

(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
5. Februar 2015 (05.02.2015)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2015/014362 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
G01R 31/34 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2014/200370

(22) Internationales Anmeldedatum:
1. August 2014 (01.08.2014)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2013 215 192.6
2. August 2013 (02.08.2013) DE

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

(72) Erfinder: **SCHMAUS, Stefan**; Litzenhardtstraße 114, 76135 Karlsruhe (DE). **DIETRICH, Markus**; Brestenberg 15, 77704 Oberkirch (DE). **ZIMMERMANN, Martin**; Vogelsbergstraße 1, 77880 Sasbach (DE). **MOEBS, Francis**; La Wantzenau, F-67610 La Wantzenau (FR).

(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, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, 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.

(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, 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).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

— vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eingehen (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe h)

(54) Title: METHOD FOR DETERMINING A FAULT IN AN ELECTRONICALLY COMMUTATED ELECTRIC MOTOR

(54) Bezeichnung : VERFAHREN ZUR BESTIMMUNG EINES FEHLERS IN EINEM ELEKTRONISCH KOMMUTIERTEN ELEKTROMOTOR

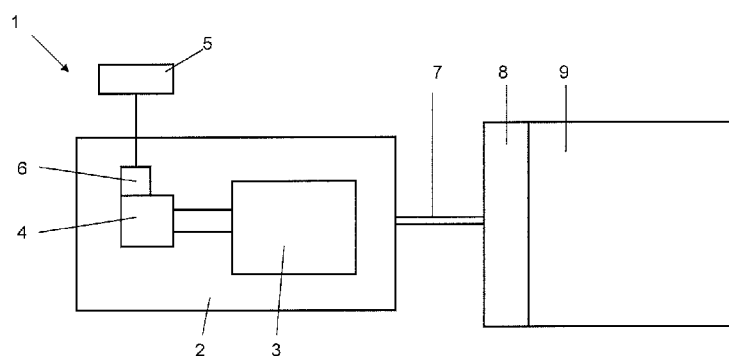


Fig. 1

(57) Abstract: The invention relates to a method for determining a fault in an electronically commutated electric motor, in which at least one stator coil of the electric motor is connected in parallel in each motor phase, wherein a motor phase is energized and the current flowing through this motor phase is measured. In a method in which a defect in the electric motor is identified reliably, the three motor phases are energized one after the other and the current occurring during this energization of the individual motor phases is measured, wherein the currents measured in the three motor phases are compared with one another and a defect in the electric motor is identified if the measured currents differ from one another.

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Bestimmung eines Fehlers in einem elektronisch kommutierten Elektromotor, bei welchem in jeder Motorphase mindestens eine Statorspule des Elektromotors parallel verschaltet ist, wobei eine Motorphase bestromt wird und der durch diese Motorphase fließende Strom gemessen wird. Bei einem Verfahren, bei welchem ein Defekt des Elektromotors zuverlässig erkannt wird, werden die drei Motorphasen nacheinander bestromt und der während dieser Bestromung auftretende Strom der einzelnen Motorphasen gemessen, wobei die in den drei Motorphasen gemessenen Ströme miteinander verglichen werden und auf einen Defekt des Elektromotors erkannt wird, wenn die gemessenen Ströme voneinander abweichen.

Verfahren zur Bestimmung eines Fehlers in einem elektronisch kommutierten Elektromotor

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Bestimmung eines Fehlers in einem elektronisch kommutierten Elektromotor, bei welchem in jeder Motorphase mindestens eine Statorspule des Elektromotors parallel verschaltet ist, wobei eine Motorphase bestromt wird und der durch diese Motorphase fließende Strom gemessen wird.

Aus der DE 10 2011 083 217 A1 ist ein Verfahren zur Überprüfung der Phasen eines elektronisch kommutierten Elektromotors bekannt. Bei diesem zu überprüfenden Elektromotor sind die jeweils zwei Spulen, welche in jeder Motorphase des Elektromotors angeordnet sind, in Reihe geschaltet. Um eine Phasenunterbrechung zuverlässig zu erkennen, werden nacheinander mindestens zwei Kommutierungsschritte des Elektromotors angestoßen und bei jedem Kommutierungsschritt eine Strommessung durchgeführt. Wird in einer Motorphase dabei bei der Strommessung ein Stromausfall detektiert, wird auf eine Unterbrechung der Motorphase geschlossen.

Es gibt aber auch Elektromotoren, bei welchen die beiden Spulen in der jeweiligen Motorphase parallel verschaltet sind. Bei einem Fehler einer solchen parallel verschalteten Spule findet aber weiter ein Stromfluss statt. Der Elektromotor läuft dadurch immer noch, aber mit nur reduzierter Leistungsfähigkeit. Wird dieser defekte Elektromotor wie ein funktionsfähiger betrieben, können schwerwiegende Folgeschäden am Elektromotor entstehen.

Der Erfindung liegt somit die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Bestimmung eines Fehlers in einem elektronisch kommutierten Elektromotor anzugeben, bei welchem in jeder Motorphase zwei Statorspulen des Motors parallel verschaltet sind, bei dem ein Defekt in einer Motorphase zuverlässig erkannt wird, obwohl der Motor noch weiter läuft.

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe dadurch gelöst, dass die drei Motorphasen nacheinander bestromt werden und der während dieser Bestromung in der jeweiligen Motorphase fließende Strom gemessen wird, wobei die in den drei Motorphasen gemessenen Ströme verglichen werden und auf einen Defekt des Elektromotors erkannt wird, wenn die gemessenen Ströme voneinander abweichen. Die Abweichung der Ströme kann dabei je nach Verschaltung positiv oder negativ sein. Es ist aber immer zuverlässig darauf zu schließen, dass eine Motorphase, d.h. insbesondere eine der parallel verschalteten Spulen in der jeweiligen Motorphase, defekt

ist. Durch das Messen der drei Motorphasen direkt hintereinander können Umwelteinflüsse eliminiert werden und die relativ hohen Unterschiede in den Strömen direkt detektiert werden.

Vorteilhafterweise wird bei einer Abweichung eines, in einer ersten Motorphase gemessenen ersten Stromes von den beiden Strömen, die in den anderen beiden Motorphasen gemessen werden, auf einen Defekt einer Spule in der ersten Motorphase geschlossen. Bei einer defekten Spule in einer Parallelverschaltung treten relativ große Unterschiede in den Strömen auf. Allerdings muss dabei zwischen einer Dreieckschaltung und einer Sternschaltung unterschieden werden.

In einer Ausgestaltung wird bei einer Dreieckschaltung der drei Motorphasen die Motorphase als defekt erkannt, bei welcher der direkt über der Motorphase gemessene Strom niedriger ist, als der Strom, welcher gemeinsam über den beiden anderen in Reihe geschalteten Motorphasen gemessen wird. Dies ist darauf zurückzuführen, dass bei einer Dreieckschaltung sich der Klemmenwiderstand aus den Beträgen aller drei Motorphasen berechnet. Dadurch ändert sich der Klemmwiderstand in allen Bestromungsfällen.

In einer Alternative wird bei einer Sternschaltung der drei Motorphasen die Motorphase als defekt erkannt, bei welcher der gemessene Strom höher ist als der in den beiden anderen Motorphasen getrennt gemessene Strom. Hier entspricht der Klemmwiderstand gerade zwei in Reihe verschalteten Phasen, weshalb sich der Strom, welcher durch eine Phase mit defekter Spule fließt, sich anders verhält als der Strom, welcher durch die zwei verbleibenden Phasen mit korrekt arbeitenden Spulen fließt.

In einer Variante werden die drei Motorphasen zur Strommessung mit der gleichen Spannung beaufschlagt. Dies ist insbesondere deshalb von Bedeutung, da für die Strommessung dieselben Ausgangsbedingungen an den drei Motorphasen des Elektromotors vorhanden müssen, damit die gemessenen Ströme vergleichbar sind.

In einer Weiterbildung wird der Elektromotor nach Feststellung eines Fehlers in einen Notbetrieb umgeschaltet. Durch einen solchen Notbetrieb kann eine weitere Schädigung des Elektromotors, beispielsweise durch Überhitzung, zuverlässig verhindert werden.

In einer Ausführungsform wird zur Strommessung ein Steuergerät verwendet, welches die Überprüfung der Motorphasen in einem Diagnosemodus durchführt. Vorteilhafterweise ist dies dasselbe Steuergerät, welches zur Ansteuerung des Elektromotors vorgesehen ist. In dem

Steuergerät selbst ist dabei ein Messwiderstand verbaut, welcher zur Strommessung an den einzelnen Motorphasen genutzt wird. Dadurch stellt das vorgeschlagene Verfahren eine besonders kostengünstige Methode dar, um Defekte an dem elektrisch kommutierten Elektromotor feststellen zu können.

Die Erfindung lässt zahlreiche Ausführungsformen zu. Eine davon soll anhand der in der Zeichnung dargestellten Figuren näher erläutert werden.

Es zeigen:

Fig. 1: Prinzipdarstellung eines elektrohydraulischen Kupplungssystems,

Fig. 2: ein Ausführungsbeispiel für eine Dreiecksverschaltung der Motorphasen des Elektromotors,

Fig. 3: ein Ausführungsbeispiel für eine Sternverschaltung der Motorphasen des Elektromotors.

Gleiche Merkmale sind mit gleichen Bezugszeichen gekennzeichnet.

In Fig. 1 ist ein elektrohydraulisches Kupplungssystem dargestellt, wie es heute in Kraftfahrzeugen zum Einsatz kommt. Ein solches Kupplungssystem weist einen Hydrostataktor 1 auf, wie er beispielsweise aus der DE 10 2010 047 801 A1 bekannt ist. Dieser Hydrostataktor 1 umfasst ein Aktorgehäuse 2, in dem ein Kolben 3 beweglich angeordnet ist. Der Kolben 3 wird von einem elektrisch kommutierten Elektromotor 4 angetrieben, der von einem Steuergerät 5 über eine Endstufe 6 angesteuert wird. Die Endstufe 6 ist dabei im Aktorgehäuse 2 angeordnet.

Über eine Hydraulikleitung 7 ist der Hydrostataktor 1 mit einem Nehmerzylinder 8 verbunden, welcher eine Kupplung 9 bewegt. Die Verstellung der Position der Kupplung 9 erfolgt aufgrund des Antriebes des in einem nicht weiter dargestellten Geberzylinder angeordneten Kolbens 3 durch den Elektromotor 4 im Hydrostataktor 1.

Im Betrieb der Kupplung 9 wird der Elektromotor 4 von dem Steuergerät 5 in einem Kommutierungsmodus angesteuert, wobei der Elektromotor 4 über drei Phasen U; V; W verfügt. In Fig. 2 ist beispielhaft eine Dreiecksverschaltung der Motorphasen U, V, W des Elektro-

motors 4 gezeigt. Jede Motorphase U, V, W enthält dabei zwei parallel zueinander verschaltete Statorspulen 10, 11; 12, 13; 14, 15 des Elektromotors 4. Die Spulen 10, 11; 12, 13; 14, 15 sind dabei identisch und besitzen denselben Widerstand R_{sp} . Je nachdem, ob eine Motorphase U, V, W eine defekte oder normal funktionierende Spule 10, 11; 12, 13; 14, 15 enthält, ändert sich der Widerstand der Phase.

Der Widerstand bei einer defekten Phase $R_{Phase,def}$ beträgt

$$R_{Phase,def} = R_{sp}$$

Der Widerstand der normalen Phase R_{Phase} entspricht

$$R_{Phase} = \frac{1}{2} R_{sp}.$$

Bei einer Strommessung wirkt ein Klemmenwiderstand $R_{gesamt,1}$ beispielsweise zwischen den Klemmen A und B von

$$R_{gesamt,1} = \frac{1}{\frac{1}{R_{Phase,def}} + \frac{1}{2R_{Phase}}} = \frac{1}{2} R_{sp}.$$

Der Klemmenwiderstand $R_{gesamt,2}$, welcher bei einer Strommessung zwischen den Klemmen A, C bzw. B, C erhalten wird, beträgt

$$R_{gesamt,2} = \frac{1}{\frac{1}{R_{Phase}} + \frac{1}{R_{Phase} + R_{Phase,def}}} = \frac{3}{8} R_{sp}$$

Der nach dem ohmschen Widerstand zwischen den Klemmen A und B fließende Strom $I_{Leiter,1}$ beträgt

$$I_{Leiter,1} = \frac{U}{R_{gesamt,1}} = \frac{U}{\frac{1}{2} R_{sp}} = 2I_0.$$

Der Strom $I_{\text{Leiter},2}$, welcher zwischen den Klemmen A und B gemessen wird, welcher aber über die zwei Motorphasen V (Klemme B und C) und W (Klemme C und A) detektiert wird, ergibt:

$$I_{\text{Leiter},2} = \frac{U}{R_{\text{gesamt},2}} = \frac{U}{\frac{3}{8} R_{\text{Sp}}} = \frac{8}{3} I_0.$$

Die Abweichung des Stromes $I_{\text{Leiter},1}$, der durch die Motorphase U fließt, in welcher die defekte Spule 10 enthalten ist, beträgt

$$\frac{I_{\text{Leiter},2}}{I_{\text{Leiter},1}} = \frac{4}{3}.$$

Befindet sich die defekte Spule 10 direkt zwischen den Klemmen A, B unter gleicher Spannung, steigt der Widerstand um den Faktor 3/2. In den beiden anderen Fällen um den Faktor 9/8. Werden nun nacheinander die drei Phasen bestromt, ist der Strom, wenn sich die defekte Spule 10 direkt zwischen den Klemmen A, B befindet, um 1/3 geringer als in den beiden Fällen, bei welchen die beiden anderen Motorphasen V, W ausgemessen werden.

Bei einer Sternschaltung, wie sie in Fig. 3 dargestellt ist, entspricht der Klemmenwiderstand R_{gesamt} zwischen den Klemmenpunkten A, B, C gerade zwei in Reihe verschalteten Motorphasen U, V, W. Ist nun in einer dieser Motorphasen U, V, W eine der beiden parallelen Spulen 10, 11 defekt, steigt der Klemmenwiderstand R_{gesamt} um einen Faktor 3/2. Der gemessene Strom $I_{\text{Leiter},1}$ in der Motorphase U reduziert sich somit bei unveränderter Ansteuerspannung auf 2/3 des Stromes $I_{\text{Leiter},2}$ im Normalzustand. Werden nun nacheinander die drei Motorphasen U, V, W bestromt, ist bei der Bestromung ohne defekte Spule der Strom $I_{\text{Leiter},1}$ um 50% höher als wenn die defekte Motorphase U bestromt wird, im Vergleich zu den anderen beiden Motorphasen V, W.

Auch bei der Sternverschaltung gilt, dass der Widerstand der defekten Phase $R_{\text{Phase,def}}$

$$R_{\text{Phase,def}} = R_{\text{Sp}}$$

ist.

Der Widerstand der normalen Phase R_{Phase} beträgt

$$R_{\text{Phase}} = \frac{1}{2} R_{\text{sp}}.$$

Der Klemmenwiderstand R_{gesamt} zwischen den Klemmenpunkten B und C entspricht dabei

$$R_{\text{gesamt}} = 2 \cdot R_{\text{Phase}} = R_{\text{sp}}.$$

Der Klemmenwiderstand R_{gesamt} , welcher zwischen den Klemmenpunkten A, B und A, C, wo jeweils eine Parallelschaltung mit einer defekten Spule 10 enthalten ist, gemessen wird, beträgt

$$R_{\text{gesamt},2} = R_{\text{Phase}} + R_{\text{Phase,def}} = \frac{3}{2} R_{\text{sp}}.$$

Der Strom $I_{\text{Leiter},1}$, welcher zwischen der normalen Motorphase V und den Klemmenpunkten B und C gemessen wird, beträgt

$$I_{\text{Leiter},1} = \frac{U}{R_{\text{gesamt}}} = \frac{U}{R_{\text{sp}}} = I_0.$$

Der an den defekten Spulenphasen gemessene Strom zwischen den Klemmen A, B und A, C beträgt

$$I_{\text{Leiter},2} = \frac{U}{R_{\text{gesamt},2}} = \frac{U}{\frac{3}{2} R_{\text{sp}}} = \frac{2}{3} I_0.$$

Die Abweichung der Ströme beträgt dabei

$$\frac{I_{\text{Leiter},1}}{I_{\text{Leiter},2}} = \frac{3}{2}.$$

Mit dieser Methode kann zuverlässig auch bei elektronisch kommutierten Elektromotoren, die in jeder Motorphase eine Parallelschaltung zweier Statorspulen aufweist, festgestellt werden, ob der Elektromotor korrekt arbeitet.

Bezugszeichenliste

1	Hydrostataktor
2	Aktorgehäuse
3	Kolben
4	Elektromotor
5	Steuergerät
6	Endstufe
7	Hydraulikleitung
8	Nehmerzylinder
9	Kupplung
10	Spule
11	Spule
12	Spule
13	Spule
14	Spule
A	Klemmenpunkt
B	Klemmenpunkt
C	Klemmenpunkt
U	Motorphase
V	Motorphase
W	Motorphase

Patentansprüche

1. Verfahren zur Bestimmung eines Fehlers in einem elektronisch kommutierten Elektromotor, bei welchem in jeder Motorphase (U, V, W) mindestens eine Statorspule (10, 11; 12, 13; 14, 15) des Elektromotors (4) parallel verschaltet ist, wobei eine Motorphase (U, V, W) bestromt wird und der durch diese Motorphasen (U, V, W) fließende Strom gemessen wird, dadurch gekennzeichnet, dass die drei Motorphasen (U, V, W) nacheinander bestromt werden und der während dieser Bestromung auftretende Strom der einzelnen Motorphasen (U, V, W) gemessen wird, wobei die in den drei Motorphasen (U, V, W) gemessenen Ströme miteinander verglichen werden und auf einen Defekt des Elektromotors (4) erkannt wird, wenn die gemessenen Ströme voneinander abweichen.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass bei einer Abweichung eines, in einer ersten Motorphase (U) gemessenen ersten Stromes von den beiden Strömen, die in den beiden anderen Motorphasen (V, W) gemessen wurden, auf einen Defekt einer Spule (10) in der ersten Motorphase (U) geschlossen wird.
3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass bei einer Dreieckschaltung der drei Motorphasen (U, V, W) die Motorphase (U) als defekt erkannt wird, bei welcher der direkt über der Motorphase (U) gemessene Strom niedriger ist als der Strom, welcher über zwei, in Reihe geschaltete Motorphasen (V, W) gemessen wird.
4. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass bei einer Sternschaltung der drei Motorphasen (U, V, W) die Motorphase (U) als Defekt erkannt wird, bei welcher der gemessene Strom höher ist als der in den beiden anderen Motorphasen (V, W) getrennt gemessene Strom.
5. Verfahren nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die drei Motorphasen (U, V, W) zur Strommessung mit der gleichen Spannung beaufschlagt werden.
6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Elektromotor (4) nach Feststellung eines Fehlers in einem Notbetrieb umgeschaltet wird.
7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zur Strommessung ein Steuergerät (5) verwendet wird, welches die Überprüfung der Motorphasen (U, V, W) in einem Diagnosemodus durchführt.

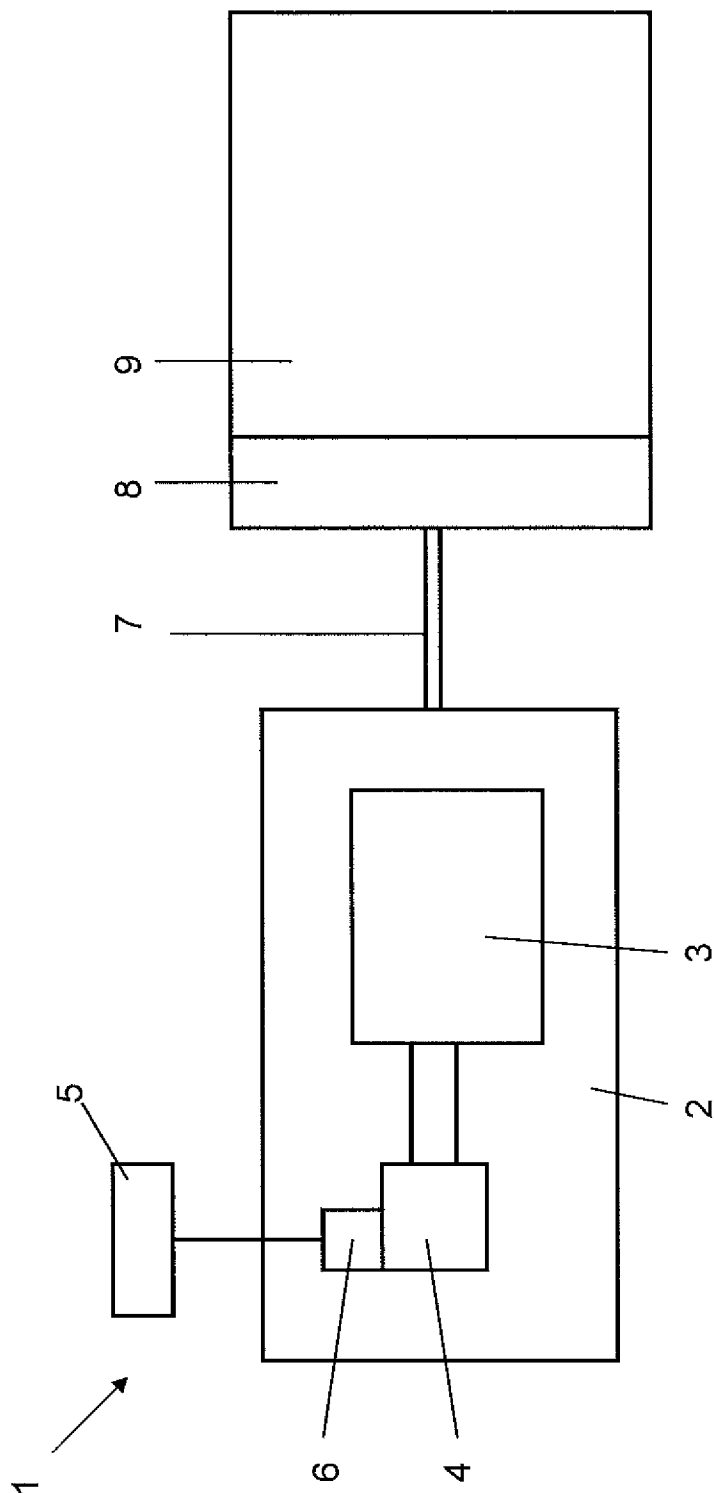


Fig. 1

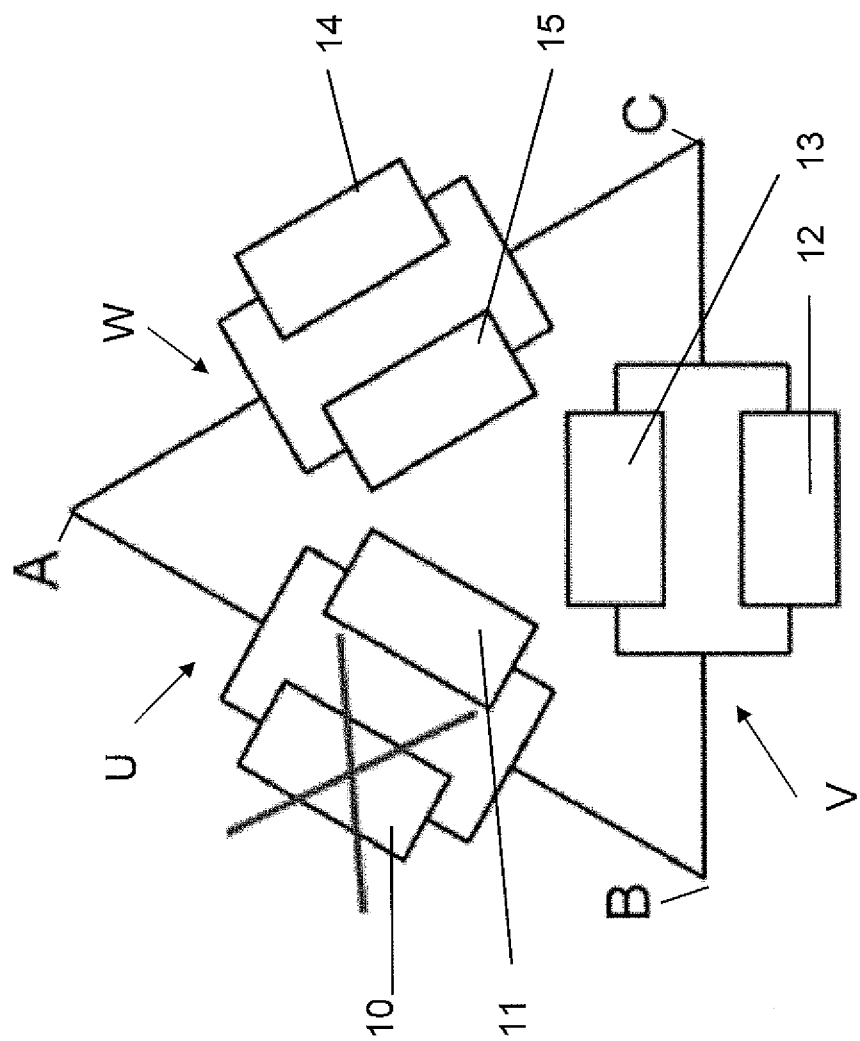


Fig. 2

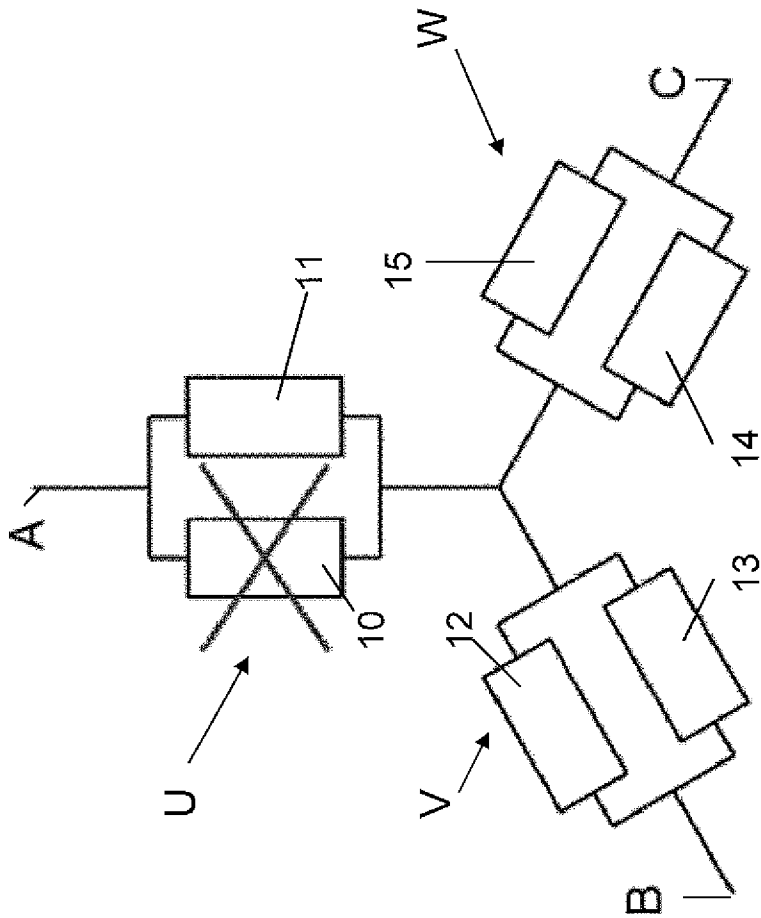


Fig. 3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/DE2014/200370

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. G01R31/34

ADD.

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

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G01R

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

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

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2011/187304 A1 (ANWAR MOHAMMAD N [US] ET AL) 4 August 2011 (2011-08-04) abstract page 1, paragraph [0005] - paragraph [0008] page 2, paragraph [0015] - page 3, paragraph [0031]; figures 1-3 -----	1-7
X	JP 2011 083396 A (HITACHI APPLIANCES INC) 28 April 2011 (2011-04-28) abstract paragraph [[0044]]; figures 2, 3 paragraph [[0052]] - paragraph [[0059]]; figure 5 ----- -/-	1-7



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

26 November 2014

Date of mailing of the international search report

03/12/2014

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

Bergado Colina, J

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/DE2014/200370

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	ANTONINO-DAVIU J ET AL: "Detection of combined faults in induction machines with stator parallel branches through the DWT of the startup current", MECHANICAL SYSTEMS AND SIGNAL PROCESSING, LONDON, GB, vol. 23, no. 7, 1 October 2009 (2009-10-01), pages 2336-2351, XP026157451, ISSN: 0888-3270, DOI: 10.1016/J.YMSSP.2009.02.007 [retrieved on 2009-02-25] abstract "Conclusions"; page 2350 -----	1-7
X	LIANGLIANG HAO ET AL: "Steady-State Calculation and Online Monitoring of Interturn Short Circuit of Field Windings in Synchronous Machines", IEEE TRANSACTIONS ON ENERGY CONVERSION, IEEE SERVICE CENTER, PISCATAWAY, NJ, US, vol. 27, no. 1, 1 March 2012 (2012-03-01), pages 128-138, XP011418673, ISSN: 0885-8969, DOI: 10.1109/TEC.2011.2169264 the whole document -----	1-7
Y	DE 10 2011 083217 A1 (SCHAEFFLER TECHNOLOGIES AG [DE]) 28 March 2013 (2013-03-28) cited in the application abstract page 3, paragraph [0014] page 3, paragraph [0020] - page 5, paragraph [0034]; figures 1, 2 -----	1-7
Y	APSLEY J M ET AL: "Analysis of Multi-Phase Induction Machines with Winding Faults", ELECTRIC MACHINES AND DRIVES, 2005 IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON MAY 15, 2005, PISCATAWAY, NJ, USA, IEEE, 15 May 2005 (2005-05-15), pages 249-255, XP010854449, ISBN: 978-0-7803-8987-8 abstract page 252, right-hand column - page 254, left-hand column; figures 6-9 ----- -/--	1-7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/DE2014/200370

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2011 012999 A (TOSHIBA CORP; TOSHIBA IND PRODUCTS MFG CORP) 20 January 2011 (2011-01-20) paragraph [[0018]] - paragraph [[0019]]; figure 3 paragraph [[0052]] - paragraph [[0064]]; figures 10-12 -----	1-7
Y	US 6 064 172 A (KUZNETSOV STEPHEN B [US]) 16 May 2000 (2000-05-16) the whole document -----	1-7
A	WISNIEWSKI J ET AL: "Control of Axial Flux Permanent Magnet Motor by the PIPCRM method at standstill and at low speed", 2008 13TH INTERNATIONAL POWER ELECTRONICS AND MOTION CONTROL CONFERENCE : [EPE-PEMC 2008] ; POZNAN, POLAND, 1 - 3 SEPTEMBER 2008, IEEE, PISCATAWAY, NJ, USA, 1 September 2008 (2008-09-01), pages 2254-2260, XP031343906, ISBN: 978-1-4244-1741-4 abstract page 2254, right-hand column, last paragraph - page 2255, left-hand column, paragraph 1; figure 3 -----	1-7
A	LI YONGGANG ET AL: "The new method on rotor winding inter turn short-circuit fault measure of turbine generator", ELECTRIC MACHINES AND DRIVES CONFERENCE, 2003. IEMDC'03. IEEE INTERNATIONAL JUNE 1-4, 2003, PISCATAWAY, NJ, USA, IEEE, vol. 3, 1 June 2003 (2003-06-01), pages 1483-1487, XP010644367, ISBN: 978-0-7803-7817-9 the whole document -----	1-7
A	CLAUDIO BRUZZESE: "Eccentricity diagnosis in 2p-Pole alternators through superimposition of four 2(p+-1)-pole virtual machines", POWER ELECTRONICS, DRIVES AND ENERGY SYSTEMS (PEDES), 2012 IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON, IEEE, 16 December 2012 (2012-12-16), pages 1-6, XP032346476, DOI: 10.1109/PEDES.2012.6484419 ISBN: 978-1-4673-4506-4 the whole document ----- -/--	1-7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/DE2014/200370

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2011/009751 A1 (CONTI TEMIC MICROELECTRONIC [DE]; GREIF ANDREAS [DE]; WAGNER BERNHARD) 27 January 2011 (2011-01-27) abstract page 3, line 26 - page 8, line 26; figures 1-3 -----	1-7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/DE2014/200370

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2011187304 A1	04-08-2011	NONE	
JP 2011083396 A	28-04-2011	JP 5409248 B2 JP 2011083396 A	05-02-2014 28-04-2011
DE 102011083217 A1	28-03-2013	NONE	
JP 2011012999 A	20-01-2011	JP 5525768 B2 JP 2011012999 A	18-06-2014 20-01-2011
US 6064172 A	16-05-2000	CA 2308043 A1 GB 2362275 A US 6064172 A	11-11-2001 14-11-2001 16-05-2000
WO 2011009751 A1	27-01-2011	CN 102341263 A DE 102009034595 A1 EP 2384286 A1 US 2012032683 A1 WO 2011009751 A1	01-02-2012 21-04-2011 09-11-2011 09-02-2012 27-01-2011

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. G01R31/34
ADD.

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
G01R

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

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

EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 2011/187304 A1 (ANWAR MOHAMMAD N [US] ET AL) 4. August 2011 (2011-08-04) Zusammenfassung Seite 1, Absatz [0005] - Absatz [0008] Seite 2, Absatz [0015] - Seite 3, Absatz [0031]; Abbildungen 1-3 -----	1-7
X	JP 2011 083396 A (HITACHI APPLIANCES INC) 28. April 2011 (2011-04-28) Zusammenfassung Absatz [[0044]]; Abbildungen 2, 3 Absatz [[0052]] - Absatz [[0059]]; Abbildung 5 ----- -/-	1-7



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

26. November 2014

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

03/12/2014

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

Bergado Colina, J

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	ANTONINO-DAVIU J ET AL: "Detection of combined faults in induction machines with stator parallel branches through the DWT of the startup current", MECHANICAL SYSTEMS AND SIGNAL PROCESSING, LONDON, GB, Bd. 23, Nr. 7, 1. Oktober 2009 (2009-10-01), Seiten 2336-2351, XP026157451, ISSN: 0888-3270, DOI: 10.1016/J.YMSSP.2009.02.007 [gefunden am 2009-02-25] Zusammenfassung "Conclusions"; Seite 2350 -----	1-7
X	LIANGLIANG HAO ET AL: "Steady-State Calculation and Online Monitoring of Interturn Short Circuit of Field Windings in Synchronous Machines", IEEE TRANSACTIONS ON ENERGY CONVERSION, IEEE SERVICE CENTER, PISCATAWAY, NJ, US, Bd. 27, Nr. 1, 1. März 2012 (2012-03-01), Seiten 128-138, XP011418673, ISSN: 0885-8969, DOI: 10.1109/TEC.2011.2169264 das ganze Dokument -----	1-7
Y	DE 10 2011 083217 A1 (SCHAEFFLER TECHNOLOGIES AG [DE]) 28. März 2013 (2013-03-28) in der Anmeldung erwähnt Zusammenfassung Seite 3, Absatz [0014] Seite 3, Absatz [0020] - Seite 5, Absatz [0034]; Abbildungen 1, 2 -----	1-7
Y	APSLEY J M ET AL: "Analysis of Multi-Phase Induction Machines with Winding Faults", ELECTRIC MACHINES AND DRIVES, 2005 IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON MAY 15, 2005, PISCATAWAY, NJ, USA, IEEE, 15. Mai 2005 (2005-05-15), Seiten 249-255, XP010854449, ISBN: 978-0-7803-8987-8 Zusammenfassung Seite 252, rechte Spalte - Seite 254, linke Spalte; Abbildungen 6-9 ----- -/--	1-7

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	JP 2011 012999 A (TOSHIBA CORP; TOSHIBA IND PRODUCTS MFG CORP) 20. Januar 2011 (2011-01-20) Absatz [[0018]] - Absatz [[0019]]; Abbildung 3 Absatz [[0052]] - Absatz [[0064]]; Abbildungen 10-12	1-7
Y	----- US 6 064 172 A (KUZNETSOV STEPHEN B [US]) 16. Mai 2000 (2000-05-16) das ganze Dokument	1-7
A	----- WISNIEWSKI J ET AL: "Control of Axial Flux Permanent Magnet Motor by the PIPCRM method at standstill and at low speed", 2008 13TH INTERNATIONAL POWER ELECTRONICS AND MOTION CONTROL CONFERENCE : [EPE-PEMC 2008] ; POZNAN, POLAND, 1 - 3 SEPTEMBER 2008, IEEE, PISCATAWAY, NJ, USA, 1. September 2008 (2008-09-01), Seiten 2254-2260, XP031343906, ISBN: 978-1-4244-1741-4 Zusammenfassung Seite 2254, rechte Spalte, letzter Absatz - Seite 2255, linke Spalte, Absatz 1; Abbildung 3	1-7
A	----- LI YONGGANG ET AL: "The new method on rotor winding inter turn short-circuit fault measure of turbine generator", ELECTRIC MACHINES AND DRIVES CONFERENCE, 2003. IEMDC'03. IEEE INTERNATIONAL JUNE 1-4, 2003, PISCATAWAY, NJ, USA, IEEE, Bd. 3, 1. Juni 2003 (2003-06-01), Seiten 1483-1487, XP010644367, ISBN: 978-0-7803-7817-9 das ganze Dokument	1-7
A	----- CLAUDIO BRUZZESE: "Eccentricity diagnosis in 2p-Pole alternators through superimposition of four 2(p+-1)-pole virtual machines", POWER ELECTRONICS, DRIVES AND ENERGY SYSTEMS (PEDES), 2012 IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON, IEEE, 16. Dezember 2012 (2012-12-16), Seiten 1-6, XP032346476, DOI: 10.1109/PEDES.2012.6484419 ISBN: 978-1-4673-4506-4 das ganze Dokument ----- -/--	1-7

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	WO 2011/009751 A1 (CONTI TEMIC MICROELECTRONIC [DE]; GREIF ANDREAS [DE]; WAGNER BERNHARD) 27. Januar 2011 (2011-01-27) Zusammenfassung Seite 3, Zeile 26 - Seite 8, Zeile 26; Abbildungen 1-3 -----	1-7

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2014/200370

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2011187304 A1	04-08-2011	KEINE	

JP 2011083396 A	28-04-2011	JP 5409248 B2	05-02-2014
		JP 2011083396 A	28-04-2011

DE 102011083217 A1	28-03-2013	KEINE	

JP 2011012999 A	20-01-2011	JP 5525768 B2	18-06-2014
		JP 2011012999 A	20-01-2011

US 6064172 A	16-05-2000	CA 2308043 A1	11-11-2001
		GB 2362275 A	14-11-2001
		US 6064172 A	16-05-2000

WO 2011009751 A1	27-01-2011	CN 102341263 A	01-02-2012
		DE 102009034595 A1	21-04-2011
		EP 2384286 A1	09-11-2011
		US 2012032683 A1	09-02-2012
		WO 2011009751 A1	27-01-2011
