

(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
23. Januar 2025 (23.01.2025)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2025/016505 A2

(51) Internationale Patentklassifikation:
H02M 1/00 (2007.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2024/100581

(22) Internationales Anmeldedatum:
28. Juni 2024 (28.06.2024)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2023 119 025.3
19. Juli 2023 (19.07.2023) DE

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

(72) Erfinder: **HUANG, Yilan**; Balger Str. 11b, 76532 Baden-Baden (DE). **LAZO ZAMALLOA, Jose Alexander**; Mooser Straße 30, 77815 Bühl (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, CV, CZ, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, 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, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(54) Title: CONTROL UNIT AND METHOD FOR CONTROLLING OPERATION OF A THREE-PHASE GENERATOR, COMPUTER-PROGRAM PRODUCT, AND POWERTRAIN

(54) Bezeichnung: STEUEREINHEIT UND VERFAHREN ZUM STEUERN EINES BETRIEBS EINER DREHSTROM-MASCHINE, COMPUTERPROGRAMMPRODUKT UND ANTRIEBSSTRANG

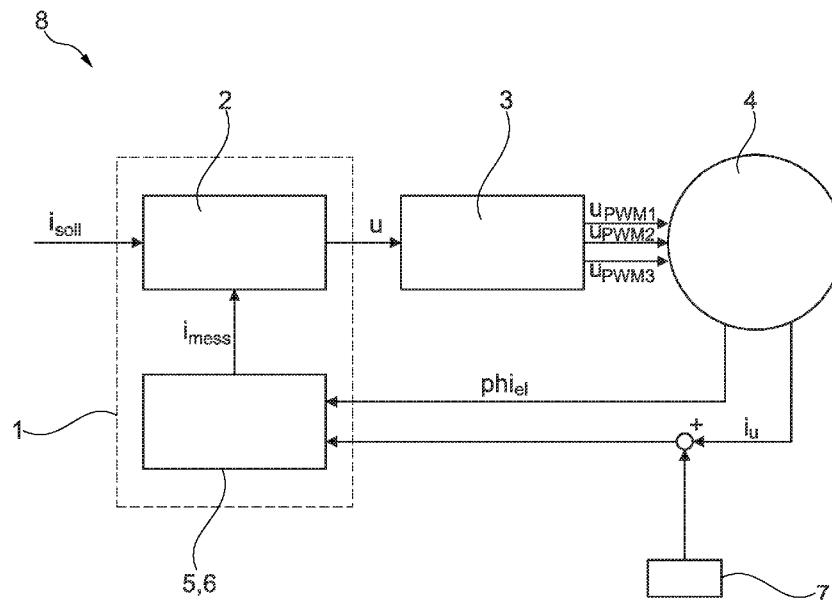


Fig. 1

(57) Abstract: The invention relates to a control unit (1) for controlling operation of a three-phase generator (4) which has a current regulator (2) that is designed to receive a three-phase target signal (i_{soll}) and a three-phase measuring signal (i_{mess}) and to generate and output therefrom a three-phase actuation signal (u) in order to correspondingly control the three-phase generator (4). The control unit (1) comprises a PLL filter (5), which is designed to receive a current value, which has a curve over time (i_u) and a phase angle (ϕ_{el}), from one



WO 2025/016505 A2



(84) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, 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, ME, 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:

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

phase of the three-phase generator (4) and to rotate the current value by a predetermined phase angle in order to obtain the current values of the remaining phases, or current values which each have a curve over time (i_n) and a phase angle (ϕ_{ei}), from two phases of the three-phase generator (4), and to rotate one of the current values or a combined current value combined from the two current values by a predetermined phase angle in order to obtain the current value of the remaining phase, and to output the obtained current values together with the received current value or the obtained current value together with the received current value as the three-phase measurement signal (i_{mess}).

(57) **Zusammenfassung:** Diese Erfindung betrifft eine Steuereinheit (1) zum Steuern eines Betriebs einer Drehstrom-Maschine (4), die einen Stromregler (2) aufweist, der ausgebildet ist, ein Drehstrom-Sollsignal (i_{soll}) und ein Drehstrom-Messsignal (i_{mess}) zu empfangen und daraus ein Drehstrom-Stellsignal (u) zu erzeugen und auszugeben, um die Drehstrom-Maschine (4) entsprechend zu steuern. Die Steuereinheit (1) weist einen PLL-Filter (5) auf, der ausgebildet ist, einen Stromwert, der zeitlichen Verlauf (i_n) und Phasenwinkel (ϕ_{ei}) aufweist, von einer Phase der Drehstrom-Maschine (4) zu empfangen und den Stromwert um vorgegebene Phasenwinkel zu drehen, um die Stromwerte der verbleibenden Phasen zu erhalten, oder Stromwerte, die jeweils zeitlichen Verlauf (i_n) und Phasenwinkel (ϕ_{ei}) aufweisen, von zwei Phasen der Drehstrom-Maschine (4) zu empfangen und einen der Stromwerte oder einen aus den beiden Stromwerten kombinierten Stromwert um einen vorgegebenen Phasenwinkel zu drehen, um den Stromwert der verbleibenden Phase zu erhalten, und die erhaltenen Stromwerte zusammen mit dem empfangenen Stromwert oder den erhaltenen Stromwert zusammen mit den empfangenen Stromwert als das Drehstrom-Messsignal (i_{mess}) auszugeben.

Steuereinheit und Verfahren zum Steuern eines Betriebs einer Drehstrom-Maschine, Computerprogrammprodukt und Antriebsstrang

- 5 Die Erfindung betrifft eine Steuereinheit zum Steuern eines Betriebs einer Drehstrom-Maschine, insbesondere eines Drehstrom-Motors, mit einem Stromregler, der ausgebildet ist, ein Drehstrom-Sollsignal und ein Drehstrom-Messsignal zu empfangen und daraus ein Drehstrom-Stellsignal zu erzeugen und auszugeben, um die Drehstrom-Maschine entsprechend zu steuern. Weiterhin betrifft die Erfindung ein
- 10 Verfahren zum Steuern eines Betriebs einer Drehstrom-Maschine, ein Computerprogrammprodukt und einen Antriebsstrang.

Bei einem feldorientierten Regelverfahren werden Stromwerte der Phasen einer Drehstrom-Maschine erfasst, um die Regelgrößen i_d und i_q durch Clarke- und Park-Transformation zu erhalten. Dabei kann ein Verlust eines Stromwerts von einer oder von zwei Phasen dazu führen, dass die Regelgrößen i_d oder i_q nicht ermittelbar sind. Zudem werden teure Stromsensoren zum Erfassen der Stromwerte benötigt, um die Ströme aller Phasen zu erfassen. Dies führt zu einem hohen Implementierungs- und Regelungsaufwand sowie einem erhöhten Bauraumbedarf.

20

Es ist daher Aufgabe der vorliegenden Erfindung, diese Nachteile des Stands der Technik zu reduzieren oder zumindest zu mindern.

Diese Aufgabe wird durch den Gegenstand mit den Merkmalen gemäß der unabhängigen Ansprüche gelöst. Vorteilhafte Ausführungsformen sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

25

Eine erfindungsgemäße Steuereinheit zum Steuern eines Betriebs einer Drehstrom-Maschine, die insbesondere ein Drehstrom-Motor sein kann, weist einen Stromregler auf, der ausgebildet ist, ein Drehstrom-Sollsignal und ein Drehstrom-Messsignal zu empfangen und daraus ein Drehstrom-Stellsignal zu erzeugen und auszugeben, um die Drehstrom-Maschine entsprechend zu steuern.

30

Die Steuereinheit weist darüber hinaus einen PLL-Filter auf, der ausgebildet ist, einen Stromwert, der zeitlichen Verlauf und Phasenwinkel aufweist, von einer Phase der Drehstrom-Maschine zu empfangen und den Stromwert, d.h. den zeitlichen Verlauf des Stromwerts, um vorgegebene Phasenwinkel zu drehen, um die Stromwerte der verbleibenden Phasen zu erhalten. Der PLL-Filter ist außerdem ausgebildet, die erhaltenen Stromwerte zusammen mit dem empfangenen Stromwert als das Drehstrom-Messsignal auszugeben. Da der PLL-Filter imstande ist, die Stromwerte der beiden anderen Phasen aus dem Stromwert der einen Phase zu ermitteln, ist es ausreichend nur einen Stromsensor vorzusehen. Darüber hinaus kann der PLL-Filter die Stromwerte auch in einem Fall ermitteln, in dem die Stromwerte der beiden anderen Phasen aufgrund von Verlust, z.B. durch Sensorfehler, nicht erfassbar sind. Demzufolge ermöglicht die Steuereinheit eine effiziente und ausfallsichere Steuerung der Drehstrom-Maschine.

Alternativ kann der PLL-Filter ausgebildet sein, Stromwerte, die jeweils zeitlichen Verlauf und Phasenwinkel aufweisen, von zwei Phasen der Drehstrom-Maschine zu empfangen. Der PLL-Filter kann dann ausgebildet sein, einen der Stromwerte um einen vorgegebenen Winkel zu drehen, um den Stromwert der verbleibenden Phase zu erhalten. Ferner kann der PLL-Filter ausgebildet sein, einen aus den beiden Stromwerten kombinierten Stromwert um einen vorgegebenen Phasenwinkel zu drehen, um den Stromwert der verbleibenden Phase zu erhalten. Zum Beispiel kann ein Mittelwert der beiden zeitlichen Verläufe bei Verschiebung auf einen gleichen Phasenwinkel gebildet werden. Der PLL-Filter ist dann so ausgebildet sein, dass er den erhaltenen Stromwerte zusammen mit den empfangenen Stromwert als das Drehstrom-Messsignal ausgibt. Demzufolge kann der Verlust eines Stromwerts auf einfache Weise kompensiert werden. Zudem kann auch hier die Anzahl von Stromsensoren verringert werden.

Bevorzugt können die Stromwerte komplexe Stromwerte sein. Demnach kann eine Drehung und Ermittlung der fehlenden Stromwerte auf einfache Weise durch Drehung eines Effektivwerts der komplexen Stromwerte erfolgen. In diesem Fall kann der PLL-Filter so konfiguriert sein, dass er aus dem empfangenen Stromwert den komplexen Stromwert ermittelt.

Mit Vorteil kann der Stromregler ausgebildet sein, das Drehstrom-Stellsignal in Form eines PWM-Steuersignals, insbesondere als PWM-Tastverhältnis, auszugeben. Demzufolge kann ein Umrichter PWM-Spannungen an die Phasen der Drehstrom-Maschine anlegen.

5

Bevorzugt kann der PLL-Filter ausgebildet sein, den Stromwert um 120° und 240° zu drehen. Alternativ kann der PLL-Filter ausgebildet sein, den einen Stromwert oder den kombinierten Stromwert um 120° oder 240° zu drehen. Demzufolge kann der fehlende Stromwert oder können die fehlenden Stromwerte auf einfache Weise erhalten werden.

10

Der erfasste Stromwert oder die erfassten Stromwerte können einen Rauschsignal-Anteil aufweisen. Der PLL-Filter kann dann vorteilhafterweise ausgebildet sein, den Rauschsignal-Anteil aus dem Stromwert oder den Stromwerten herauszufiltern.

15

Folglich wird der Rauschsignal-Anteil nicht gedreht, so dass die erhaltenen Stromwerte oder der erhaltene Stromwert frei von dem Rauschsignal-Anteil sind.

Ein erfindungsgemäßes Verfahren zum Steuern eines Betriebs einer Drehstrom-Maschine, die insbesondere ein Drehstrom-Motor sein kann, weist die folgenden

20

Schritte auf: Empfangen eines Drehstrom-Sollsignals und Empfangen eines Drehstrom-Messsignals; Erzeugen eines Drehstrom-Stellsignals aus dem Drehstrom-Sollsignal und dem Drehstrom-Messsignal; und Ausgeben des Drehstrom-Stellsignals.

25

Darüber hinaus weist das Verfahren vor dem Schritt zum Empfangen des Drehstrom-Messsignals ferner die folgenden Schritte auf: Empfangen eines Stromwerts, der zeitlichen Verlauf und Phasenwinkel aufweist, von einer Phase der Drehstrom-Maschine und Drehen des Stromwerts um vorgegebene Phasenwinkel, um die Stromwerte der verbleibenden Phasen zu erhalten; und Ausgeben der erhaltenen Stromwerte zusammen mit dem empfangenen Stromwert als das Drehstrom-Messsignal. Demzufolge ist es ausreichend nur einen Stromwert einer Phase der Drehstrom-Maschine zu erfassen und die Stromwerte der verbleibenden Phasen werden dann aus dem empfangenen Stromwert erzeugt. Demzufolge wird eine effiziente und ausfallsichere Steuerung bzw. Regelung der Drehstrom-Maschine erreicht.

30

Alternativ weist das Verfahren vor dem Schritt zum Empfangen des Drehstrom-Messsignals ferner die folgenden Schritte auf: Empfangen von Stromwerten, die jeweils zeitlichen Verlauf und Phasenwinkel aufweisen, von zwei Phasen der Drehstrom-Maschine und Drehen eines der Stromwerte oder eines aus den Stromwerten kombinierten Stromwerts um einen vorgegebenen Phasenwinkel, um den Stromwert der verbleibenden Phase zu erhalten; und Ausgeben des erhaltenen Stromwerts zusammen mit den empfangenen Stromwerten als das Drehstrom-Messsignal. Demzufolge kann der Verlust eines Stromwerts auf einfache Weise kompensiert werden.

Bevorzugt wird das Verfahren wiederholt durchgeführt. Demzufolge kann eine kontinuierliche Bereitstellung des Drehstrom-Messsignals gewährleistet werden.

Mit Vorteil kann das Drehstrom-Stellsignal in Form eines PWM-Steuersignals, insbesondere als PWM-Tastverhältnis, ausgegeben werden. Demzufolge kann ein Umrichter entsprechend PWM-Spannungen an die Phasen der Drehstrom-Maschine anlegen.

Bevorzugt kann der empfangene Stromwert um 120° und 240° gedreht werden. Alternativ kann der eine Stromwert oder der aus den Stromwerten kombinierte Stromwert um 120° oder 240° gedreht werden. Demzufolge kann der fehlende Stromwert oder können die fehlenden Stromwerte auf einfache Weise erhalten werden.

Der erfasste Stromwert oder die erfassten Stromwerte können einen Rauschsignal-Anteil aufweisen. Das Verfahren kann dann vor dem Schritt zum Drehen einen Schritt zum Filtern des Rauschsignal-Anteils aus dem Stromwert oder den Stromwerten aufweisen. Folglich wird der Rauschsignal-Anteil nicht gedreht, so dass die erhaltenen Stromwerte oder der erhaltene Stromwert frei von dem Rauschsignal-Anteil sind.

Ein erfindungsgemäßes Computerprogrammprodukt umfasst Befehle, die bei der Ausführung des Programms durch einen Computer diesen veranlassen, die Schritte

des erfindungsgemäßen Verfahrens durchzuführen. Der Computer ist somit auf einfache Weise als die erfindungsgemäße Steuereinheit konfigurierbar.

Das erfindungsgemäße Computerprogrammprodukt kann dabei auf einem computerlesbaren Speichermedium gespeichert sein. Demzufolge kann das Programm auf einfache Weise durch den Computer ausgeführt werden.

Ein erfindungsgemäßer Antriebsstrang weist eine Drehstrom-Maschine, einen Umrichter, der ausgebildet ist, die Drehstrom-Maschine entsprechend einem Drehstrom-Stellsignal zu betreiben, und einen Stromsensor, der ausgebildet ist, einen Stromwert, der zeitlichen Verlauf und Phasenwinkel aufweist, von einer Phase der Drehstrom-Maschine zu erfassen, auf. Alternativ weist der Antriebsstrang zwei Stromsensoren, die ausgebildet sind, Stromwerte, die jeweils zeitlichen Verlauf und Phasenwinkel aufweisen, von zwei Phasen der Drehstrom-Maschine zu erfassen, auf. Ferner weist der Antriebsstrang die erfindungsgemäße Steuereinheit auf. Demzufolge kann der Verlust eines Stromwerts bzw. von zwei Stromwerten auf einfache Weise kompensiert werden. Zudem kann die Anzahl von Stromsensoren verringert werden.

Die Erfindung wird nachfolgend unter Bezugnahme auf die Figur näher erläutert:

Fig.1 zeigt ein schematisches Ersatzschaltbild eines erfindungsgemäßen Antriebsstrangs.

Die Figur ist lediglich schematischer Natur und dient ausschließlich dem Verständnis der Erfindung. Die gleichen Elemente sind mit denselben Bezugszeichen versehen.

Fig. 1 zeigt ein schematisches Ersatzschaltbild eines erfindungsgemäßen Antriebsstrangs 8. Der Antriebsstrang 8 umfasst eine Steuereinheit 1, die ausgebildet ist, einen Betrieb einer Drehstrom-Maschine 4, insbesondere eines Drehstrom-Motors, zu steuern. Die Steuereinheit 1 umfasst dazu einen Stromregler 2, der ausgebildet ist, ein Drehstrom-Sollsignal i_{Soll} und ein Drehstrom-Messsignal i_{Mess} zu empfangen und daraus ein Drehstrom-Stellsignal u zu erzeugen. Anschließend gibt der Stromregler

2, d.h. die Steuereinheit 1, das Drehstrom-Stellsignal u an einen Umrichter 3 aus. Das Drehstrom-Stellsignal u ist bevorzugt ein PWM-Steuersignal, insbesondere ein PWM-Tastverhältnis. Der Umrichter 3 legt dann PWM-Spannungen u_{pwm1} , u_{pwm2} und u_{pwm3} entsprechend dem PWM-Steuersignal an die Statorwicklungen der Drehstrom-Maschine 4 an.

Gemäß einer Ausführungsform der Erfindung ist ein Phasendreher 6 des PLL-Filters 5 ausgebildet, einen Stromwert von einer Phase der Drehstrom-Maschine 4 zu empfangen. Wie in Fig. 1 gezeigt, setzt sich der Stromwert aus einem zeitlichen Verlauf i_u und einem Phasenwinkel ϕ_{el} zusammen. Nach dem Empfang wird der Stromwert, d.h. der zeitlichen Verlauf i_u des Stromwerts, um vorgegebene Phasenwinkel, d.h. einen ersten vorgegebenen Phasenwinkel und einen zweiten vorgegebenen Phasenwinkel, durch den Phasendreher 6 des PLL-Filters 5 gedreht, um die Stromwerte der verbleibenden beiden Phasen der Drehstrom-Maschine 4 zu erhalten. Insbesondere werden zu dem Phasenwinkel ϕ_{el} des empfangenen Stromwerts 120° und 240° addiert, um die Phasenwinkel der Stromwerte der beiden anderen Phasen der Drehstrom-Maschine 4 zu erhalten. Anschließend gibt der PLL-Filter 5 die durch Drehung erhaltenen Stromwerte der beiden verbleibenden Phasen zusammen mit dem empfangenen Stromwert als das Drehstrom-Messsignal i_{mess} an den Stromregler 2 aus.

Dem erfassten Stromwert, d.h. des zeitlichen Verlaufs des Stromwerts, kann, wie in Fig. 1 gezeigt, ein Rauschsignal-Anteil 7 überlagert sein. Der PLL-Filter 5 kann dann so ausgebildet sein, dass er den Rauschsignal-Anteil 7 aus dem Stromwert, d.h. des zeitlichen Verlaufs, herausfiltert.

Es ist anzumerken, dass der PLL-Filter 5 auch ausgebildet sein kann, dass er einen komplexen Strom aus dem empfangenen Stromwert berechnet und anschließend einen Effektivwert des komplexen Stroms um die vorgegebenen Phasenwinkel dreht.

Der Stromregler 2 ist dann, wie bereits erwähnt, imstande, aus dem empfangenen Drehstrom-Messignal i_{Mess} das Drehstrom-Stellsignal u unter Verwendung eines bekannten feldorientierten Regelverfahrens bzw. Vektorregelverfahrens zu ermitteln und auszugeben.

5

Gemäß einer zweiten Ausführungsform der Erfindung ist der Phasendreher 6 des PLL-Filters 5 ausgebildet, Stromwerte von zwei Phasen der Drehstrom-Maschine 4 zu empfangen. Die Stromwerte setzen sich dabei erneut aus zeitlichem Verlauf und Phasenwinkel zusammen.

10

Der PLL-Filter 5 kann dann so konfiguriert sein, dass er nur einen der beiden Stromwerte um einen vorgegebenen Phasenwinkel dreht. Entsprechend des ausgewählten Stromwerts und dessen Phasenverschiebung zu dem anderen empfangenen Stromwert kann der vorgegebene Phasenwinkel, um den der zeitliche Verlauf des ausgewählten Stromwerts gedreht wird, 120° oder 240° sein.

15

Alternativ kann der PLL-Filter 5 auch so konfiguriert sein, dass er aus den beiden Stromwerten einen kombinierten Stromwert berechnet und diesen kombinierten Stromwert um einen vorgegebenen Winkel dreht. Beispielsweise kann ein Stromwert um die Phasendifferenz zwischen den beiden empfangenen Stromwerten gedreht werden. Das heißt, die beiden Stromwerte werden phasenmäßig überlagert. Anschließend kann ein Mittelwert zwischen den beiden Stromwerten, d.h. den zeitlichen Verläufen der beiden Stromwerte, gebildet werden, um den kombinierten Stromwert zu erhalten. Der kombinierte Stromwert wird dann um den vorgegebenen Winkel gedreht um den Stromwert der verbleibenden Phase zu erhalten.

20

25

Die vorliegende Erfindung ermöglicht somit die Reduzierung der Anzahl an Stromsensoren sowie die Steuerung einer Drehstrom-Maschine bei Verlust eines Stromwerts einer Phase bzw. bei Verlust von Stromwerten von zwei Phasen.

30

Bezugszeichenliste

	1	Steuereinheit
5	2	Stromregler
	3	Umrichter
	4	Drehstrom-Maschine
	5	PLL-Filter
	6	Phasendreher
10	7	Rauschsignal-Anteil
	8	Antriebsstrang

Ansprüche

1. Steuereinheit (1) zum Steuern eines Betriebs einer Drehstrom-Maschine (4), insbesondere eines Drehstrom-Motors, mit:
5 einem Stromregler (2), der ausgebildet ist, ein Drehstrom-Sollsignal (i_{Soll}) und ein Drehstrom-Messsignal (i_{mess}) zu empfangen und daraus ein Drehstrom-Stellsignal (u) zu erzeugen und auszugeben, um die Drehstrom-Maschine (4) entsprechend zu steuern, gekennzeichnet durch
10 einen PLL-Filter (5), der ausgebildet ist, einen Stromwert, der zeitlichen Verlauf (i_u) und Phasenwinkel ($\phi_{i_{el}}$) aufweist, von einer Phase der Drehstrom-Maschine (4) zu empfangen und den Stromwert um vorgegebene Phasenwinkel zu drehen, um die Stromwerte der verbleibenden Phasen zu erhalten, oder
15 Stromwerte, die jeweils zeitlichen Verlauf (i_u) und Phasenwinkel ($\phi_{i_{el}}$) aufweisen, von zwei Phasen der Drehstrom-Maschine (4) zu empfangen und einen der Stromwerte oder einen aus den beiden Stromwerten kombinierten Stromwert um einen vorgegebenen Phasenwinkel zu drehen, um den Stromwert der verbleibenden Phase zu erhalten, und
20 die erhaltenen Stromwerte zusammen mit dem empfangenen Stromwert oder den erhaltenen Stromwert zusammen mit den empfangenen Stromwerten als das Drehstrom-Messsignal (i_{mess}) auszugeben.
2. Steuereinheit (1) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der
25 Stromregler (2) ausgebildet ist, das Drehstrom-Stellsignal (u) in Form eines PWM-Steuersignals auszugeben.
3. Steuereinheit (1) nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass
30 der PLL-Filter (5) ausgebildet ist, den Stromwert um 120° und 240° zu drehen, oder den einen Stromwert oder den kombinierten Stromwert um 120° oder 240° zu drehen.
4. Steuereinheit (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Stromwert oder die Stromwerte einen Rauschsignal-

Anteil (7) aufweisen und der PLL-Filter (5) ausgebildet ist, den Rauschsignal-Anteil (7) aus dem Stromwert oder den Stromwerten herauszufiltern.

5. Verfahren zum Steuern eines Betriebs einer Drehstrom-Maschine (4) mit den folgenden Schritten:

Empfangen eines Drehstrom-Sollsignals (i_{soll}) und Empfangen eines Drehstrom-Messsignals (i_{mess});

Erzeugen eines Drehstrom-Stellsignals (u) aus dem Drehstrom-Sollsignal (i_{soll}) und dem Drehstrom-Messsignal (i_{mess}); und

Ausgeben des Drehstrom-Stellsignals (u)

dadurch gekennzeichnet, dass das Verfahren vor dem Schritt zum Empfangen des Drehstrom-Messsignals (i_{mess}) ferner aufweist:

Empfangen eines Stromwerts, der zeitlichen Verlauf (i_u) und Phasenwinkel (ϕ_{el}) aufweist, von einer Phase der Drehstrom-Maschine (4) und Dre-

hen des Stromwerts um vorgegebene Phasenwinkel, um die Stromwerte der verbleibenden Phasen zu erhalten, oder

Empfangen von Stromwerten, die jeweils zeitlichen Verlauf (i_u) und Phasenwinkel (ϕ_{el}) aufweisen, von zwei Phasen der Drehstrom-Maschine

(4) und Drehen eines der beiden Stromwerte oder eines aus den beiden Stromwerten kombinierten Stromwerts um einen vorgegebenen Phasen-

winkel, um den Stromwert der verbleibenden Phase zu erhalten, und

Ausgeben der erhaltenen Stromwerte zusammen mit dem empfangenen Stromwert oder des erhaltenen Stromwerts zusammen mit den empfangenen Stromwerten als das Drehstrom-Messsignal (i_{mess}).

6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass das Verfahren wiederholt durchgeführt wird.

7. Verfahren nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, dass das Drehstrom-Stellsignal (u) in Form eines PWM-Steuersignals ausgegeben wird.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass der empfangene Stromwert um 120° und 240° gedreht wird, oder

der einen Stromwert oder der aus den beiden Stromwerten kombinierte Stromwert um 120° oder 240° gedreht wird.

- 5 9. Computerprogrammprodukt, umfassend Befehle, die bei der Ausführung des Programms durch einen Computer diesen veranlassen, die Schritte des Verfahrens nach einem der Ansprüche 5 bis 8 auszuführen.
- 10 10. Antriebsstrang (8) mit:
einer Drehstrom-Maschine (4),
einem Umrichter (3), der ausgebildet ist, die Drehstrom-Maschine (4) entsprechend einem Drehstrom-Stellsignal zu betreiben, und
einem Stromsensor, der ausgebildet ist, einen Stromwert, der zeitlichen Verlauf (i_U) und Phasenwinkel (ϕ_{el}) aufweist, von einer Phase der Drehstrom-Maschine (4) zu erfassen, oder
15 zwei Stromsensoren, die ausgebildet sind, Stromwerte, die jeweils zeitlichen Verlauf (i_U) und Phasenwinkel (ϕ_{el}) aufweisen, von zwei Phasen der Drehstrom-Maschine (4) zu erfassen,
gekennzeichnet durch
die Steuereinheit (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 4.

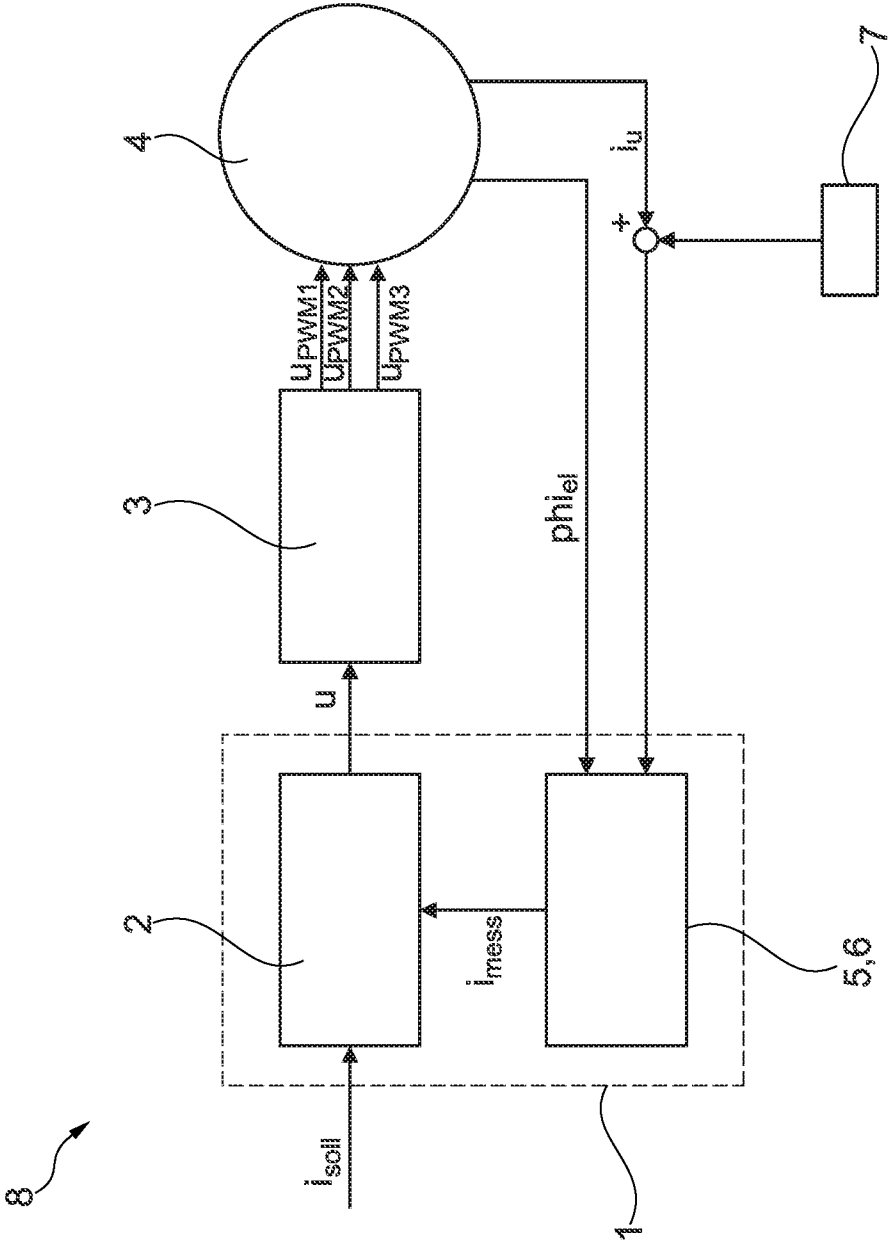


Fig. 1