

(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
26. April 2018 (26.04.2018)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2018/072778 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

G01D 5/244 (2006.01) G01D 18/00 (2006.01)

SA, 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.

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2017/100643

(22) Internationales Anmeldedatum:

01. August 2017 (01.08.2017)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:

10 2016 220 188.3

17. Oktober 2016 (17.10.2016) DE

(71) Anmelder: **SCHAEFFLER TECHNOLOGIES AG & CO. KG** [DE/DE]; Industriestraße 1-3, 91074 Herzogenaurach (DE).

(72) Erfinder: **REITH, Jochen**; Gerhart-Hauptmann-Str. 3, 77815 Bühl (DE). **BENDER, Marco**; Am Bannweg 42, 77815 Bühl (DE).

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

Erklärungen gemäß Regel 4.17:

- hinsichtlich der Identität des Erfinders (Regel 4.17 Ziffer i)
- Erfindererklärung (Regel 4.17 Ziffer iv)

Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW,

(54) Title: METHOD FOR CORRECTING MEASUREMENT DEVIATIONS OF A SINE-COSINE ROTATION SENSOR

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUR KORREKTUR VON MESSABWEICHUNGEN EINES SINUS-COSINUS-ROTATIONSSENSORS

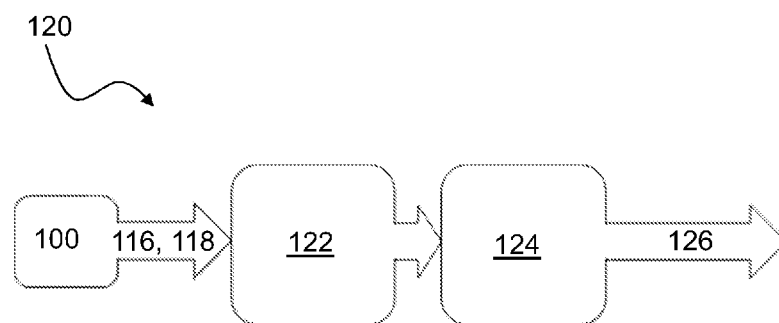


Fig. 2

(57) Abstract: The invention relates to a method (120) for correcting measurement deviations of a sine-cosine rotation sensor (100) for determining a rotational speed and/or an angular position of a component (106) rotating about a rotational axis, wherein static measurement deviations of the sine-cosine rotation sensor (100) are compensated by a static correction (124), characterized in that additionally a dynamic correction (122) occurs.

(57) Zusammenfassung: Verfahren (120) zur Korrektur von Messabweichungen eines Sinus-Cosinus-Rotationssensors (100) zur Ermittlung einer Drehzahl und/oder einer Winkelposition eines um eine Drehachse drehenden Bauteils (106), wobei statische Messabweichungen des Sinus-Cosinus-Rotationssensors (100) durch eine statische Korrektur (124) kompensiert werden, dadurch gekennzeichnet, dass zusätzlich eine dynamische Korrektur (122) erfolgt.



WO 2018/072778 A1

**Verfahren zur Korrektur von Messabweichungen eines Sinus-Cosinus-
Rotationssensors**

5 Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Korrektur von Messabweichungen eines Sinus-Cosinus-Rotationssensors zur Ermittlung einer Drehzahl und/oder einer Winkelposition eines um eine Drehachse drehenden Bauteils, wobei statische Messabweichungen des Sinus-Cosinus-Rotationssensors durch eine statische Korrektur kompensiert werden.

10

Aus der DE 10 2013 205 905 A1 ist ein Verfahren zur Bestimmung und/oder Ansteuerung einer Position eines Elektromotors, insbesondere in einem Kupplungsbetätigungssystem eines Kraftfahrzeuges, bekannt, bei welchem die Position eines Rotors des Elektromotors von einer, außerhalb einer Drehachse des Elektromotors an einem

15 Stator des Elektromotors angeordneten Sensorik abgenommen wird, wobei das von der Sensorik abgenommene Positionssignal von einer Auswerteeinheit ausgewertet wird, wobei das während einer Sinusansteuerung des Elektromotors von der Sensorik abgegebene Positionssignal mittels mindestens eines, während einer Blockansteuerung des Elektromotors erfassten Positionssignals plausibilisiert wird.

20

Aus der DE 10 2013 208 986 A1 ist ein Magnetgeberring einer Rotorlagesensorik eines elektrisch kommutierten Motors bekannt, welcher drehfest mit einem Rotor des elektrisch kommutierten Motors verbunden ist und welcher eine vorgegebene Anzahl von Magnetpolen mit einer alternierenden Magnetisierungsrichtung aufweist, wobei

25 jedes Magnetpolpaar mindestens eine Einbuchtung aufweist.

30

Aus der DE 10 2013 211 041 A1 ist ein Verfahren zur Bestimmung einer Position eines Elektromotors, insbesondere in einem Kupplungsbetätigungssystem eines Kraftfahrzeuges, bekannt, bei welchem ein Positionssignal eines Rotors des Elektromotors von einer, außerhalb einer Drehachse des Elektromotors an einem Stator des Elektromotors angeordneten Sensorik abgenommen wird und von einer Auswerteeinheit hinsichtlich der Position des Elektromotors ausgewertet wird, wobei nach einer Erkennung einer Änderung des Positionssignals eine Kommutierung einer Ansteuerung des Elektromotors ausgelöst wird, wobei nach der Erkennung der Änderung des Positi-

onssignals eine Bestimmung der aktuellen Position des Rotors ausgeführt wird, wobei die Kommutierung des Elektromotors in Abhängigkeit von der detektierten aktuellen Position des Rotors ausgelöst wird.

- 5 Aus der DE 10 2013 213 948 A1 ist ein Verfahren zur Bestimmung einer Position eines Elektromotors, insbesondere in einem Kupplungsbetätigungssystem eines Kraftfahrzeuges, bekannt, bei welchem ein Positionssignal eines Rotors des Elektromotors von einem, außerhalb einer Drehachse des Elektromotors an einem Stator des Elektromotors angeordneten Sensor abgenommen wird, welches von einer Auswerteeinheit hinsichtlich der Position des Elektromotors ausgewertet wird, wobei im Stillstand des Rotors dieser mit einer Spannung beaufschlagt wird und eine der Position des Rotors entsprechende Antwortreaktion einer Kommutierung des Elektromotors zugeordnet wird.
- 10
- 15 Aus der DE 10 2013 222 366 A1 ist ein Verfahren zur Bestimmung und/oder Ansteuerung einer Position eines Elektromotors, insbesondere in einem Kupplungsbetätigungssystem eines Kraftfahrzeuges, bekannt, bei welchem die Position eines Rotors des Elektromotors von einer, außerhalb einer Drehachse des Elektromotors an einem Stator des Elektromotors angeordneten Sensorik abgenommen wird, wobei das von
- 20 der Sensorik abgenommene Positionssignal von einer Auswerteeinheit ausgewertet wird, wobei das Positionssignal in Abhängigkeit von einer Übertragungsentfernung zwischen Sensorik und Auswerteeinheit bei kurzen Übertragungsentfernungen mittels eines SPI-Protokoll-Signals und/oder bei längeren Übertragungsentfernungen mittels eines PWM-Signals übertragen wird.
- 25
- Aus der DE 10 2012 220 629 A1 ist eine Rotorträgervorrichtung für eine einen Rotor und einen Stator aufweisende elektrische Maschine bekannt, mit einem auf einer Rotorwelle drehfest befestigbaren Rotorträgerelement, insbesondere drehfest befestigten Rotorträgerelement, an dessen Außenumfang der Rotor anordenbar ist, wobei ein
- 30 axial am Rotorträgerelement angeordneter Blechring radial über den Außenumfang des Rotorträgerelements hinausragt und zu seiner dem Rotorträgerelement abgewandten Seite hin einen Kragen zur Aufnahme eines Resolvers der elektrischen Maschine ausbildet.

Aus der DE 10 2012 205 024 A1 ist eine dynamoelektrische Maschine bekannt, aufweisend einen Stator, einem im Stator angeordneten und über einen Luftspalt von diesem beanstandeten Rotor, einem Resolver zur Bestimmung der Rotorlage und einem umformtechnisch hergestellten Resolverhalter zur Halterung eines Resolverstators des Resolvers, wobei der Resolver innerhalb des vom Rotor in axialer und radialer Richtung eingenommen Bauraums angeordnet ist.

Durch die Auslegung und Fertigungsstreuungen von aus dem Stand der Technik bekannten Sensoren sowie durch Bauteilstreuungen in der Signalaufbereitung und Analog-Digital-Wandlung entstehen winkelabhängige und statische Abweichungen in den Signalen. Bei variierenden mechanischen Fehlstellungen von Sensor-Stator zu Sensor-Rotor sowie bei Umgebungs- und Alterungseinflüssen auf die Elektronik entstehen außerdem dynamische Signalabweichungen im Betrieb. Hierdurch ergeben sich Messabweichungen bei der Winkel-, Drehzahl- und Beschleunigungsbestimmung.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein eingangs genanntes Verfahren zur Korrektur von Messabweichungen eines Sinus-Cosinus-Rotationssensors zu verbessern.

Die Aufgabe wird gelöst mit einem Verfahren zur Korrektur von Messabweichungen eines Sinus-Cosinus-Rotationssensors mit den Merkmalen des Anspruchs 1.

Dadurch, dass zusätzlich zu der statischen Korrektur eine dynamische Korrektur erfolgt, lässt sich die Korrektur von Messabweichungen gegenüber aus dem Stand der Technik bekannten Verfahren weiter verbessern.

Die dynamische Korrektur kann zeitlich vor der statischen Korrektur erfolgen. Vorzugsweise wird die dynamische Korrektur bei der sich anschließenden statischen Korrektur berücksichtigt. Die dynamische Korrektur kann mit der statischen Korrektur verrechnet werden. Die dynamische Korrektur kann von der statischen Korrektur abgezogen werden.

Zur statischen Korrektur kann eine Look-Up-Tabelle verwendet werden. Die Look-Up-Tabelle kann vor dem Beginn des Verfahrens erstellt werden. Die Look-Up-Tabelle kann anhand einer Typen- und/oder einer Stückprüfung im Vergleich mit einem hochgenauen Referenzsensor erstellt werden.

Während des Verfahrens kann genau ein Wert der Look-Up-Tabelle verändert werden. Während des Verfahrens können mehrere Werte der Look-Up-Tabelle verändert werden. Während des Verfahrens können sämtliche Werte der Look-Up-Tabelle verändert werden. Messabweichungen, die bereits durch die dynamische Korrektur kompensiert wurden, können mit den Werten der Look-Up-Tabelle verrechnet werden. Messabweichungen, die bereits durch die dynamische Korrektur kompensiert wurden, können aus der Look-Up-Tabelle abgezogen werden. Um die Messabweichungen aus der Look-Up-Tabelle herauszunehmen, kann eine Least-Squares-Schätzung durchgeführt werden.

Das um die Drehachse drehende Bauteil, dessen Drehzahl und/oder Winkelposition durch den Sinus-Cosinus-Rotationssensor ermittelt wird, kann ein Rotor sein. Der Rotor kann ein Rotor einer dynamoelektrischen Maschine sein. Der Rotor kann ein Rotor eines Elektromotors sein. Der Rotor kann ein Rotor eines kommutierten Elektromotors sein. Der Rotor kann ein Rotor eines Elektromotors in einem Kupplungsbetätigungssystem eines Kraftfahrzeugs sein.

Das um die Drehachse drehende Bauteil, dessen Drehzahl und/oder Winkelposition durch den Sinus-Cosinus-Rotationssensor ermittelt wird, kann Bestandteil einer elektrischen Maschine sein. Die elektrische Maschine kann eine Synchronmaschine sein. Die elektrische Maschine kann eine bürstenlose Gleichstrommaschine sein. Die elektrische Maschine kann wenigstens eine Phase aufweisen. Die elektrische Maschine kann insbesondere drei Phasen aufweisen. Die elektrische Maschine kann wenigstens zwei Polpaare aufweisen. Die elektrische Maschine kann insbesondere vier bis vierzehn Polpaare, insbesondere fünf Polpaare oder elf Polpaare aufweisen. Die Drehstromwicklungen können zeitlich versetzt ansteuerbar sein, um ein bewegtes Antriebsfeld zu bilden, welches an einem permanenterregten Läufer ein Antriebsmoment bewirkt. Der Läufer kann sich in einem Betrieb zu einer Wechselspannung synchron bewegen. Die elektrische Maschine kann abhängig von einer Bewegungslage des Läufers, einer Bewegungsgeschwindigkeit des Läufers und/oder einem Bewegungsmoment kommutierbar sein. Eine Frequenz und/oder eine Amplitude kann abhängig von einer Bewegungslage des Läufers, einer Bewegungsgeschwindigkeit des Läufers und/oder einem Bewegungsmoment veränderbar sein. Die elektrische Maschine kann

als Motor und/oder als Generator betreibbar sein. Die elektrische Maschine kann zur Verwendung in einem Kraftfahrzeug dienen. Die elektrische Maschine kann zum Fahrentrieb eines Kraftfahrzeugs dienen. Die elektrische Maschine kann zum Betätigen einer Reibungskupplungsvorrichtung dienen. Die elektrische Maschine kann zum

5 Betätigen einer Hybridtrennkupplung dienen. Die Hybridtrennkupplung kann zum Verbinden einer elektrischen Maschine mit bzw. zum Trennen einer elektrischen Maschine von einem Hybridantriebsstrang eines Kraftfahrzeugs dienen. Die elektrische Maschine kann zum Betätigen eines hydrostatischen Kupplungsaktuators dienen. Die elektrische Maschine kann zum Betätigen eines Geberzylinders eines hydrostatischen

10 Kupplungsaktuators dienen. Die elektrische Maschine kann zum Betätigen einer Getriebevorrichtung dienen. Die elektrische Maschine kann eine Rotationsmaschine sein, bei der der Läufer als Rotor ausgeführt ist und bei einem Betrieb eine Drehbewegung ausführt. Der Rotor kann hohlwellenartig ausgeführt sein. Die elektrische Maschine kann eine Linearmaschine sein, bei der der Läufer bei einem Betrieb eine Linearbewegung ausführt. Die elektrische Maschine kann blockkommutiert sein. Die elektrische Maschine kann eine baulich integrierte elektrische Steuereinrichtung aufweisen. Die elektrische Maschine kann mithilfe einer baulich gesonderten elektrischen Steuereinrichtung kontrollierbar sein. Die elektrische Maschine kann wenigstens eine elektrische Leistungsschnittstelle aufweisen. Die elektrische Maschine kann wenigstens eine

15 elektrische Signalschnittstelle aufweisen. Die elektrische Maschine kann auch als Aktuator oder Aktor bezeichnet werden.

Zur Parameterschätzung kann eine hohe Signal-Abtastrate verwendet werden. Zur Parameterschätzung kann ein Newton-Verfahren verwendet werden. Eine Schätzung

25 der Signalabweichungen kann mittels Kalman-Filtern erfolgen. Eine Schätzung der Signalabweichungen kann mittels neuronaler Netze erfolgen.

Der Sinus-Cosinus-Rotationssensor kann als ein Resolver ausgebildet sein. Als Resolver wird ein elektromagnetischer Messumformer zur Wandlung der Winkellage eines Rotors in eine elektrische Größe bezeichnet. Der Sinus-Cosinus-Rotationssensor kann auf Basis des AMR-Effekts (Anisotroper magnetoresistiver Effekt) arbeiten. Der Sinus-Cosinus-Rotationssensor kann auf Basis des GMR-Effekts (Riesenmagnetowiderstand) arbeiten. Der Sinus-Cosinus-Rotationssensor kann auf Basis des TMR-Effekts (Magnetischer Tunnelwiderstand) arbeiten.

30

- Zusammenfassend und mit anderen Worten dargestellt ergibt sich somit durch die Erfindung unter anderem ein Verfahren zur Erhöhung der Messgenauigkeit von Sinus-Cosinus-Rotationssensoren, insbesondere Resolvern. In der Regel treten bei Sinus-Cosinus-Rotationssensoren statische und dynamische Signalabweichungen gemeinsam auf. Werden nur die einen oder die anderen kompensiert, verbleibt immer eine nicht kompensierte Messabweichung. Dies ist beispielsweise bei einem aus der Veröffentlichung „Q. Lin, T. Li, Z. Zhou: Error Analysis and Compensation of the Orthogonal Magnetic Encoder, 2011 International Conference on Instrumentation, Measurement, Computer, Communication and Control“ bekannten Verfahren der Fall, da die Signalabweichungen lediglich einmalig bestimmt werden, und statisch im Betrieb korrigiert werden, wobei dynamische Signalabweichungen bei dieser Lösung weiterhin zu Messabweichungen führen.
- Erfindungsgemäß wird zur Erhöhung der Messgenauigkeit von Sinus-Cosinus-Rotationssensoren eine Kombination von offline- und online-basierter Korrektur vorgeschlagen. Hiermit können gleichzeitig sowohl statische als auch dynamische Messabweichungen kompensiert werden. Als offline-basierte Kompensation wird eine einfache Look-Up-Tabelle vorgeschlagen, welche anhand einer Typen- oder einer Stückprüfung im Vergleich mit einem hochgenauen Referenzsensor beschrieben wird. Bei dieser offline-basierten Kompensation ist es wichtig, dass die Anteile der dynamischen Kompensation aus der Look-Up-Tabelle herausgenommen werden. Dies beruht auf der Idee, dass diese dynamischen Anteile online kompensiert werden. In der Software werden eine Schätzung der Signalabweichungen und deren Kompensation vor diese Offline-Look-Up-Tabelle geschaltet. Hiermit können dynamischen Veränderungen im Betrieb kompensiert werden. Um bei zeitlich schnellen Variationen folgen zu können, wird eine hohe Signal-Abtastrate und das Newton-Verfahren zur Parameterschätzung vorgeschlagen. Durch alternative Verfahren zur Schätzung der Signalabweichungen könnten vergleichbar schnelle Parameter-Konvergenzen erreicht werden, beispielsweise mittels Kalman-Filtern oder neuronalen Netzen.

Die Erfindung kann bei allen Winkel- Drehzahl- und Beschleunigungsmessungen mit hohen Genauigkeitsanforderungen eingesetzt werden. Ein Einsatz des beschriebenen Justierungsverfahrens ist im Bereich der elektrischen Antriebe denkbar. Hierdurch er-

geben sich Vorteile bei den Sensorkosten sowie beim Wirkungsgrad und der Regelgüte.

Mit der Erfindung wird ein Verfahren zur Korrektur von Messabweichungen von Sinus-Cosinus-Rotationssensoren zur Verfügung gestellt, das eine Kompensation von statischen und dynamischen Signalabweichungen zur Erhöhung der Messgenauigkeit ermöglicht. Insbesondere ist ein kombiniertes Justierungsverfahren von Sinus-Cosinus-Rotationssensoren zur Verfügung gestellt.

Nachfolgend wird ein Ausführungsbeispiel der Erfindung unter Bezugnahme auf Figuren näher beschrieben. Aus dieser Beschreibung ergeben sich weitere Merkmale und Vorteile. Konkrete Merkmale dieses Ausführungsbeispiels können allgemeine Merkmale der Erfindung darstellen. Mit anderen Merkmalen verbundene Merkmale dieses Ausführungsbeispiels können auch einzelne Merkmale der Erfindung darstellen.

Es zeigen schematisch und beispielhaft:

Fig. 1 eine schematische Darstellung eines aus dem Stand der Technik bekannten Resolvers,

Fig. 2 eine schematische Darstellung eines erfindungsgemäßen Verfahrens zur Korrektur von Messabweichungen eines Resolvers, und

Fig. 3 Winkelabweichungen unterschiedlich korrigierter Messabweichungen des Resolvers.

Fig. 1 zeigt einen aus dem Stand der Technik bekannten Sinus-Cosinus-Rotationssensor, auch Quadratur-Sensor genannt, der vorliegend als ein Resolver 100 ausgeführt ist. Ein solcher Resolver 100 ist beispielsweise aus dem Datenblatt „AD2S1210, Variable Resolution, 10-Bit to 16-Bit R/D Converter with Reference Oscillator“ aus dem Jahr 2010 bekannt.

Eine erste Statorwicklung 102 wird mit einer sinusförmigen ersten Wechselspannung 104 beaufschlagt. Die erste Wechselspannung 104 errechnet sich in Abhängigkeit der Zeit t zu

$$5 \quad E_0 \cdot \sin(\omega t)$$

mit E_0 : Anregungsamplitude, ω : Anregungsfrequenz.

Ein Rotor 106 weist gegenüber einer Referenzwinkellage 108 einen Drehwinkel 110 (Drehwinkel α) auf.

Eine zweite Statorwicklung 112 liegt auf einer der ersten Statorwicklung 102 gegenüberliegenden Seite des Rotors 106. Eine dritte Statorwicklung 114 ist gegenüber der zweiten Statorwicklung 112 um 90 Grad gedreht angeordnet.

15

Die erste Wechselspannung 104 erregt in der zweiten Statorwicklung 112 eine zweite Wechselspannung 116. Die zweite Wechselspannung 116 errechnet sich in Abhängigkeit der Zeit t und des Drehwinkels 110 (Drehwinkel α) zu:

$$20 \quad E_0 \cdot T \cdot \sin(\omega t) \cdot \cos(\alpha)$$

mit E_0 : Anregungsamplitude, ω : Anregungsfrequenz, T : Transformationsverhältnis.

Die zweite Wechselspannung 116 wird vom Cosinus des Drehwinkels 110 (Drehwinkel α) moduliert.

25

Die erste Wechselspannung 104 erregt in der dritten Statorwicklung 114 eine dritte Wechselspannung 118. Die dritte Wechselspannung 118 errechnet sich in Abhängigkeit der Zeit t und des Drehwinkels 110 (Drehwinkel α) zu:

$$30 \quad E_0 \cdot T \cdot \sin(\omega t) \cdot \sin(\alpha)$$

mit E_0 : Anregungsamplitude, ω : Anregungsfrequenz, T : Transformationsverhältnis.

Die dritte Wechselspannung 118 wird vom Sinus des Drehwinkels 110 (Drehwinkel α) moduliert.

Die Amplituden der zweiten Wechselspannung 116 und der dritten Wechselspannung 118 sind somit abhängig von dem Drehwinkel 110 (Drehwinkel α) des Rotors 106. Ein zwischen dem Resolver 100 und einem System-Mikroprozessor angeordneter Resolver-Digital-Wandler (Analog-Digital-Wandler) nutzt die Sinus- und Cosinussignale der zweiten und dritten Wechselspannungen 116, 118 zum Dekodieren der Winkelposition und Drehzahl des Rotors 106.

Durch die Auslegung und die Fertigungsstreuungen von Sinus-Cosinus-Rotationssensoren, vorliegend des Resolvers 100, sowie durch Bauteilstreuungen in der Signalaufbereitung und die Analog-Digital-Wandlung entstehen winkelabhängige und statische Abweichungen in den Signalen. Bei variierenden mechanischen Fehlstellungen von Stator zu Rotor 106 sowie bei Umgebungs- und Alterungseinflüssen auf die Elektronik entstehen außerdem dynamische Signalabweichungen im Betrieb.

Fig. 2 zeigt schematisch ein erfindungsgemäßes Verfahren 120 zur Korrektur von Messabweichungen eines Sinus-Cosinus-Rotationssensors am Beispiel des Resolvers 100. Der Resolver 100 liefert während des Verfahrens 120 als analoge Ausgangssignale die zweite Wechselspannung 116 und die dritte Wechselspannung 118.

In einem Verfahrensschritt 122 findet eine dynamische Korrektur der beiden Ausgangssignale zweite Wechselspannung 116 und dritte Wechselspannung 118 statt. Die dynamische Korrektur 122 bewirkt eine Kompensation von während des Verfahrens 120 online ermittelten oder online geschätzten Amplitudenabweichungen und/oder Offsetabweichungen der zweiten Wechselspannung 116 und der dritten Wechselspannung 118.

In einem der dynamischen Korrektur 122 nachgeschalteten Verfahrensschritt 124 findet eine statische Korrektur der beiden Ausgangssignale zweite Wechselspannung 116 und dritte Wechselspannung 118 statt. Dabei findet eine Kompensation von bereits vor dem Beginn des Verfahrens 120 ermittelten statischen Messabweichungen zu einem in den Figuren nicht dargestellten hochgenauen Referenzsensor statt. Die bereits zuvor erfolgte dynamische Korrektur 122 der Ausgangssignale wird in der statischen Korrektur 124 berücksichtigt, insbesondere abgezogen.

Zur Kompensation der statischen Messabweichungen wird eine Look-Up-Tabelle in der Software hinterlegt. Die Look-Up-Tabelle enthält Informationen, die während des Verfahrens 120 zur Vermeidung aufwendiger Berechnungen benutzt werden. Die Look-Up-Tabelle wird vor dem Beginn des Verfahrens 120 anhand von individuellen End-of-Line-Vermessungen, das heißt Messungen im Montageendbereich des Resolvers 100, oder anhand von typischen Werten für die Sensorserie des Resolvers 100 bestimmt. Anhand der Look-Up-Tabelle kann mittels Interpolation für jeden Drehwinkel 110 (Drehwinkel α) die notwendige statische Korrektur berechnet werden.

Während der statischen Korrektur 124 werden in der Look-Up-Tabelle die Messabweichungen abgezogen, welche bereits zuvor durch die dynamische Korrektur 122 kompensiert wurden. Hierzu zählen insbesondere Amplituden- und Offset-Abweichungen in den Sinus- und Cosinus-Signalen der beiden Ausgangssignale zweite Wechsellspannung 116 und dritte Wechsellspannung 118. Durch die dynamische Korrektur 122 und die anschließende statische Korrektur 124 ergibt sich ein korrigiertes Messergebnis 126.

Während des Verfahrens 120 wird die beschriebene dynamische Kompensation durch das Newton-Verfahren und anschließend die statische Kompensation durchgeführt.

Zur Kompensation der Parameterschwankungen wird folgendes Modell der gegebenenfalls demodulierten Ausgangssignale angenommen. Die individuellen Signalamplituden von Cosinus und Sinus (zweite Wechsellspannung 116, dritte Wechsellspannung 118) werden durch die Koeffizienten a , die Offsets durch b beschrieben. Ein Zeitindex wird mit k gekennzeichnet.

$$y_{c,k} = a_c \cdot \cos(\alpha_k) + b_c$$

$$y_{s,k} = a_s \cdot \sin(\alpha_k) + b_s$$

Um die durch Amplituden- und Offset-Abweichungen entstehenden Messabweichungen aus der statischen Look-Up-Tabelle herauszunehmen, kann eine Least-Squares-Schätzung dieser Parameter und damit von den dadurch bedingten Messabweichun-

gen durchgeführt werden. Hierzu werden die beiden obigen Gleichungen quadriert und addiert:

$$1 = \frac{1}{a_c^2} \cdot y_{c,k}^2 - \frac{b_c}{a_c^2} \cdot y_{c,k} + \frac{1}{a_s^2} \cdot y_{s,k}^2 - \frac{b_s}{a_s^2} \cdot y_{s,k} + \frac{b_s^2}{a_s^2} + \frac{b_c^2}{a_c^2}$$

- 5 Die dazugehörigen Mess- und Parametervektor sowie die vereinfachte Vektorgleichung lauten damit:

$$\underline{Y} = [y_{c,k}^2 \quad y_{s,k}^2 \quad y_{c,k} \quad y_{s,k}]$$

$$\underline{\theta} = \left[\frac{1}{a_c^2} \quad \frac{1}{a_s^2} \quad -\frac{b_c}{a_c^2} \quad -\frac{b_s}{a_s^2} \right]^T$$

$$\underline{1} = \underline{Y} \cdot \underline{\theta} \quad \left| \frac{b_s^2}{a_s^2} + \frac{b_c^2}{a_c^2} \ll 1 \right.$$

10

Die Signalabweichungsparameter können damit anhand einer Messreihe wie folgt bestimmt werden.

$$\hat{\theta} = (\underline{Y}' \cdot \underline{Y})^{-1} \cdot \underline{Y}' \cdot \underline{1}$$

- 15 Diese Parameter erlauben die Bestimmung der damit verbundenen dynamischen winkelabhängigen Messabweichungen. Diese werden von den Messabweichungen zu einem hochgenauen Referenzsensor abgezogen und das Resultat in der statischen Look-Up-Tabelle abgelegt.

Das Gleichungssystem in Matrixdarstellung zur dynamischen Online-Kompensation

20 lautet:

$$\begin{bmatrix} \cos \alpha_k \\ \sin \alpha_k \end{bmatrix} = \underbrace{\begin{bmatrix} y_{c,k} & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & y_{s,k} & 1 \end{bmatrix}}_{\underline{M}_k} \cdot \underbrace{\begin{bmatrix} \frac{1}{a_c} & -\frac{b_c}{a_c} & \frac{1}{a_s} & -\frac{b_s}{a_s} \end{bmatrix}^T}_{\underline{\theta}}$$

Auf Basis des Quadrats der L2-Norm wird die Gütefunktion J definiert:

$$\underline{1} = \|\underline{M} \cdot \underline{\theta}\|_2^2$$

$$J = \sum_{k=0}^{N-1} (\|\underline{M}_k \cdot \underline{\theta}\|_2^2 - 1)^2$$

- 5 Die Ableitung der Gütefunktion J nach dem Parametervektor Theta ergibt sich zu:

$$\nabla J = \sum_{k=0}^{N-1} 4 \cdot \underline{M}_k^T \cdot \underline{M}_k \cdot \underline{\theta} \cdot (\underline{\theta}^T \cdot \underline{M}_k^T \cdot \underline{M}_k \cdot \underline{\theta} - 1)$$

Für das Newton-Verfahren wird außerdem die Hesse-Matrix H benötigt, also die zweite Ableitung der Gütefunktion J nach dem Parametervektor:

$$\underline{H} = \sum_{k=0}^{N-1} 4 \cdot \underline{M}_k^T \cdot \underline{M}_k \cdot (I \cdot (\underline{\theta}^T \cdot \underline{M}_k^T \cdot \underline{M}_k \cdot \underline{\theta}) + 2 \cdot \underline{\theta} \cdot \underline{\theta}^T \cdot \underline{M}_k^T \cdot \underline{M}_k)$$

10

Der Gradient und die Hesse-Matrix werden dabei iterativ berechnet. Dazu wird das Argument der Summenfunktion in jedem Zeitschritt bestimmt und auf den skalierten vorherigen Wert aufaddiert. Der Skalierungsfaktor wird dabei als Vergessens-

15

Faktor bezeichnet.

Mit einer Schrittweite Gamma können die Signalparameter iterativ geschätzt werden. Die Schrittweite kann adaptiert werden, beispielsweise mittels sogenanntem Backtracking. Durch eine hohe Abtastrate der Sensorsignale kann eine schnelle Konvergenz dieser Parameterschätzung sichergestellt werden.

20

$$\underline{\theta} \rightarrow \underline{\theta} - \gamma \cdot \underline{H}^{-1} \cdot \nabla J$$

In Fig. 3 sind die Ergebnisse der Korrektur in einem Diagramm beispielhaft für den Resolver 100 dargestellt. Dabei sind die Winkelabweichungen über einem elektri-

schen Winkel 126 dargestellt, der vorliegend dem Drehwinkel 110 des Rotors 106 entspricht. Der Wert einer nicht korrigierten Winkelabweichung 128 variiert über einen elektrischen Winkel 126 von 360° , der insbesondere einer Umdrehung des Rotors 106 entspricht, zwischen einer minimalen nicht korrigierten Winkelabweichung 130 und einer maximalen nicht korrigierten Winkelabweichung 132. Der Wert einer statisch korrigierten Winkelabweichung 134 variiert über den elektrischen Winkel 126 von 360° zwischen einer minimalen statisch korrigierten Winkelabweichung 136 und einer maximalen statisch korrigierten Winkelabweichung 138. Der Wert einer dynamisch korrigierten Winkelabweichung 140 variiert über den elektrischen Winkel 126 von 360° zwischen einer minimalen dynamisch korrigierten Winkelabweichung 142 und einer maximalen dynamisch korrigierten Winkelabweichung 144. Der Wert einer statisch und dynamisch korrigierten Winkelabweichung 146 variiert über den elektrischen Winkel von 360° zwischen einer minimalen statisch und dynamisch korrigierten Winkelabweichung 148 und einer maximalen statisch und dynamisch korrigierten Winkelabweichung 150.

In dem in Fig. 3 dargestellten Beispiel betragen die maximalen Abweichungen des elektrischen Winkels 126 ohne Korrektur $-1,29^\circ$ bis $1,32^\circ$, mit statischer Korrektur $-1,04^\circ$ bis $1,09^\circ$, mit dynamischer Korrektur $-0,608$ bis $0,651^\circ$ und mit statisch und dynamischer Korrektur $-0,468^\circ$ bis $0,447^\circ$. Die Messgenauigkeit lässt sich mit Hilfe des erfindungsgemäßen Verfahrens 120 somit um nahezu einen Faktor drei verbessern.

Die beschriebene Erfindung ist ebenso für andere Sinus-Cosinus-Rotationssensoren anwendbar, die beispielsweise auf Basis des AMR-Effekts (Anisotroper magnetoresistiver Effekt) und/oder GMR-Effekts (Riesenmagnetowiderstand) und/oder TMR-Effekts (Magnetischer Tunnelwiderstand) arbeiten.

Bezugszeichenliste

100	Resolver
102	erste Statorwicklung
104	erste Wechselspannung
106	Rotor
108	Referenzwinkellage
110	Drehwinkel
112	zweite Statorwicklung
114	dritte Statorwicklung
116	zweite Wechselspannung
118	dritte Wechselspannung
120	Verfahren
122	Verfahrensschritt, dynamische Korrektur
124	Verfahrensschritt, statische Korrektur
126	elektrischer Winkel
128	nicht korrigierte Winkelabweichung
130	minimale nicht korrigierte Winkelabweichung
132	maximale nicht korrigierte Winkelabweichung
134	statisch korrigierte Winkelabweichung
136	minimale statisch korrigierte Winkelabweichung
138	maximale statisch korrigierte Winkelabweichung
140	dynamisch korrigierte Winkelabweichung
142	minimale dynamisch korrigierte Winkelabweichung
144	maximale dynamisch korrigierte Winkelabweichung
146	statisch und dynamisch korrigierte Winkelabweichung
148	minimale statisch und dynamisch korrigierte Winkelabweichung
150	maximale statisch und dynamisch korrigierte Winkelabweichung

Patentansprüche

1. Verfahren (120) zur Korrektur von Messabweichungen eines Sinus-Cosinus-
5 Rotationssensors (100) zur Ermittlung einer Drehzahl und/oder einer
Winkelposition eines um eine Drehachse drehenden Bauteils (106), wobei
statische Messabweichungen des Sinus-Cosinus-Rotationssensors (100) durch
eine statische Korrektur (124) kompensiert werden, dadurch gekennzeichnet, dass
zusätzlich eine dynamische Korrektur (122) erfolgt.
10
2. Verfahren (120) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die dynamische
Korrektur (122) zeitlich vor der statischen Korrektur (124) erfolgt.
3. Verfahren (120) nach wenigstens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch
15 gekennzeichnet, dass die dynamische Korrektur (122) bei der anschließenden
statischen Korrektur (124) berücksichtigt wird, insbesondere von der statischen
Korrektur (124) abgezogen wird.
4. Verfahren (120) nach wenigstens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch
20 gekennzeichnet, dass zur statischen Korrektur (124) eine Look-Up-Tabelle
verwendet wird, die insbesondere vor dem Beginn des Verfahrens (120) erstellt
wurde.
5. Verfahren (120) nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass während des
25 Verfahrens (120) wenigstens ein Wert der Look-Up-Tabelle verändert wird,
insbesondere Messabweichungen, die bereits durch die dynamische Korrektur
(122) kompensiert wurden, aus der Look-Up-Tabelle abgezogen werden.
6. Verfahren (120) nach wenigstens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch
30 gekennzeichnet, dass eine Least-Squares-Schätzung durchgeführt wird, um
Messabweichungen aus der Look-Up-Tabelle herauszunehmen.

7. Verfahren (120) nach wenigstens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das um die Drehachse drehenden Bauteil ein Rotor (106) einer elektrischen Maschine, ist.
- 5 8. Verfahren (120) nach wenigstens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass eine hohe Signal-Abtastrate und/oder ein Newton-Verfahren zur Parameterschätzung verwendet wird.
9. Verfahren (120) nach wenigstens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch
10 gekennzeichnet, dass eine Schätzung der Signalabweichungen mittels Kalman-Filtern und/oder neuronalen Netzen erfolgt.
10. Verfahren (120) nach wenigstens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch
15 gekennzeichnet, dass der Sinus-Cosinus-Rotationssensor als ein Resolver (100) ausgebildet ist.

1/2

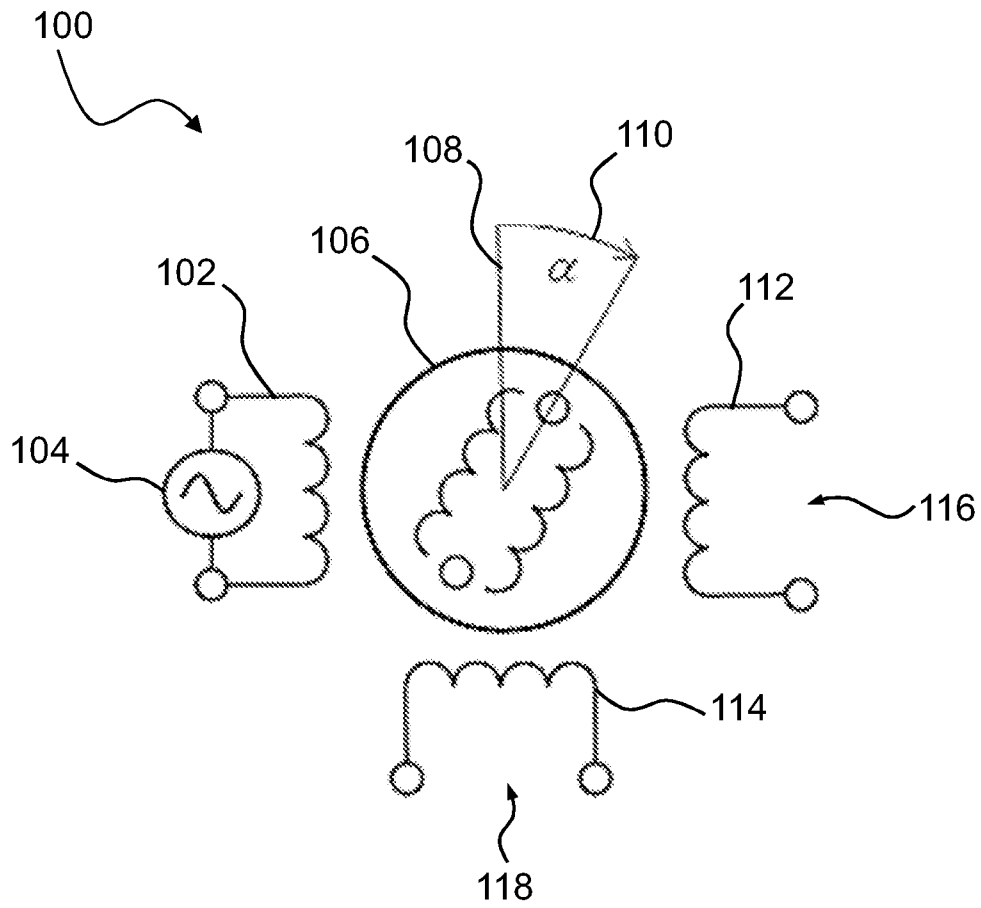


Fig. 1

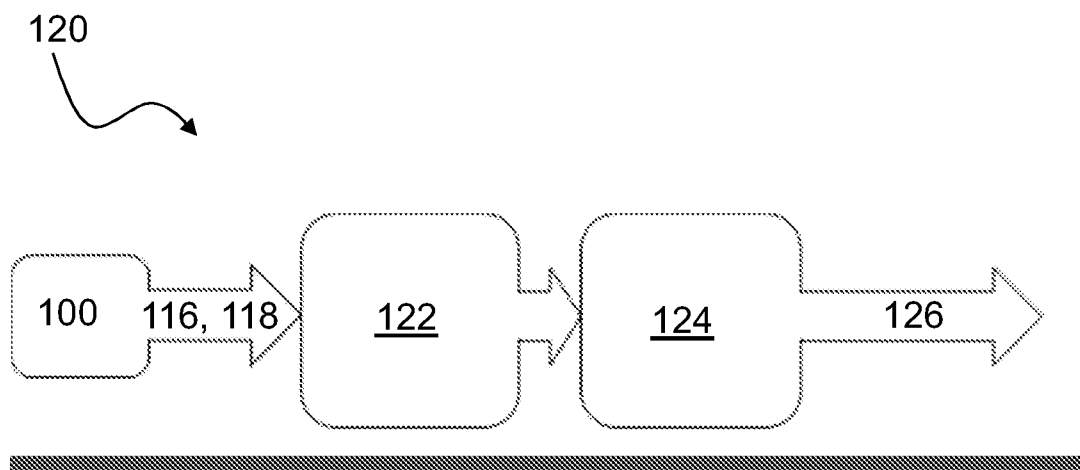


Fig. 2

2/2

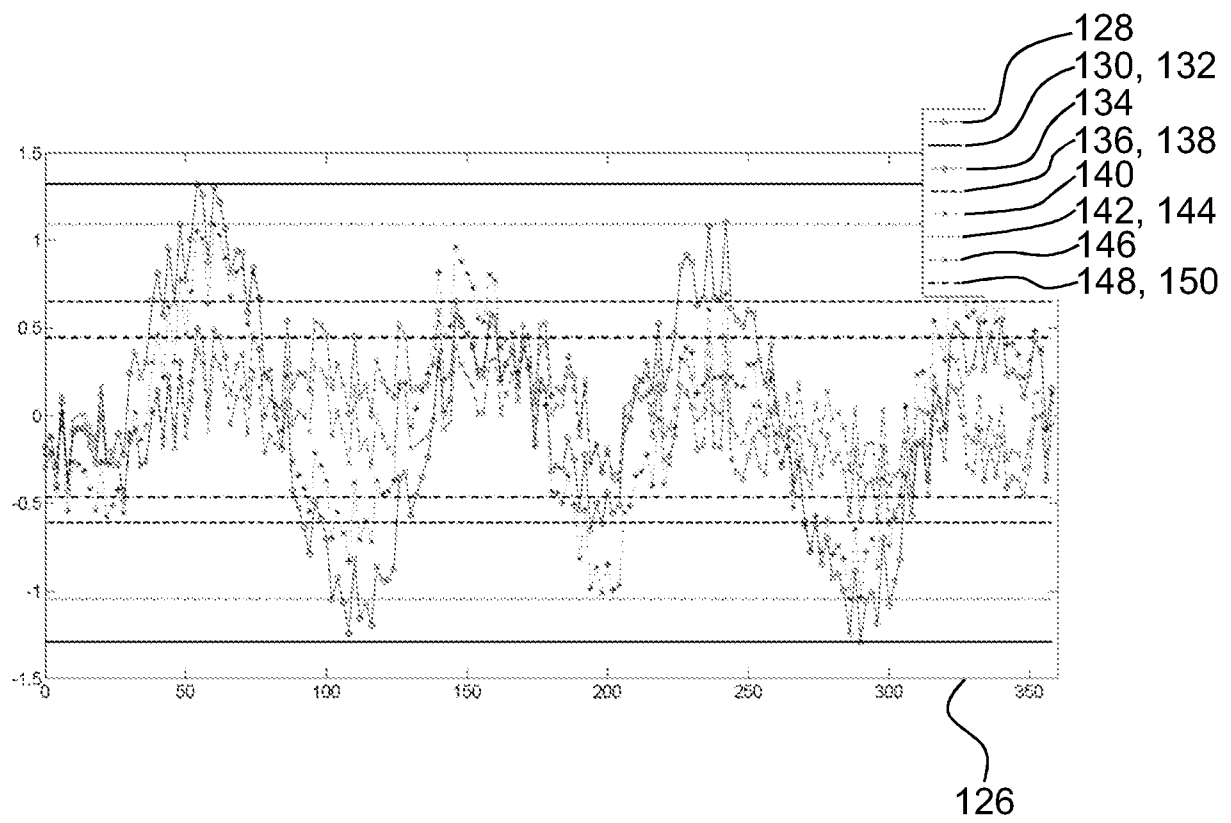


Fig. 3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/DE2017/100643

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. G01D5/244
ADD. G01D18/00

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

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
G01D H02P

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

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

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 10 2005 024879 A1 (INFINEON TECHNOLOGIES AG [DE]) 7 December 2006 (2006-12-07) the whole document paragraph [0001] - paragraph [0086] paragraph [0178] - paragraph [0188] paragraph [0205] - paragraph [0207] paragraph [0252] - paragraph [0254] -----	1-10
X	US 2005/278137 A1 (HAMMERSCHMIDT DIRK [AT] ET AL) 15 December 2005 (2005-12-15) the whole document -----	1-10
X	EP 1 697 697 A1 (KONINKL PHILIPS ELECTRONICS NV [NL]) 6 September 2006 (2006-09-06) the whole document ----- -/-	1-10

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

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

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

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

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

3 November 2017

Date of mailing of the international search report

13/11/2017

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Wimböck, Thomas

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/DE2017/100643

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	LARA JORGE ET AL: "A Novel Algorithm Based on Polynomial Approximations for an Efficient Error Compensation of Magnetic Analog Encoders in PMSMs for EVs", IEEE TRANSACTIONS ON INDUSTRIAL ELECTRONICS, IEEE SERVICE CENTER, PISCATAWAY, NJ, USA, vol. 63, no. 6, 1 June 2016 (2016-06-01), pages 3377-3388, XP011609626, ISSN: 0278-0046, DOI: 10.1109/TIE.2016.2524409 [retrieved on 2016-05-10] Abschnitt I; Referenzen [2], [4], [9]-[12] -----	1-10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/DE2017/100643

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 102005024879 A1	07-12-2006	DE 102005024879 A1	07-12-2006
		US 2006290545 A1	28-12-2006

US 2005278137 A1	15-12-2005	DE 102004024398 A1	15-12-2005
		US 2005278137 A1	15-12-2005

EP 1697697 A1	06-09-2006	AT 413589 T	15-11-2008
		CN 1882822 A	20-12-2006
		EP 1697697 A1	06-09-2006
		JP 2007511778 A	10-05-2007
		KR 20060117324 A	16-11-2006
		TW 200525131 A	01-08-2005
		US 2007093980 A1	26-04-2007
		WO 2005050140 A1	02-06-2005

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

INV. G01D5/244

ADD. G01D18/00

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

G01D H02P

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

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

EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 10 2005 024879 A1 (INFINEON TECHNOLOGIES AG [DE]) 7. Dezember 2006 (2006-12-07) das ganze Dokument Absatz [0001] - Absatz [0086] Absatz [0178] - Absatz [0188] Absatz [0205] - Absatz [0207] Absatz [0252] - Absatz [0254] -----	1-10
X	US 2005/278137 A1 (HAMMERSCHMIDT DIRK [AT] ET AL) 15. Dezember 2005 (2005-12-15) das ganze Dokument -----	1-10
X	EP 1 697 697 A1 (KONINKL PHILIPS ELECTRONICS NV [NL]) 6. September 2006 (2006-09-06) das ganze Dokument ----- -/-	1-10



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

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

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

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

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

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

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

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

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

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

3. November 2017

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

13/11/2017

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

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

Bevollmächtigter Bediensteter

Wimböck, Thomas

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	LARA JORGE ET AL: "A Novel Algorithm Based on Polynomial Approximations for an Efficient Error Compensation of Magnetic Analog Encoders in PMSMs for EVs", IEEE TRANSACTIONS ON INDUSTRIAL ELECTRONICS, IEEE SERVICE CENTER, PISCATAWAY, NJ, USA, Bd. 63, Nr. 6, 1. Juni 2016 (2016-06-01), Seiten 3377-3388, XP011609626, ISSN: 0278-0046, DOI: 10.1109/TIE.2016.2524409 [gefunden am 2016-05-10] Abschnitt I; Referenzen [2], [4], [9]-[12] -----	1-10

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2017/100643

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102005024879 A1	07-12-2006	DE 102005024879 A1	07-12-2006
		US 2006290545 A1	28-12-2006

US 2005278137 A1	15-12-2005	DE 102004024398 A1	15-12-2005
		US 2005278137 A1	15-12-2005

EP 1697697 A1	06-09-2006	AT 413589 T	15-11-2008
		CN 1882822 A	20-12-2006
		EP 1697697 A1	06-09-2006
		JP 2007511778 A	10-05-2007
		KR 20060117324 A	16-11-2006
		TW 200525131 A	01-08-2005
		US 2007093980 A1	26-04-2007
		WO 2005050140 A1	02-06-2005
