann von der Stellung des Rotors bzw. der Rotorwicklung

20 ab. Während einer Umdrehung des Rotors liefert der Resolver daher eine Wechselspannung, deren Phasenlage sich von 0° bis 360° dreht. Die Phasenlage der Ausgangsspannung des Rotors in Bezug auf die Erregerspannung an den Statorwicklungen kann dabei als Maß für die Winkellage des Rotors dienen.

25

Ein auf diese Weise erzeugtes Winkellagesignal 21 kann von der Winkellagedetektionsvorrichtung 3 in periodischen Zeitabständen Δt über eine Schnittstelle 11 an eine Überwachungsvorrichtung 7 übermittelt werden bzw. von der Überwachungsvorrichtung 7 ausgelesen werden. Ergänzend können Informationen über eine Schnittstelle 15 von der Elektromaschine 1 an die Überwachungsvorrichtung

30 7 übermittelt werden.

30

In der Überwachungsvorrichtung 7 wird dabei nach jeder Übermittlung eines Winkellagesignals 21 mit Hilfe einer Berechnungsvorrichtung 25 ein Differenzwert zwischen dessen Wert und dem Wert des bei der letzten Übermittlung übermittelten

Winkellagesignals gebildet. Mit anderen Worten wird bestimmt, um welchen Wert sich die detektierte Winkellage des Rotors seit der letzten Messung verändert hat.

Wie in Fig. 2 dargestellt, verändern sich die Messwerte der Winkelsignale 21 dabei linear mit der Zeit t . Ein Übergang von 360° zu 0° wird hierbei ignoriert.

Sofern der von der Überwachungsvorrichtung 7 ermittelte Differenzwert $\Delta\alpha$ kleiner als ein vorgegebener Schwellenwert $\alpha_{\max}$ bleibt, wird von einer korrekten Detektion der Winkellage des Rotors ausgegangen und das überwachte Winkellagesignal 17 an ein Steuergerät 9 weitergeleitet. Das Steuergerät 9 kann basierend auf dem derart überwachten Winkellagesignal 17 dann ein geeignetes Signal 13 zur Steuerung der Elektromaschine 1 übertragen.

Wie in Fig. 2 dargestellt, kann es jedoch in seltenen Fällen zur Detektion eines fehlerhaften Winkellagesignals 23 kommen. Ein solches fehlerhaftes Winkellagesignal 23 führt dazu, dass der Differenzwert $\Delta\alpha$ zu dem vorangehend detektierten Winkellagesignal größer ist als der Schwellenwert $\alpha_{\max}$. Dies wird von der Überwachungsvorrichtung 7 erkannt und über eine Ausgabevorrichtung 27 wird ein entsprechendes Fehlersignal 29 ausgegeben. Das Fehlersignal 29 kann entweder innerhalb der Überwachungsvorrichtung 7 dazu verwendet werden, die Übermittlung des fehlerhaften Winkellagesignals 23 an das Steuergerät 9 zu unterdrücken. Alternativ kann das Fehlersignal 29 an das Steuergerät 9 oder eine andere Vorrichtung übermittelt werden, um geeignete Gegenmaßnahmen gegen eine Fehlansteuerung der Elektromaschine 1 auszulösen.

Mit dem beschriebenen Überwachungsverfahren bzw. der beschriebenen Überwachungsvorrichtung kann das von einer Winkellagedetektionsvorrichtung 3 ermittelte Winkellagesignal 21 kontinuierlich auf Plausibilität hin überprüft werden und somit Fehldetektionen der Winkellage erkannt werden, so dass eine Fehlansteuerung der Elektromaschine 1 zuverlässig verhindert werden kann.

5 Ansprüche

- 10 1. Verfahren zum Überwachen einer Winkellage eines Rotors in einer Elektromaschine (1), wobei das Verfahren aufweist:
wiederholtes Ermitteln eines Winkellagesignals (21), dass eine detektierte Winkellage des Rotors angibt;
Ermitteln eines Differenzwertes $\Delta\alpha$ zwischen Werten zweier aufeinanderfolgender ermittelter Winkellagesignale (21); und
15 Ausgeben eines Fehlersignals (29), wenn der Differenzwert $\Delta\alpha$ größer ist als ein voreingestellter Schwellenwert $\Delta\alpha_{\max}$.
- 20 2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei ein Fehlersignal (29) ausgegeben wird, wenn der Differenzwert $\Delta\alpha$ größer ist als das Sechsfache des Produkts aus der Maschinenpolzahl p der Elektromaschine mal der maximal zulässigen Maschinendrehzahl $n_{\max}$ mal dem Zeitabstand Δt zwischen aufeinanderfolgenden Ermittlungen von Winkellagesignalen (21).
- 25 3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, wobei das Winkellagesignal (21) periodisch ermittelt wird.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei negative Differenzwerte ignoriert werden.
- 30 5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, ferner aufweisend:
Weiterleiten des überwachten Winkellagesignals (17) an ein Steuergerät (9), sofern kein Fehlersignal ausgegeben wird.
- 35 6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei der Zeitabstand Δt zwischen aufeinanderfolgenden Ermittlungen von Winkellagesignalen (21) kleiner ist als das 30ig-fache des Umkehrwertes der Maschinenpolzahl p der

Elektromaschine und der maximal zulässigen Maschinendrehzahl $n_{\max}$.

- 5 7. Überwachungsvorrichtung (7) für eine Elektromaschine (1) zum Überwachen einer Winkellage eines Rotors in der Elektromaschine (1), wobei die Überwachungseinrichtung (7) dazu ausgelegt ist, ein Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 bis 6 auszuführen.
- 10 8. Überwachungsvorrichtung nach Anspruch 7, aufweisend eine Schnittstelle (11) zum Übermitteln eines von einer Winkellagedetektionsvorrichtung (3) ermittelten Winkellagesignals (21); eine Berechnungsvorrichtung (25) zum Berechnen eines Differenzwertes $\Delta\alpha$ zwischen Werten zweier aufeinanderfolgender ermittelter Winkellagesignale (21); und
15 eine Ausgabevorrichtung (27) zum Ausgeben eines Fehlersignals, wenn der Differenzwert $\Delta\alpha$ größer ist als ein voreingestellter Schwellenwert $\alpha_{\max}$.
- 20 9. Elektromaschine (1) mit einem Stator, einem Rotor und einer Überwachungsvorrichtung (7) gemäß Anspruch 7 oder 8.
- 10 10. Elektromaschine nach Anspruch 9, ferner aufweisend eine mit dem Rotor zusammenwirkenden Winkellagedetektionsvorrichtung (3).
- 25 11. Elektromaschine nach Anspruch 9 oder 10, ferner aufweisend ein Steuergerät (9), wobei das Steuergerät dazu ausgelegt ist, die Elektromaschine (1) auf Basis eines von der Überwachungsvorrichtung (7) ausgegebenen, überwachten Winkellagesignals (17) zu steuern.

1 / 1

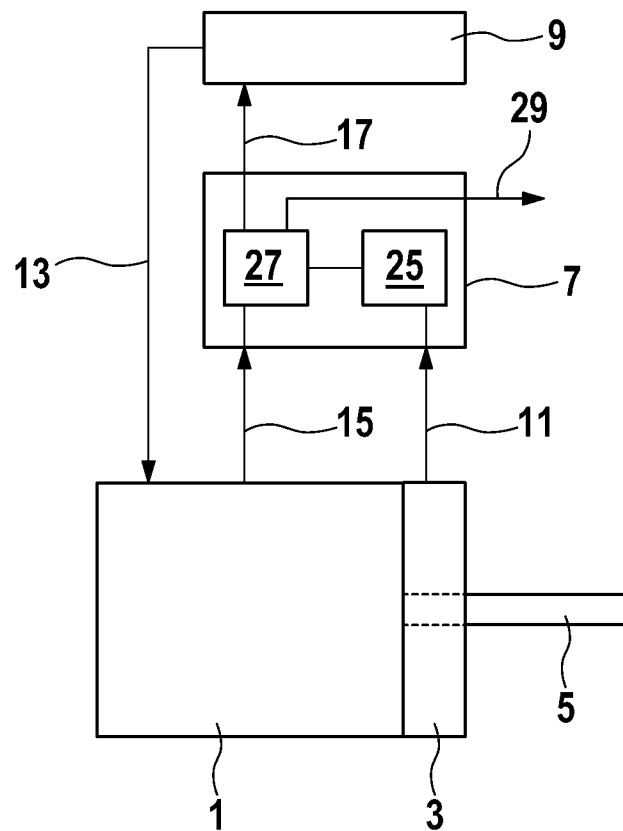


FIG. 1

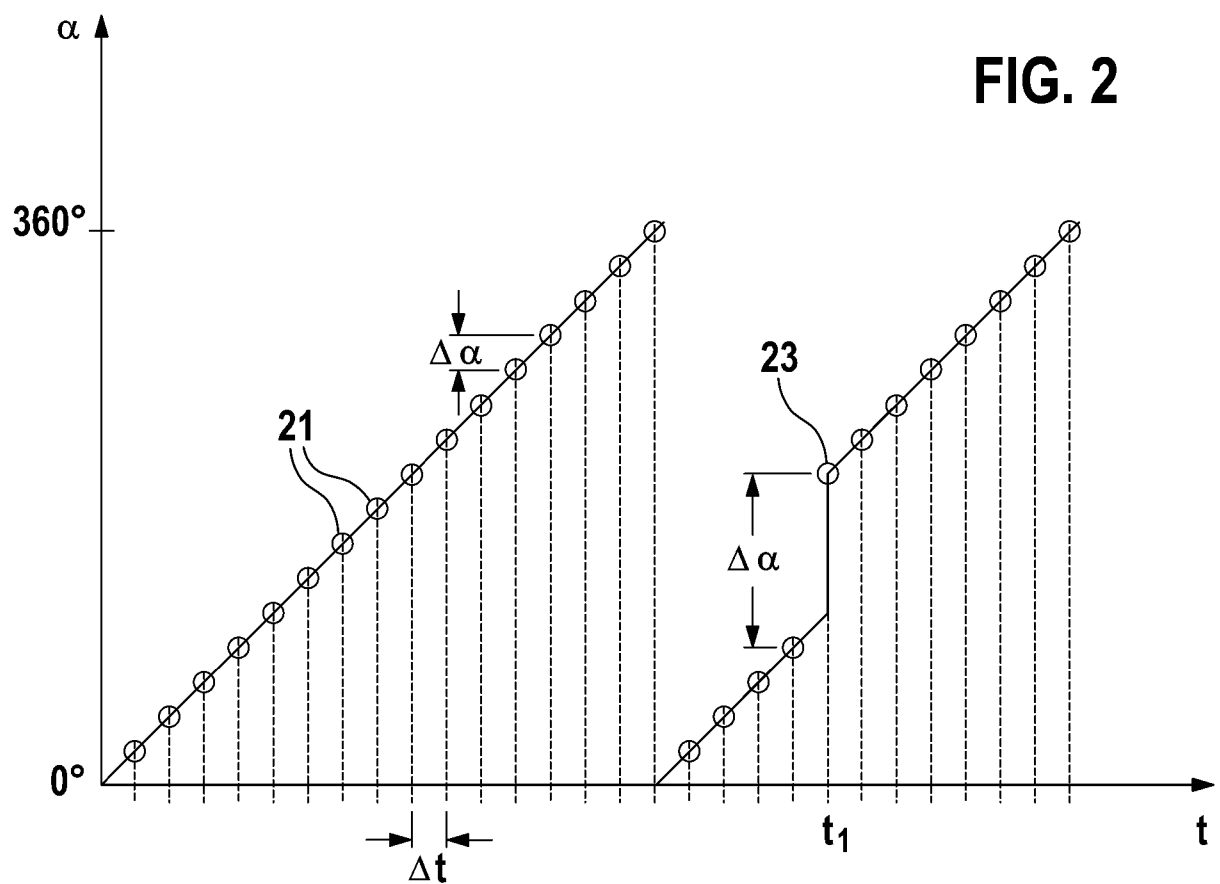


FIG. 2