

(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
16. Mai 2019 (16.05.2019)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2019/091996 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation: *H02P 6/26* (2016.01) *H02P 6/10* (2006.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2018/080395
- (22) Internationales Anmeldedatum: 07. November 2018 (07.11.2018)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität: 10 2017 126 150.8
08. November 2017 (08.11.2017) DE
- (71) Anmelder: **EBM-PAPST MULFINGEN GMBH & CO. KG** [DE/DE]; Bachmühle 2, 74673 Mulfingen (DE).
- (72) Erfinder: **WYSTUP, Ralph**; Brühlsteige 1, 74653 Künzelsau (DE).
- (74) Anwalt: **PETER, Julian**; Staeger & Sperling Partnerschaftsgesellschaft mbB, Sonnenstr. 19, 80331 München (DE).
- (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, 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.

(54) Title: CAPACITANCE REDUCTION

(54) Bezeichnung: KAPAZITÄTSREDUZIERUNG

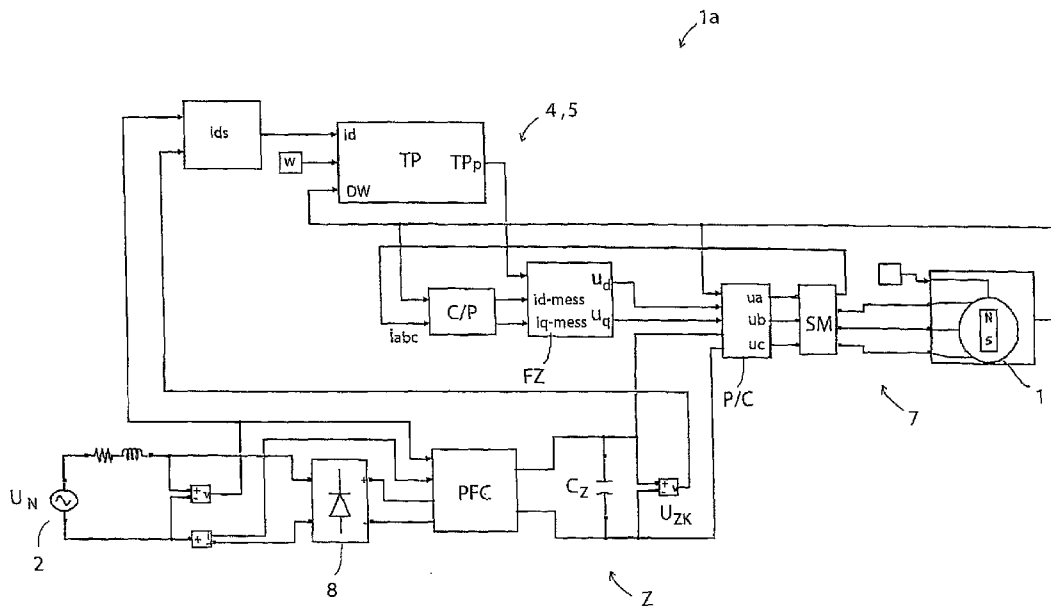


Fig. 1

(57) **Abstract:** The invention relates to a method for reducing the torque ripple and noise evolution in an EC motor (1) with single-phase feed by buffer-storing electrical energy in the EC motor (1), which is embodied with a power factor correction circuit (PFC) having a capacitor (C_z) at the power supply system input (2) for a specific power supply system AC voltage U_N , wherein the capacitance of the capacitor (3) is dimensioned such that when the power supply system AC voltage U_N is applied, a pulsating DC voltage is generated in a link circuit (Z), wherein the pulsating electrical energy generated as a result is stored by means of a primary regulation (4) of the id current component as magnetic energy in the EC motor (1) at least for a predefined time period.

(57) **Zusammenfassung:** Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Reduzierung der Drehmomentwelligkeit und Geräuscentwicklung



WO 2019/091996 A1

(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).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

eines einphasig gespeisten EC-Motors (1) durch die Zwischenspeicherung von elektrischer Energie in dem EC-Motor (1), der mit einer, einen Kondensator (Cz) aufweisenden Leistungsfaktorkorrekturschaltung (PFC) am Netzeingang (2) für eine bestimmte Netzwechselspannung UN ausgebildet ist, wobei die Kapazität des Kondensators (3) so bemessen ist, dass beim Anlegen der Netzwechselspannung UN eine pulsierende Gleichspannung in einem Zwischenkreis (Z) erzeugt wird, wobei die dadurch erzeugte pulsierende elektrische Energie durch eine primäre Regelung (4) des idStromanteils als magnetische Energie im EC-Motor (1) zumindest für eine vorgegebene Zeitspanne gespeichert wird.

Kapazitätsreduzierung

Beschreibung:

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Reduzierung der Drehmomentwelligkeit eines einphasig gespeisten EC-Motors.

Das Schaltungsprinzip der in Ventilatoren meist eingesetzten EC-Motoren ist bekanntermaßen nicht völlig frei von Rückwirkungen auf das Netz. Durch den
5 pulsformigen Aufnahmestrom von EC-Ventilatoren entstehen Stromober-
schwingungen. Diese belasten das Versorgungsnetz und können zu erhöh-

ten Verlusten aufgrund von Blindleistung führen, sogar andere Geräte im Anlagennetz können negativ beeinflusst werden. Ferner führen diese auch zu einer nicht ausreichend konstanten Stromaufnahme und damit Drehmomentwelligkeit der Motoren. Um dies zu verhindern, gibt es diverse, in der Elektronik integrierte Lösungen, wie z. B. die aktive oder passive Leistungsfaktorkorrektur (PFC -Power Factor Correction).

Um bei einphasig-netzgespeisten EC-Motoren einen zeitlich sinusförmigen Verlauf des Netzstromes zu erhalten, wird dafür klassisch eine PFC-Schaltung vorgesehen, welche an ihrem Ausgang ein geglättete Gleichspannung bereitstellt. Bei einer bekannten Methode wird z. B. der pulsförmige Aufnahmestrom der EC-Motoren in einen sinusförmigen Strom umgewandelt und dann in einem nachfolgenden zweiten Schritt die Lage der Stromkurve so verschoben, dass sie gleichphasig zur Spannung ist. Auf diese Weise können z. B. die Oberschwingungsanteile im Eingangsstrom stark reduziert werden.

Um dies zu bewerkstelligen benötigt die PFC-Schaltung einen ausreichend groß bemessenen Elektrolytkondensator im Zwischenkreis. Bei Spannungswiderrichtern werden solche Kondensatoren als Energiespeicher zur Entkopplung des lastseitigen und des netzseitigen Stromrichters eingesetzt. Reduziert man jedoch die Kapazität des Zwischenkreiskondensators oder lässt diesen, wie beim „schlanken Zwischenkreis“ komplett entfallen, erhält man am Ausgang der PFC-Schaltung eine pulsierende Gleichspannung mit überlagerter Wechselspannung, die zu einer Drehmomentwelligkeit führt.

Die EP 0 802 623 A1 offenbart z. B. einen Frequenzumrichter, der mit einer Gleichspannungsquelle versorgt wird und wobei der Umrichter einen Zwischenspeicher zum Speichern von Kommutierungsenergie aufgrund von Umladevorgängen in einzelnen Phasenwicklungen umfasst.

Aus der EP 0 738 035 A2 ist es bekannt, einen Frequenzumrichter ohne

Glättungskondensator auszubilden. Hierbei wird die Energie während der Umladevorgänge in einem Kondensator zwischengespeichert, der zwischen dem geschalteten Minus-Pol des Phasenanschlusses und dem Minus-Pol des Gleichspannungs-Zwischenkreises geschaltet ist. Auch dieser als Zwischenpeicher fungierende Kondensator muss für die gesamte Spannung des Zwischenkreises, die sich aus der Summe des Scheitelwertes der Netzspannung und dem Spannungsanteil einer beim Kommutieren abmagnetisierenden Spule zusammensetzt, dimensioniert sein und kann nicht beliebig verkleinert werden, ohne dass es zu der besagten unerwünschten Welligkeit kommt.

Aus der DE 44 06 546 B4 ist ein Frequenzumrichter zum Betreiben eines Motors bekannt, der einen gleichgerichteten und nahezu vollständig geglätteten Gleichspannungszwischenkreis umfasst. Eine Kombination aus Trafo und Kondensator bildet hier den gemeinsamen Zwischenpeicher für die Energie während der Umladevorgänge. Hierbei wird der Trafo mittels eines weiteren Schalters getaktet, so dass eine optimierte Übertragung der Energie während der Umladevorgänge bereitgestellt wird. Aufgrund des zusätzlichen Übertragers ist der Frequenzumrichter aber recht aufwändig und teuer.

Andere alternative Lösungen sehen zum Beispiel die Nutzung des Stators des EC-Motors als Kondensator (Stator-kondensator) vor oder die Nutzung der Nullinduktivität als Zwischenpeicher.

Da die Glättungskondensatoren kostentreibend sind, ist es aber wünschenswert eine Reduzierung der verbauten Kapazität bei EC-Motoren mit Leistungsfaktorkorrektur (PFC) am Netzeingang zu realisieren. Für die Erzeugung eines konstanten Motordrehmomentes, was für einen geräuscharmen Ventilatorbetrieb zwingend notwendig ist, benötigt man eine konstante Gleichspannung, welche zu einer konstanten Motorleistung und damit bei

konstanter Drehzahl zu einem konstanten Motordrehmoment führt. Die elektrische Leistung ist jedoch bei einer pulsierenden Gleichspannung nur dann konstant, wenn auch der Strom so pulsiert, dass wiederum das Produkt aus Strom und Spannung konstant ist.

- 5 Es ist daher Aufgabe der vorliegenden Erfindung, vorbesagte Nachteile zu überwinden und eine kostengünstige und zuverlässige Lösung für einphasig gespeiste EC-Motoren mit Leistungsfaktorkorrektur (PFC) am Netzeingang bereit zu stellen.

10 Diese Aufgabe wird durch die Merkmalskombination gemäß Anspruch 1 gelöst.

Ein Grundgedanke der vorliegenden Erfindung besteht darin, dass die Speicherung von Energie im Motor und nicht nur oder ausschließlich in einem Elektrolytkondensator erfolgt und zwar durch die gezielte Vorgabe einer dynamischen i_d -Strom-Trajektorie. Dabei kann die Anpassung der Stromaufnahme bei EC-Motoren bei pulsierender Gleichspannung am Wechselrichter-
15 eingang durch die Anpassung des feldbildenden i_d -Stromes erreicht werden.

Erfindungsgemäß wird hierzu ein Verfahren für einen insbesondere einphasig gespeisten EC-Motors vorgesehen, bei dem zur Reduzierung der Drehmomentwelligkeit und Geräuschentwicklung eine Zwischenspeicherung von elektrischer Energie in dem EC-Motor erfolgt, welcher mit einer, einen Kondensator aufweisenden Leistungsfaktorkorrekturschaltung (PFC) am Netzeingang für eine bestimmte Netzwechselspannung U_N ausgebildet ist, wobei die Kapazität des Kondensators so bemessen ist, dass beim Anlegen der Netzwechselspannung U_N eine pulsierende Gleichspannung in einem Zwischen-
20 kreis erzeugt wird, wobei die dadurch erzeugte pulsierende elektrische Energie durch eine primäre Regelung des i_d -Stromanteils als magnetische Energie im EC-Motor zumindest für eine vorgegebene Zeitspanne gespeichert wird.

Anders als bei PFC-Schaltungen mit einem ausreichend groß dimensionierten Zwischenkreiskondensator zum Speichern der (elektrischen) Energie, ist vorliegend der Kondensator bestimmungsgemäß unterdimensioniert, so dass die elektrische Energie anderweitig gespeichert werden muss und zwar, wie
5 erfindungsgemäß vorgeschlagen, im EC-Motor als Feldenergie in den Motorwicklungen. So bewirkt eine Änderung des i_d -Stromes eine Speicherung von magnetischer Energie.

Die durch die Pulsation der Gleichspannung hervorgerufene unerwünschte Pulsation des Motordrehmomentes, infolge von unterdimensionierten Elektro-
10 lytkondensatoren, kann somit durch eine Steuerung des i_d -Stromes erfindungsgemäß ausgeglichen werden. Um den hierzu erforderlichen hochdynamischen Stromverlauf zu realisieren, wird im Zusammenhang mit der Reduzierung der PFC-Kapazitäten, eine Trajektorien gesteuerte flachheitsbasierte nichtlineare Regelung im Zustandsraum verwendet. Die Verwendung dieses
15 Regelungskonzepts ermöglichte es den erforderlichen i_d -Stromverlauf, exakt bzw. gewünscht einzuregeln.

Gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass die Steuerung zur Speicherung der Energie die Anpassung des feldbildenden i_d -Stromanteils umfasst, wobei es weiter von Vorteil ist, wenn zur Steuerung
20 des i_d -Stroms die zuvor genannte Trajektorien gesteuerte flachheitsbasierte nichtlineare Regelung im Zustandsraum verwendet wird.

In einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass die Frequenz der i_d -Strom-Trajektorie der doppelten Netzfrequenz der Netzwechselspannung U_N entspricht und mit der Netzfrequenz synchronisiert
25 wird.

Weiter vorteilhaft ist es, wenn die Amplitude und Phasenlage des i_d -Stroms gegenüber der Netzwechselspannung U_N von einer zweiten, der primären Regelung überlagerten Regelung so eingestellt wird, dass die Pulsation der

im Zwischenkreis erzeugten Gleichspannung reduziert oder (vorzugsweise auf ein Minimum) minimiert wird.

Da es sich bei dem vorgeschlagenen Regelungskonzept um einen Regelung handelt, welche zwei Ausgangsgrößen (Amplitude des id-Stromes und die
5 Phasenlage zur Netzspannung) sowie eine Eingangsgröße (Pulsations-
amplitude) handelt, wird als zusätzliche Regelbedingung gefordert, dass die
Amplitude des id-Stromes möglichst klein zu halten ist, um die Verluste durch
den zusätzlichen id-Strom zu minimieren. Hierzu wird die Amplitude des id-
Stromes bei der Regelung im möglichen Amplituden-Phasenlagen-Regelfeld
10 möglichst klein gewählt wird.

Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, dass die
Amplitude des id-Stroms negativ eingepreßt wird, um durch die dadurch er-
zielte Feldschwächung eine Reduzierung der Eisenverluste im EC-Motor zu
erhalten. In einem besonders günstigen Fall heben sich die zusätzlichen Ver-
15 luste durch den id-Strom mit der Reduzierung der Eisenverluste durch den
id-Strom genau auf und der Vorteil der Reduzierung der Kapazität des Zwi-
schenkreiskondensators geht nicht auf Kosten eines schlechteren Wirkungs-
grades des EC-Motors.

Ein weiterer Aspekt der vorliegenden Erfindung betrifft einen einphasig speis-
20 barer EC-Motor mit einem Zwischenkreis, zur Anwendung des oben genann-
ten Verfahrens, umfassend einen Netzeingang zum Anschluss an wenig-
stens eine bestimmte Netzwechselfspannung U_N , eine netzeingangsseitige
Leistungsfaktorkorrekturschaltung (PFC) mit einem Kondensator, wobei die
Kapazität des Kondensators unterdimensioniert bemessen ist, so dass beim
25 Anlegen einer Netzwechselfspannung U_N eine pulsierende Gleichspannung
 U_{zk} im Zwischenkreis erzeugt wird, ferner umfassend eine primäre Rege-
lungseinrichtung, die ausgebildet ist, zur Regelung des id-Stromanteils der-
art, dass die pulsierende elektrische Energie als magnetische Energie im EC-

Motor zumindest für eine vorgegebene Zeitspanne gespeichert werden kann.

Mit Vorteil ist der EC-Motor so ausgebildet, dass eine zweite Regelung vorgesehen ist, um die Amplitude und Phasenlage des i_d -Stroms gegenüber der Netzwechselfspannung U_N einzustellen.

- 5 In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass die zweite Regelung zur Anpassung der Phasenlage und Amplitude des i_d -Stroms so ausgebildet ist, dass damit die Pulsation einer im Zwischenkreis erzeugten Gleichspannung reduziert oder minimiert wird.

- 10 Andere vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen gekennzeichnet bzw. werden nachstehend zusammen mit der Beschreibung der bevorzugten Ausführung der Erfindung anhand der Figuren näher dargestellt. Es zeigen:

Fig. 1 eine schematische Ansicht eines erfindungsgemäßen EC-Motors und

- 15 Fig. 2 eine Abbildung des Verlaufes des i_d -Stromes über die Zeit.

Im Folgenden wird die Erfindung mit Bezug auf die Figuren 1 und 2 anhand eines exemplarischen Ausführungsbeispiels der Erfindung näher beschrieben.

- 20 In der Fig. 1 wird hierzu eine schematische Ansicht eines EC-Motors 1 für einen Ventilator gezeigt. Der EC-Motor 1 ist mit einer Schaltungsanordnung 1a verbunden, umfassend einen Zwischenkreis Z (bzw. eine Zwischenkreisschaltung Z) zum Erzeugen der Zwischenkreisgleichspannung U_{ZK} , wobei der Zwischenkreis mit einem Zwischenkreiskondensator C_Z ausgebildet ist. Ferner verfügt die Schaltungsanordnung 1a über einen Netzeingang 2 und
25 einen Gleichrichter 8. Die Zwischenkreisschaltung Z ist über eine Kommutie-

5 rungselektronik 7 mit dem EC-Motor 1 verbunden. Die Zwischenkreisschaltung Z besitzt im Nennbetrieb die Nennspannung U_{zk} , die von der Netzeingangsschaltung 2a und dem Gleichrichter 8 erzeugt wird. Vor der Zwischenkreisschaltung Z ist eine Leistungsfaktorkorrekturschaltung (PFC) vorgesehen.

Die Kapazität des Kondensators C_z ist dabei so bemessen, dass beim Anlegen einer Netzwechselspannung U_N eine pulsierende Gleichspannung im Zwischenkreis Z erzeugt wird.

10 Zur Reduzierung der Wechselspannungsanteile in der pulsierenden Gleichspannung ist eine primäre Regelungseinrichtung 4 und eine sekundäre bzw. weitere Regelung 5 ausgebildet, um den Motorstrom zu regeln. Dabei berücksichtigt die Regelung 4 eine id-Sollwertvorgabe i_d -S, eine Solldrehzahl n und eine Trajektorienplanung TP, bei der die Drehzahl-Vorgabe der id-Stromverlauf und der Drehwinkel DW als Parameter verwendet werden. Daraus
15 werden die Trajektorienparameter TPP erzeugt und zu einem flachheitsbasierendem Zustandsregler FZ mit Beobachter übergeben. Der flachheitsbasierendem Zustandsregler FZ mit Beobachter erhält nach einer Clark/Park Transformation C/P in die Größen i_d -Mess und i_q -Mess. Die Spannungsgrößen u_d und u_q werden von dem flachheitsbasierenden Zustandsregler FZ an
20 das Clark-Park-Stellglied P/C übergeben, das zusätzlich die Größen wie Winkelstellung, sowie Plus und Minus der Zwischenkreisspannung U_{zk} verarbeitet, um daraus die Spannungsgrößen u_a , u_b und u_c zu gewinnen. Diese werde mittels einer 3-phasigen Strommessung SM an den Motor übergeben. Die 3-phasigen Strommessung SM übergibt dabei den Stromwert i_{abc} zurück
25 an das C/P Stellglied.

Es erfolgt somit die Regelung des id-Stromanteils derart, dass die pulsierende elektrische Energie als magnetische Energie im EC-Motor 1 zumindest für eine vorgegebene Zeitspanne gespeichert werden kann.

Ferner dient die Regelung 5, um die Amplitude I_A (wie in der Figur 2 dargestellt) und Phasenlage des i_d -Stroms gegenüber der Netzwechselfspannung U_N einzustellen, wobei die erzeugte pulsierende elektrische Energie durch die Regelung des i_d -Stromanteils mittels der primären Regelung 4 als magnetische Energie im EC-Motor 1 gespeichert wird. Die durch die Pulsation der Gleichspannung hervorgerufene unerwünschte Pulsation des Motordrehmomentes, infolge einer bewusst unterdimensionierten Kondensatorkapazität, kann durch die Steuerung 4, 5 des i_d -Stromes ausgeglichen werden. Der dazu benötigte i_d -Stromverlauf ist in der Figur 2 zu sehen, wobei nur negative Stromimpulse erzeugt werden.

* * * * *

Ansprüche

1. Verfahren zur Reduzierung der Drehmomentwelligkeit und Geräuschentwicklung eines einphasig gespeisten EC-Motors (1) mit einer Zwischenspeicherung von elektrischer Energie in dem EC-Motor (1), der mit einer, einen Kondensator (3) aufweisenden Leistungsfaktorkorrekturschaltung (PFC) am Netzeingang (2) für eine bestimmte Netzwech-
5 selspannung U_N ausgebildet ist, wobei die Kapazität des Kondensators (C_z) so bemessen ist, dass beim Anlegen der Netzwechselspannung U_N eine pulsierende Gleichspannung in einem Zwischenkreis (Z) erzeugt wird, wobei die dadurch erzeugte pulsierende elektrische
10 Energie durch eine primäre Regelung (4) des id-Stromanteils als magnetische Energie im EC-Motor (1) zumindest für eine vorgegebene Zeitspanne gespeichert wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuerung (4) zur Speicherung der Energie die Anpassung des feldbildenden id-Stromanteils umfasst.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass zur Steuerung des id-Stroms eine Trajektorien gesteuerte flachheitsbasierte nichtlineare Regelung im Zustandsraum verwendet wird.
- 20 4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Frequenz der id-Strom-Trajektorie der doppelten Netzfrequenz der Netzwechselspannung U_N entspricht und mit der Netzfrequenz synchronisiert wird.
- 25 5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Amplitude und Phasenlage des id-Stroms gegenüber der Netzwechselspannung U_N von einer zweiten, der primären Regelung überlagerten id-Sollwertvorgabe so eingestellt wird,

dass die Pulsation der im Zwischenkreis (Z) erzeugten Gleichspannung reduziert oder minimiert wird.

- 5
6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Amplitude des id-Stromes bei der Regelung im möglichen Amplituden-Phasenlagen-Regelfeld möglichst klein gewählt wird.
7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Amplitude des id-Stroms negativ eingepreßt wird, um durch die dadurch erzielte Feldschwächung eine Reduzierung der Eisenverluste im EC-Motor (1) zu erhalten.
- 10
8. Einphasig speisbarer EC-Motor (1) mit einer Schaltungsanordnung (1a) mit einem Zwischenkreis (Z) umfassend:
- a. einen Netzeingang (2) zum Anschluss an wenigstens eine bestimmte Netzwechselspannung U_N ,
- 15
- b. eine netzeingangsseitige Leistungsfaktorkorrekturschaltung (PFC) mit einem Kondensator (C_z), wobei die Kapazität des Kondensators (C_z) so bemessen ist, dass beim Anlegen einer Netzwechselspannung U_N eine pulsierende Gleichspannung U_{zk} im Zwischenkreis (Z) erzeugt wird,
- 20
- c. eine primäre Regelungseinrichtung (4) umfassend eine Trajektorienplanung (TP) und einen flachheitsbasierenden Zustandsregler (FZ) ausgebildet, zur Regelung des id-Stromanteils derart, dass die pulsierende elektrische Energie als magnetische Energie im EC-Motor (1) zumindest für eine vorgegebene Zeitspanne gespeichert werden kann.
- 25

9. EC-Motor (1) nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass eine zweite Regelung (5) vorgesehen ist, um die Amplitude (I_A) und Phasenlage des id-Stroms gegenüber der Netzwechselfspannung U_N einzustellen.
- 5 10. EC-Motor (1) nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass die zweite Regelung (5) zur Anpassung der Phasenlage und Amplitude des id-Stroms so ausgebildet ist, dass damit die Pulsation einer im Zwischenkreis (Z) erzeugten Gleichspannung reduziert oder minimiert wird.

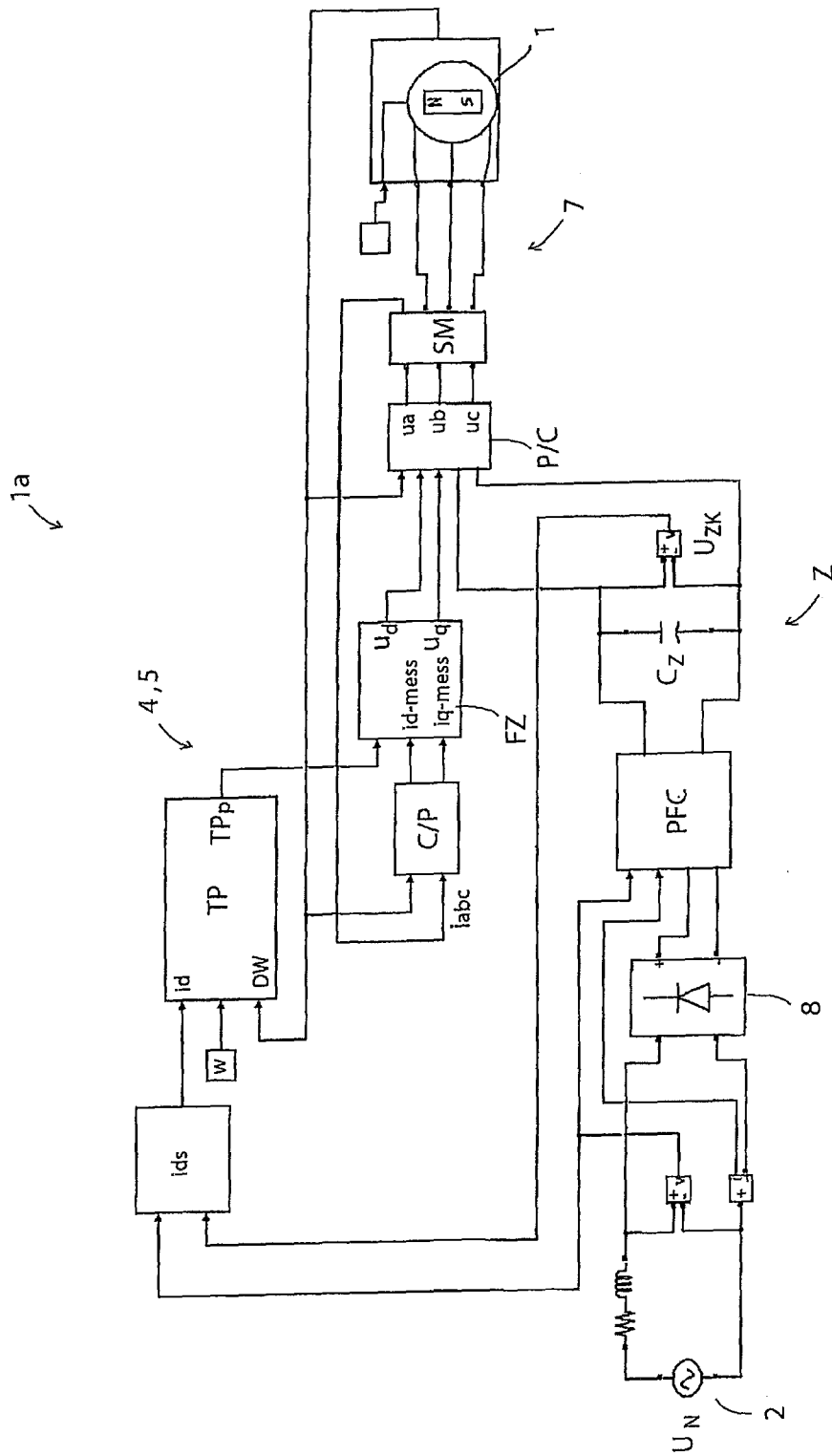


Fig. 1

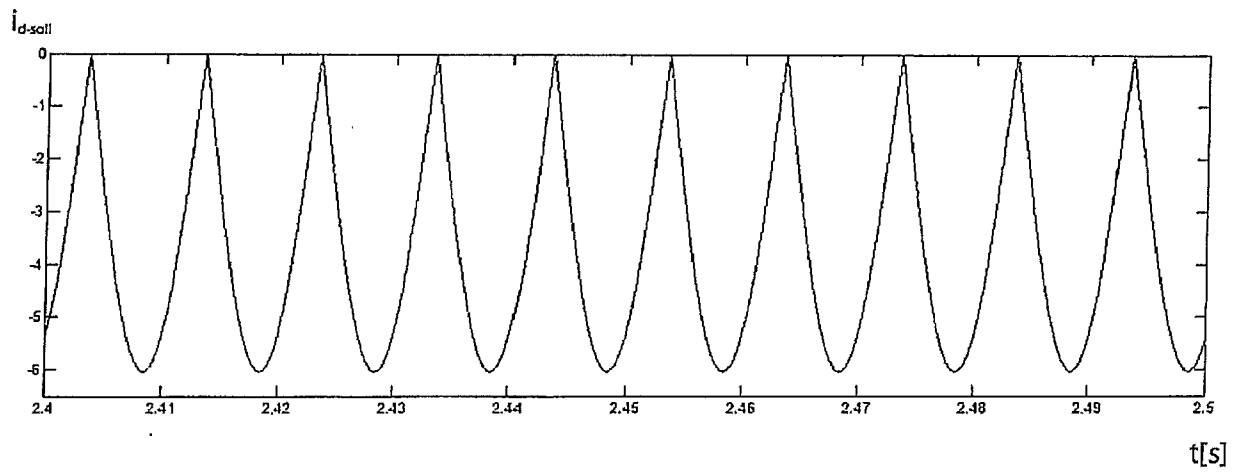


Fig.2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2018/080395

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER <i>H02P 6/26</i> (2016.01)i; <i>H02P 6/10</i> (2006.01)i		
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) 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	EP 2276162 A1 (EBM PAPST MULFINGEN GMBH & CO [DE]) 19 January 2011 (2011-01-19)	1,2,4-7
Y	paragraphs [0017] - [0018], [0024] - [0025], [0029]; figure 1	3,8-10
Y	RALF ROTHFUSS ET AL. "Flachheit: Ein neuer Zugang zur Steuerung und Regelung nichtlinearer Systeme" <i>AUTOMATISIERUNGSTECHNIK - AT.</i> , DE, Vol. 45, No. 11, 01 November 1997 (1997-11-01), DOI: 10.1524/auto.1997.45.11.517 ISSN: 0178-2312, XP055551430 the whole document	3,8-10
A	EP 0977337 A2 (DIEHL AKO STIFTUNG&CO KG) 02 February 2000 (2000-02-02) paragraph [0021] - paragraph [0022]; figures 1,2	1,8
A	DE 102012010092 A1 (SECOB GMBH [DE]) 06 December 2012 (2012-12-06) paragraph [0027] - paragraph [0028]	1-10
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> 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 05 February 2019		Date of mailing of the international search report 12 February 2019
Name and mailing address of the ISA/EP European Patent Office p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk Netherlands Telephone No. (+31-70)340-2040 Facsimile No. (+31-70)340-3016		Authorized officer Schürle, Patrick Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2018/080395

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
EP	2276162	A1	19 January 2011	CN	101958677	A	26 January 2011
				CN	104883100	A	02 September 2015
				DK	2276162	T3	21 January 2013
				EP	2276162	A1	19 January 2011
				ES	2395219	T3	11 February 2013
				US	2011025237	A1	03 February 2011
EP	0977337	A2	02 February 2000	AT	501540	T	15 March 2011
				DE	19834315	A1	03 February 2000
				EP	0977337	A2	02 February 2000
DE	102012010092	A1	06 December 2012	CN	102811020	A	05 December 2012
				DE	102012010092	A1	06 December 2012

<p>A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. H02P6/26 H02P6/10 ADD.</p>		
<p>Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC</p>		
<p>B. RECHERCHIERTE GEBIETE</p>		
<p>Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) H02P</p>		
<p>Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen</p>		
<p>Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe) EPO-Internal, WPI Data</p>		
<p>C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN</p>		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	EP 2 276 162 A1 (EBM PAPST MULFINGEN GMBH & CO [DE]) 19. Januar 2011 (2011-01-19)	1,2,4-7
Y	Absätze [0017] - [0018], [0024] - [0025], [0029]; Abbildung 1	3,8-10
Y	RALF ROTHFUSS ET AL: "Flachheit: Ein neuer Zugang zur Steuerung und Regelung nichtlinearer Systeme", AUTOMATISIERUNGSTECHNIK - AT., Bd. 45, Nr. 11, 1. November 1997 (1997-11-01), XP055551430, DE ISSN: 0178-2312, DOI: 10.1524/auto.1997.45.11.517 das ganze Dokument	3,8-10
	----- -/--	
<p><input checked="" type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie</p>		
<p>* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :</p> <p>"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist</p> <p>"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist</p> <p>"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)</p> <p>"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht</p> <p>"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist</p>		<p>"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</p> <p>"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden</p> <p>"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</p> <p>"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist</p>
<p>Datum des Abschlusses der internationalen Recherche</p> <p>5. Februar 2019</p>		<p>Absendedatum des internationalen Recherchenberichts</p> <p>12/02/2019</p>
<p>Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde</p> <p>Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016</p>		<p>Bevollmächtigter Bediensteter</p> <p>Schürle, Patrick</p>

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	EP 0 977 337 A2 (DIEHL AKO STIFTUNG&CO KG) 2. Februar 2000 (2000-02-02) Absatz [0021] - Absatz [0022]; Abbildungen 1,2	1,8
A	----- DE 10 2012 010092 A1 (SECOP GMBH [DE]) 6. Dezember 2012 (2012-12-06) Absatz [0027] - Absatz [0028] -----	1-10

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2018/080395

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 2276162	A1	19-01-2011	
		CN 101958677 A	26-01-2011
		CN 104883100 A	02-09-2015
		DK 2276162 T3	21-01-2013
		EP 2276162 A1	19-01-2011
		ES 2395219 T3	11-02-2013
		US 2011025237 A1	03-02-2011

EP 0977337	A2	02-02-2000	
		AT 501540 T	15-03-2011
		DE 19834315 A1	03-02-2000
		EP 0977337 A2	02-02-2000

DE 102012010092	A1	06-12-2012	
		CN 102811020 A	05-12-2012
		DE 102012010092 A1	06-12-2012
