

(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
1. November 2012 (01.11.2012)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2012/146421 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation:
H02M 7/48 (2007.01) *H02P 27/08* (2006.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2012/053540
- (22) Internationales Anmeldedatum:
1. März 2012 (01.03.2012)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
102011017705.1 28. April 2011 (28.04.2011) DE
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **ZF FRIEDRICHSHAFEN AG** [DE/DE]; 88038 Friedrichshafen (DE).
- (72) Erfinder; und
- (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **LAMSAHEL, Hassan** [DE/DE]; Freiligrathstraße 8, 88045 Friedrichshafen (DE).
- (81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY,

BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

(54) Title: METHOD FOR OPERATING AN INDUCTION MACHINE

(54) Bezeichnung : VERFAHREN ZUM BETRIEB EINER DREHFELDMASCHINE

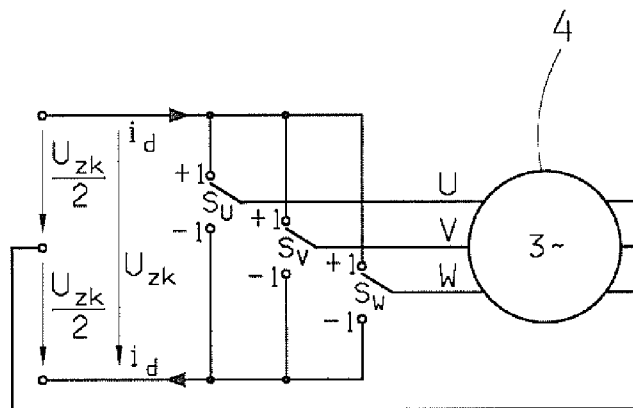


Fig. 2

(57) Abstract: The invention relates to a method for operating an induction machine (4) at an inverter (1) by means of voltage vectors to be respectively adjusted at the induction machine (4), wherein the amounts of the phase currents (I_{S1} , I_{S2} , I_{S3}) are determined at the induction machine (4) during a respective PWM period, wherein in dependence on the phase current amounts determined during a respective PWM period, a power switch (T1...T6) of the inverter (1) is connected through over an entire PWM period duration of the subsequent PWM period.

(57) Zusammenfassung: Verfahren zum Betrieb einer Drehfeldmaschine (4) an einem Wechselrichter (1) mittels

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



jeweils an der Drehfeldmaschine (4) einzustellender Spannungsvektoren, wobei während einer jeweiligen PWM-Periode die Beträge der Phasenströme (I_{S1} , I_{S2} , I_{S3}) an der Drehfeldmaschine (4) ermittelt werden, wobei in Abhängigkeit der während einer jeweiligen PWM-Periode ermittelten Phasenstrombeträge ein Leistungsschalter (T1...T6) des Wechselrichters (1) über eine gesamte PWM-Periodendauer der nachfolgenden PWM-Periode durchgeschaltet wird.

Verfahren zum Betrieb einer Drehfeldmaschine

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betrieb einer Drehfeldmaschine gemäß dem Oberbegriff von Anspruch 1.

Bei Drehfeldmaschinen (PSM, ASM, etc.), die in unterschiedlichen Anwendungen wie z.B. Hybridkraftfahrzeugen, Servoantrieben, Werkzeugmaschinen und weiteren Anwendungen eingesetzt sind, werden in der Regel Spannungszwischenkreis-Wechselrichter für die Erzeugung der Stellgrößen, i.e. Spannungen verwendet. Zur Einstellung der gewünschten Spannungen am Ausgang des Wechselrichters wird als Modulationsverfahren zumeist das Unterschwingungsverfahren Pulsweitenmodulation (PWM) bzw. die Raumzeigermodulation verwendet.

Die generierten PWM-Werte aus der Regelung oder der Steuerung zur Erzeugung eines bestimmten Spannungsvektors ändern sich mit der gewünschten Spannungsfrequenz und einer Amplitude. Die Größe der Amplitude ist ein Maß für die Länge des gestellten Spannungsvektors an dem Wechselrichter.

Durch das Schalten der Halbleiter-Schalter, z.B. MOSFETs oder IGBTs, im Wechselrichter entstehen Schaltverluste durch den nicht idealen Wechsel zwischen dem oberen und dem unteren Halbleiterschalter in einer Phase. Die Halbleiter benötigen eine gewisse Zeit bis sie ihre Ladungen auf- und abbauen.

Die Schalterverluste bilden sich aus dem Produkt der anliegenden Spannung an dem Halbleiter-Schalter und des durch ihn fließenden Stromes. Die Spannung ist durch die Zwischenkreisspannung an dem Zwischenkreiskondensator bestimmt. Sie ist in der Regel konstant. Das heißt, je größer der Strom in eine Phase ist, desto größer sind die Schaltverluste am Halbleiter in dieser Phase. Die Schaltverluste sind daher am größten bei dem Schalter, der den größten Strom führt.

Ausgehend hiervon liegt der vorliegenden Erfindung die Aufgabe zugrunde, vorstehend geschilderte Nachteile des Standes der Technik zu überwinden und ein Verfahren, insbesondere ein Modulationsverfahren, zum Betrieb einer Drehfeldma-

maschine vorzuschlagen, bei welchem die Drehfeldmaschine mit verringerten Schaltverlusten betreibbar ist.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die Merkmale des Anspruchs 1 gelöst. Vorteilhafte Ausführungsformen und Weiterbildungen sind Gegenstand der Unteransprüche.

Vorgeschlagen wird erfindungsgemäß ein Verfahren zum Betrieb einer Drehfeldmaschine an einem Wechselrichter, insbesondere einem Spannungszwischenkreis-Wechselrichter. Ein solcher weist netzseitig einen Spannungszwischenkreis auf, welcher vorzugsweise mittels eines Zwischenkreis-Kondensators gebildet ist. Des Weiteren weist der Wechselrichter Leistungsschalter auf, z.B. MOSFETs oder IGBTs, welche in Halbbrücken einer Wechselrichter-Brückenschaltung als High-Side-Leistungsschalter oder Low-Side-Leistungsschalter angeordnet sind. Vorzugsweise ist der Wechselrichter mittels einer B6-Brückenschaltung gebildet, welche von einer Treiberstufe insbesondere des Wechselrichters ansteuerbar ist.

Zum Betrieb einer Drehfeldmaschine an dem Wechselrichter ist vorgesehen, an der Drehfeldmaschine Spannungsvektoren mittels des Wechselrichters durch geeignete Schaltstellungen der Leistungsschalter desselben einzustellen, insbesondere je einen Spannungsvektor - vorzugsweise einen Raumzeigermodulations-Spannungsvektor - während je einer PWM-Periode.

Der Wechselrichter ist hierbei mittels PWM-Vorgabewerten für die jeweiligen PWM-Perioden betreibbar, welche standardmäßig von einer Regelung oder einer Steuerung für die Ansteuerung der Phasen U, V, W der mit dem Wechselrichter verbundenen Drehfeldmaschine bzw. zur Einstellung des Spannungsvektors an der Drehfeldmaschine je PWM-Periode erneut zur Verfügung gestellt werden, i.e. einer Treiberstufe des Wechselrichters als Eingangsgröße zugeführt werden. Diese kann hiernach die Leistungsschalter des Wechselrichters, entsprechend den PWM-Vorgabewerten, welche Tastverhältnisse für eine Raumzeigermodulation ausdrücken, schalten und somit basierend auf den PWM-Vorgabewerten einen Spannungs-

vektor einstellen. Vorgesehen sind hierbei diskrete PWM-Vorgabewerte für je eine Phase U, V, W.

Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren zum Betrieb der Drehfeldmaschine wird nunmehr zur Reduktion der Schaltverluste im Wechselrichter vorgeschlagen, einen Leistungsschalter des Wechselrichters, insbesondere genau einen, in Abhängigkeit der während einer jeweiligen PWM-Periode ermittelten Phasenstrombeträge über die gesamte PWM-Periodendauer der nachfolgenden PWM-Periode durchzuschalten. Somit können dessen Schaltverluste in der nachfolgenden PWM-Periode vorteilhaft entfallen. Vorteilhaft wird hierbei ein Schalter durchgeschaltet, welcher einen betragsmäßig hohen Strom zu führen hat.

Zur Ermittlung der Phasenstrombeträge während einer jeweiligen PWM-Periode können vorzugsweise Stromsensoren genutzt werden, welche den Phasen U, V, W zugeordnet sind und den Betrag eines Phasenstroms einer Phase korrespondierend mit einer Amplitude desselben ausgeben können. Hierzu können alle drei Phasenstrombeträge direkt durch drei Stromsensoren gemessen werden oder nur zwei der Phasenstrombeträge durch zwei Stromsensoren, wobei der dritte Phasenstrombetrag dann anhand der 1. Kirchhoffschen Regel berechnet wird.

Hierbei ist im Rahmen der vorliegenden Erfindung vorgesehen, dass je PWM-Periode PWM-Vorgabewerte, insbesondere je drei PWM-Vorgabewerte bzw. je ein PWM-Vorgabewert für je eine Phase U, V, W, für die nachfolgende PWM-Periode in Abhängigkeit der ermittelten Phasenstrombeträge modifiziert werden, wobei mittels einem der derart modifizierten PWM-Vorgabewerte ein Leistungsschalter des Wechselrichters über eine gesamte PWM-Periodendauer der nachfolgenden PWM-Periode durchgeschaltet wird.

Insbesondere werden je PWM-Periode modifizierte PWM-Vorgabewerte für die nachfolgende PWM-Periode für sämtliche Phasen U, V, W ermittelt, mittels derer die Leistungsschalter des Wechselrichters in der nachfolgenden PWM-Periode betrieben werden. Mittels jeweiliger modifizierter PWM-Vorgabewerte für eine PWM-Periode

wird insofern ein jeweils beabsichtigter, ursprünglich mittels der PWM-Vorgabewerte vorgegebener Spannungsvektor verzerrungsfrei und verlustarm eingestellt.

Insbesondere werden in einer jeweiligen PWM-Periode die PWM-Vorgabewerte für die jeweiligen Phasen U, V, W der Drehfeldmaschine verglichen und ein größter, ein kleinster und ein zwischen dem größten und dem kleinsten PWM-Vorgabewert liegender und insofern mittlerer PWM-Vorgabewert ermittelt.

Nachfolgend wird zunächst der Betrag des Phasenstroms der Phase, für welche der größte ermittelte PWM-Vorgabewert vorgegeben ist, mit dem Betrag des Phasenstroms der Phase, für welche der kleinste ermittelte PWM-Vorgabewert vorgegeben ist, verglichen. Somit wird es ermöglicht, einen PWM-Vorgabewert für eine Modifizierung zu identifizieren, welcher einerseits bereits eine lange Durchschaltzeit für einen Schalter vorgibt und andererseits mit einer Phase aktuell hohen Stroms korrespondiert - also für ein Durchschalten über eine gesamte Periodendauer bei nur geringem Modifikationsbedarf und gleichzeitig vermiedener hoher Schaltverluste besonders geeignet ist.

Hierzu wird das Ergebnis des Vergleichs herangezogen. In Abhängigkeit des Vergleichsergebnisses wird - falls das Vergleichsergebnis ergibt, dass der Betrag des Phasenstroms der Phase mit dem größten PWM-Vorgabewert größer ist als der Betrag des Phasenstroms der Phase mit dem kleinsten PWM-Vorgabewert - der High-Side-Schalter des Wechselrichters für die Phase, für welche der größte ermittelte PWM-Vorgabewert ermittelt wurde, mit einem ersten ermittelten und modifizierten größten PWM-Vorgabewert in der nachfolgenden PWM-Periode durchgeschaltet und ein erster modifizierter kleinster und ein erster modifizierter mittlerer PWM-Vorgabewert für die nachfolgende PWM-Periode ermittelt und je an den Wechselrichter zur Einstellung des Spannungsvektors ausgegeben.

Andernfalls wird der Low-Side-Schalter des Wechselrichters für die Phase, für welche der kleinste PWM-Vorgabewert ermittelt wurde, mit einem zweiten ermittelten und modifizierten größten PWM-Vorgabewert in der nachfolgenden PWM-Periode durchgeschaltet und ein zweiter modifizierter mittlerer und ein zweiter modifizierter

größter PWM-Vorgabewert für die nachfolgende PWM-Periode ermittelt und je an den Wechselrichter zur Einstellung des Spannungsvektors ausgegeben.

Angemerkt sei hierbei, dass erste oder zweite modifizierte PWM-Vorgabewerte ermittelt und ausgegeben werden, i.e. ausschließlich alternativ.

Durch dieses Verfahren kann vorteilhaft sichergestellt werden, dass sich in der nachfolgenden PWM-Periode eine hohe Schaltverlustreduktion ergibt, da ein Schalter, welcher nachfolgend - erkennbar aus dem jeweiligen PWM-Vorgabewert - einen hohen Strom führen soll und aktuell - erkennbar aufgrund der ermittelten Strombeträge - bereits führt, während derselben nicht aus- oder eingeschaltet wird sondern über die gesamte Periodendauer durchgeschaltet wird. Durch Modifikation der PWM-Vorgabewerte der anderen beiden Phasen wird zudem sichergestellt, dass sich der ursprünglich gewünschte Spannungsvektor einstellt.

Vorgesehen ist, den ermittelten ersten modifizierten größten PWM-Vorgabewert auf 100% zu setzen, i.e. ein Tastverhältnis für die Halbbrücke, so dass ein den mit positivem Vorzeichen behafteten Strom führender High-Side-Schalter für eine maximale Dauer durchgeschaltet bleibt.

Für den ermittelten zweiten modifizierten kleinsten PWM-Vorgabewert ist vorgesehen, denselben auf 0% zu setzen, so dass ein den mit negativem Vorzeichen behafteten Strom führender Low-Side-Schalter für eine maximale Dauer durchgeschaltet bleibt.

Die Ermittlung der weiteren ersten modifizierten PWM-Vorgabewerte kann hierbei mittels der im Rahmen der Erfindung nachfolgend vorgesehenen Gleichungen 1) bis 4) auf einfache Weise erfolgen.

Hiernach wird der erste modifizierte mittlere PWM-Vorgabewert mittels Gleichung 1) ermittelt, wobei

$$\text{Gl. 1) } PWM_{\text{midmod}} = (PWM_{\text{maxmod}} - PWM_{\text{max}}) + PWM_{\text{mid}}$$

In Gleichung 1 bezeichnet PWM_{midmod} den ersten modifizierten mittleren PWM-Vorgabewert, PWM_{maxmod} den ersten modifizierten größten PWM-Vorgabewert, PWM_{max} den größten PWM-Vorgabewert und PWM_{mid} den mittleren PWM-Vorgabewert.

Ein erster modifizierter kleinster PWM-Vorgabewert wird mittels Gleichung 2) ermittelt, wobei

$$\text{Gl. 2) } PWM_{minmod} = (PWM_{maxmod} - PWM_{max}) + PWM_{min}$$

In Gleichung 2) bezeichnet PWM_{minmod} den ersten modifizierten kleinsten PWM-Vorgabewert, PWM_{maxmod} den ersten modifizierten größten PWM-Vorgabewert, PWM_{max} den größten PWM-Vorgabewert und PWM_{min} den kleinsten PWM-Vorgabewert.

Ein zweiter modifizierter größter PWM-Vorgabewert kann mittels Gleichung 3) ermittelt werden, wobei

$$\text{Gl. 3) } PWM_{maxmod} = PWM_{max} - (PWM_{min} - PWM_{minmod})$$

In Gleichung 3) bezeichnet PWM_{maxmod} den zweiten modifizierten größten PWM-Vorgabewert, PWM_{max} den größten PWM-Vorgabewert, PWM_{min} den kleinsten PWM-Vorgabewert und PWM_{minmod} den zweiten modifizierten kleinsten PWM-Vorgabewert.

Letztlich kann ein zweiter modifizierter mittlerer PWM-Vorgabewert mittels Gleichung 4) ermittelt werden, wobei

$$\text{Gl. 4) } PWM_{midmod} = PWM_{mid} - (PWM_{min} - PWM_{minmod})$$

In Gleichung 4) bezeichnet PWM_{midmod} den zweiten modifizierten mittleren PWM-Vorgabewert, PWM_{mid} den mittleren PWM-Vorgabewert, PWM_{min} den kleinsten

PWM-Vorgabewert und $PWM_{\min\text{mod}}$ den zweiten modifizierten kleinsten PWM-Vorgabewert.

Die PWM-Vorgabewerte und/oder die modifizierten ersten und zweiten PWM-Vorgabewerte drücken hierbei jeweils Tastverhältnisse zur Ansteuerung der Phasen der Drehfeldmaschine mittels des Wechselrichters aus.

Vorgeschlagen wird im Rahmen der vorliegenden Erfindung auch eine Vorrichtung zum Betrieb einer Drehfeldmaschine mit einem wie vorstehend beschriebenen Wechselrichter, wobei die Vorrichtung zum Betrieb des Wechselrichters mittels erster und zweiter modifizierter PWM-Vorgabewerte gemäß dem vorstehend beschriebenen Verfahren ausgebildet ist.

Das Verfahren kann computerisiert durchgeführt werden, insbesondere kontinuierlich, z.B. mittels eines Mikrocontrollers, z.B. einer Steuerung oder einer Regelung einer erfindungsgemäßen Vorrichtung, insbesondere z.B. derselben Steuerung oder Regelung, welche auch die PWM-Vorgabewerte berechnet. Das Verfahren kann den gesamten Betriebsbereich einer insbesondere dreiphasigen Drehfeldmaschine, z.B. einer Synchron- oder einer Asynchronmaschine, abdecken.

Das vorgeschlagene Verfahren bzw. die vorgeschlagene Vorrichtung eignet sich besonders für Kraftfahrzeuge, um durch die Verringerung der Schaltverluste die dortigen Energiespeichersysteme (Batterien, Brennstoffzellen) und/oder Energieverwaltungssysteme zu entlasten. Insbesondere eignet es sich daher in Fahrzeugen mit einem Verbrennungsmotor-Elektromotor-Hybridantriebsstrang oder einem reinen Elektromotorantriebsstrang. Das Verfahren bzw. die Vorrichtung wird darin insbesondere zur Betätigung eines Drehstrommotors einer Aktorik, bevorzugt einer Lenkkraftunterstützungs-, Fahrwerks- oder Antriebsstrangaktorik, oder zur Betätigung eines Drehstrommotors eines Fahrtriebs des Antriebsstranges genutzt.

Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen der Erfindung, anhand der Figuren der Zeichnungen, die erfindungswesentliche Einzelheiten zeigen, und aus den Ansprü-

chen. Die einzelnen Merkmale können je einzeln für sich oder zu mehreren in beliebiger Kombination bei einer Variante der Erfindung verwirklicht sein.

Bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung werden nachfolgend anhand der beigefügten Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

- Fig. 1 exemplarisch einen Spannungszwischenkreis-Wechselrichter mit einer durch diesen betreibbaren Drehfeldmaschine;
- Fig. 2 exemplarisch ein Ersatzschaltbild für die Anordnung gemäß Fig. 1;
- Fig. 3 exemplarisch und schematisch ein Ablaufdiagramm eines Verfahrens zum Betrieb eines Wechselrichters gemäß einer möglichen Ausführungsform der Erfindung.

In den nachfolgenden Figurenbeschreibungen sind gleiche Elemente bzw. Funktionen mit gleichen Bezugszeichen versehen.

Die Fig. 1 zeigt exemplarisch und schematisch einen Pulswechselrichter 1 mit einem Spannungszwischenkreis 2, welcher mittels eines Zwischenkreiskondensators 3 gebildet ist. Der Wechselrichter 1 ist in B6-Brückenschaltung mit drei Halbbrücken gebildet, welche jeweils zwei Leistungsschalter T1, T2 bzw. T3, T4, bzw. T5, T6 in Form von MOSFETs aufweisen. Drei Leistungsschalter T1, T3, T5 des Wechselrichters 1 sind als High-Side-Leistungsschalter, drei Schalter T2, T4, T6 als Low-Side-Leistungsschalter angeordnet. Die Mittenabgriffe der Halbbrücken sind je mit einer Phase U bzw. V bzw. W einer Drehfeldmaschine 4 elektrisch verbunden.

Mittels der Schalter T1...T6 können über eine nicht dargestellte Treiberstufe des Wechselrichters 1 die bei einem Raumzeigermodulationsverfahren üblichen Spannungsvektoren an der Drehfeldmaschine 4 eingestellt werden, i.e. über die acht möglichen Schaltzustände der Leistungsschalter T1 bis T6 des Wechselrichters 1.

Ein Durchschaltzustand einer Halbbrücke für eine Phase U, V, W wird über einen PWM-Vorgabewert PWM1, PWM2, PWM3 entsprechend einem Tastverhältnis je PWM-Periode gesteuert. Fig. 2 veranschaulicht hierbei ein Ersatzschaltbild, in wel-

chem je zwei Schalter T1, T2 bzw. T3, T4 bzw. T5, T6 je einer Halbbrücke als ein Umschalter S_U , S_V , S_W entsprechend der Funktionalität des Wechselrichters 1 dargestellt sind. In Abhängigkeit eines jeweiligen PWM-Vorgabewerts PWM1, PWM2, PWM3 für eine der Phasen U, V, W kann jeder Umschalter S_U , S_V , S_W zwischen High-Side- und Low-Side-Potential für eine bestimmte Dauer je PWM-Periode von -1 auf +1 umgeschaltet werden (oder umgekehrt), wobei das High-Side-Potential durch die Umschalterstellung +1, Low-Side-Potential durch die Stellung -1 veranschaulicht ist.

Bei einem PWM-Vorgabewert PWM1 bzw. PWM2 bzw. PWM3 von 100% befindet sich ein Umschalter S_U bzw. S_V bzw. S_W für die gesamte Dauer einer PWM-Periode in der Position +1, d.h. die Drehfeldmaschine 4 ist währenddessen über die zugehörige Phase U bzw. V bzw. W mit dem High-Side-Potential verbunden. Für einen PWM-Vorgabewert von 0% befindet sich der Umschalter S_U , S_V , S_W für die gesamte PWM-Periodendauer in der Stellung -1, d.h. die Drehfeldmaschine 4 ist währenddessen über die zugehörige Phase mit dem Low-Side-Potential verbunden. Ein PWM-Vorgabewert PWM1 bzw. PWM2 bzw. PWM3 zwischen Null und 100% kennzeichnet insofern ein entsprechendes Tastverhältnis korrespondierend mit dem Verhältnis der Dauer des Zustands +1 zur Periodendauer.

Die PWM-Vorgabewerte PWM1, PWM2, PWM3 werden von einer Steuerung ermittelt bzw. generiert, alternativ von einer Regelungsvorrichtung, und zur Ansteuerung der Schalter T1 bis T6 verwendet. Je PWM-Periode und Phase U, V, W wird hierbei ein PWM-Vorgabewert PWM1, PWM2, PWM3 für die nachfolgende PWM-Periode berechnet. Diese standardmäßig ermittelten PWM-Vorgabewerte PWM1, PWM2, PWM3 ermöglichen, die gewünschten Ströme und Spannungen an der Drehfeldmaschine 4 einzustellen,.

Um die Schaltverluste bei einem Betrieb der Drehfeldmaschine 4 mittels des Wechselrichters 1 zu reduzieren, insbesondere über deren gesamten Betriebsbereich, ist vorgesehen, die PWM-Vorgabewerte PWM1, PWM2, PWM3 dahingehend zu modifizieren, dass derjenige Schalter T1 ... T6, welcher aktuell bereits einen großen Phasenstrom I_{S1} , I_{S2} , I_{S3} führt und in der nachfolgenden Periode führen soll, über

die gesamte nachfolgende Periodendauer durchschaltet. Somit können dessen und somit das Gros der Schaltverluste entfallen.

Hierzu werden während einer PWM-Periode mittels des Betriebsverfahrens, welches auch als Modulationsverfahren bezeichnet werden kann, die Beträge der Phasenströme I_{S1} , I_{S2} , I_{S3} an der Drehfeldmaschine 4 ermittelt, Bezugszeichen 5, um diese nachfolgend mit den PWM-Vorgabewerten PWM1, PWM2, PWM3 vergleichen zu können. Die Ermittlung der Amplitude erfolgt hierbei entweder über drei Stromsensoren, von welchen jeweils einer mit einer Phase U, V, W verbunden ist oder über zwei Stromsensoren, von welchen ebenfalls jeweils einer mit einer der Phasen U, V, W verbunden ist, wobei die Amplitude der dritten Phase dann anhand der 1. Kirchhoffschen Regel ermittelt wird.

Während derselben PWM-Periode werden - wie bereits angedeutet - weiterhin die generierten PWM-Vorgabewerte PWM1, PWM2, PWM3 für die einzelnen Phasen U, V, W der Drehfeldmaschine 4 verglichen, d.h. miteinander, und ein größter PWM_{max} , ein kleinster PWM_{min} und ein zwischen dem größten und dem kleinsten PWM-Vorgabewert liegender und insofern mittlerer PWM-Vorgabewert PWM_{mid} ermittelt, Bezugszeichen 6.

Nunmehr wird der Betrag des Phasenstroms der Phase U, V, W, für welche der größte ermittelte PWM-Vorgabewert PWM_{max} vorgegeben ist, mit dem Betrag des Phasenstroms der Phase U, V, W, für welche der kleinste ermittelte PWM-Vorgabewert PWM_{min} vorgegeben ist, verglichen, i.e. innerhalb derselben PWM-Periode, Bezugszeichen 7.

Ergibt das Vergleichsergebnis, dass der Betrag des Phasenstroms der Phase U, V, W mit dem größten PWM-Vorgabewert PWM_{max} größer ist als der Betrag des Phasenstroms der Phase U, V, W mit dem kleinsten PWM-Vorgabewert PWM_{min} , der den im Vergleich, Bezugszeichen 7, aktuell höheren Strom führende Leistungsschalter also ein High-Side-Leistungsschalter T1 oder T3 oder T5 ist, welcher einen positiven Strom führt, wird in Abhängigkeit des Vergleichsergebnisses für diesen High-Side-Schalter, entsprechend einem Leistungsschalter für die Phase U, V, W, für wel-

che der größte ermittelte PWM-Vorgabewert PWM_{max} ermittelt wurde, ein erster modifizierter größter PWM-Vorgabewert ermittelt, mit welchem der betreffende Leistungsschalter in der nachfolgenden PWM-Periode über deren gesamte Periodendauer durchgeschaltet wird.

Dieser erste ermittelte und modifizierte größte PWM-Vorgabewert PWM_{maxmod} , welcher 100% beträgt, wird an den Wechselrichter 1 für die nachfolgende PWM-Periode zur Einstellung deren Spannungsvektors ausgegeben. Der High-Side-Schalter T1 oder T3 oder T5 schaltet hiernach über die gesamte nachfolgende Periodendauer durch, so dass dessen Schaltverluste während der nachfolgenden PWM-Periode entfallen. Für diesen Fall werden ferner ein erster modifizierter kleinster und ein erster modifizierter mittlerer PWM-Vorgabewert ermittelt und jeweils an den Wechselrichter 1 ausgegeben, Bezugszeichen 8.

Der erste modifizierte mittlere PWM-Vorgabewert wird hierbei mittels Gleichung 1) ermittelt, wobei

$$\text{Gl. 1) } PWM_{midmod} = (PWM_{maxmod} - PWM_{max}) + PWM_{mid},$$

wobei in Gleichung 1) PWM_{midmod} den ersten modifizierten mittleren PWM-Vorgabewert und PWM_{maxmod} den ersten modifizierten größten PWM-Vorgabewert bezeichnet.

Der erste modifizierte kleinste PWM-Vorgabewert wird hierbei mittels Gleichung 2) ermittelt, wobei

$$\text{Gl. 2) } PWM_{minmod} = (PWM_{maxmod} - PWM_{max}) + PWM_{min},$$

wobei in Gleichung 2) PWM_{minmod} den ersten modifizierten kleinsten PWM-Vorgabewert und PWM_{maxmod} den ersten modifizierten größten PWM-Vorgabewert bezeichnet.

Mittels der Modifikation via Gleichung 1) und 2) wird der ursprünglich mittels der PWM-Vorgabewerte PWM1, PWM2 und PWM3 beabsichtigte Spannungsvektor nunmehr verzerrungsfrei und verlustreduziert optimiert dargestellt.

Falls das Vergleichsergebnis ergibt, dass der Betrag des Phasenstroms der Phase U, V, W mit dem kleinsten PWM-Vorgabewert PWM_{min} größer oder gleich dem Betrag des Phasenstroms der Phase U, V, W mit dem größten PWM-Vorgabewert PWM_{max} ist, der den im Vergleich, Bezugszeichen 7, aktuell höheren Strom führende Leistungsschalter also ein Low-Side-Leistungsschalter T2 oder T4 oder T6 ist, welcher einen negativen Strom führt, wird in Abhängigkeit des Vergleichsergebnisses für diesen Low-Side-Schalter, entsprechend einem Leistungsschalter für die Phase U, V, W, für welche der kleinste PWM-Vorgabewert PWM_{min} ermittelt wurde, ein zweiter modifizierter kleinster PWM-Vorgabewert PWM_{minmod} ermittelt, mit welchem der betreffende Leistungsschalter in der nachfolgenden PWM-Periode über deren gesamte Periodendauer durchgeschaltet wird.

Dieser zweite ermittelte und modifizierte kleinste PWM-Vorgabewert PWM_{minmod} , welcher 0% beträgt, wird an den Wechselrichter 1 für die nachfolgende PWM-Periode zur Einstellung deren Spannungsvektors ausgegeben.

Der zweite modifizierte kleinste PWM-Vorgabewert PWM_{minmod} beträgt hierbei vorzugsweise 0%, i.e. der Low-Side-Schalter T2 oder T4 oder T6 schaltet über die gesamte nachfolgende Periodendauer durch, so dass dessen Schaltverluste während der nachfolgenden Periode entfallen. Für diesen Fall werden ferner ein zweiter modifizierter mittlerer und ein zweiter modifizierter größter PWM-Vorgabewert ermittelt und je an den Wechselrichter 1 ausgegeben, Bezugszeichen 9.

Der zweite modifizierte größte PWM-Vorgabewert wird hierbei mittels Gleichung 3) ermittelt, wobei

$$\text{Gl. 3) } PWM_{maxmod} = PWM_{max} - (PWM_{min} - PWM_{minmod}),$$

wobei in Gleichung 3) $PWM_{\max\text{mod}}$ den zweiten modifizierten größten PWM-Vorgabewert und $PWM_{\min\text{mod}}$ den zweiten modifizierten kleinsten PWM-Vorgabewert bezeichnet.

Der zweite modifizierte mittlere PWM-Vorgabewert wird mittels Gleichung 4) ermittelt wird, wobei

$$\text{Gl. 4) } PWM_{\text{midmod}} = PWM_{\text{mid}} - (PWM_{\text{min}} - PWM_{\min\text{mod}}),$$

wobei in Gleichung 4) PWM_{midmod} den zweiten modifizierten mittleren PWM-Vorgabewert und $PWM_{\min\text{mod}}$ den zweiten modifizierten kleinsten PWM-Vorgabewert bezeichnet.

Mittels der Modifikation via Gleichung 3) und 4) wird der ursprünglich mittels der PWM-Vorgabewerte beabsichtigte Spannungsvektor nunmehr verzerrungsfrei und verlustreduziert dargestellt.

Das Verfahren zum Betrieb der Drehfeldmaschine 4 wird wiederholt abgearbeitet bzw. durchgeführt, d.h. in jedem Abtastschritt - korrespondierend mit einer jeweiligen PWM-Periode - erneut. Derart können während einer PWM-Periode stets erste oder zweite modifizierte PWM-Vorgabewerte für die nachfolgende PWM-Periode für den Betriebsfall vorgegeben werden, welche eine Reduktion der Schaltverluste ermöglichen.

Eine Vorrichtung zum Betrieb des Wechselrichters 1 mittels erster und zweiter modifizierter PWM-Vorgabewerte gemäß dem Verfahren ist hierbei mittels einer Steuerung gebildet, alternativ z.B. mittels einer Regelungsvorrichtung, welche die Messgrößen bzw. ermittelten Größen der Stromsensorik aufnimmt und mit den standardmäßig generierten PWM-Vorgabewerten PWM_1 , PWM_2 und PWM_3 wie vorstehend beschrieben in Beziehung setzt, um daraus neue, modifizierte PWM-Vorgabewerte zu berechnen.

Bezugszeichen

1	Wechselrichter
2	Spannungszwischenkreis
3	Zwischenkreiskondensator
4	Drehfeldmaschine
5	Ermitteln Phasenstrombeträge
6	Vergleich PWM
7	Vergleich Phasenstrombeträge
8	Modifikation
9	Modifikation
T1...T6	Leistungsschalter
S _U , S _V , S _W	Umschalter
I _{S1} , I _{S2} , I _{S3}	Phasenströme
U, V, W	Phasen

Patentansprüche

1. Verfahren zum Betrieb einer Drehfeldmaschine (4) an einem Wechselrichter (1) mittels jeweils an der Drehfeldmaschine (4) einzustellender Spannungsvektoren, wobei während einer jeweiligen PWM-Periode die Beträge der Phasenströme (I_{S1} , I_{S2} , I_{S3}) an der Drehfeldmaschine (4) ermittelt werden, dadurch gekennzeichnet, dass in Abhängigkeit der während einer jeweiligen PWM-Periode ermittelten Phasenstrombeträge ein Leistungsschalter (T1...T6) des Wechselrichters (1) über eine gesamte PWM-Periodendauer der nachfolgenden PWM-Periode durchgeschaltet wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass mittels PWM-Vorgabewerten (PWM1, PWM2, PWM3) Spannungsvektoren an der Drehfeldmaschine (4) einstellbar sind, wobei je PWM-Periode PWM-Vorgabewerte (PWM1, PWM2, PWM3) für die nachfolgende PWM-Periode in Abhängigkeit der ermittelten Phasenstrombeträge modifiziert werden und wobei mittels eines modifizierten PWM-Vorgabewerts ein Leistungsschalter (T1...T6) des Wechselrichters (1) über die gesamte PWM-Periodendauer der nachfolgenden PWM-Periode durchgeschaltet wird.

3. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass je PWM-Periode modifizierte PWM-Vorgabewerte für die nachfolgende PWM-Periode für sämtliche Phasen (U, V, W) ermittelt werden, mittels derer die Leistungsschalter (T1...T6) des Wechselrichters (1) in der nachfolgenden PWM-Periode betrieben werden.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass in einer jeweiligen PWM-Periode PWM-Vorgabewerte (PWM1, PWM2, PWM3) für die Phasen (U, V, W) der Drehfeldmaschine (4) verglichen und ein größter (PWM_{max}), ein kleinster (PWM_{min}) und ein zwischen dem größten (PWM_{max}) und dem kleinsten (PWM_{min}) PWM-Vorgabewert liegender und insofern mittlerer PWM-Vorgabewert (PWM_{mid}) ermittelt wird, wobei der Betrag des Phasenstroms (I_{S1} , I_{S2} , I_{S3}) der Phase (U, V, W), für welche der größte ermittelte PWM-Vorgabewert (PWM_{max}) vorgegeben ist, mit dem Betrag des Phasenstroms (I_{S1} , I_{S2} ,

I_{S3}) der Phase (U, V, W), für welche der kleinste ermittelte PWM-Vorgabewert (PWM_{min}) vorgegeben ist, verglichen wird, wobei in Abhängigkeit des Vergleichsergebnisses ein High-Side-Schalter (T1, T3, T5) des Wechselrichters (1) für die Phase (U, V, W), für welche der größte ermittelte PWM-Vorgabewert (PWM_{max}) ermittelt wurde, mit einem ersten ermittelten und modifizierten größten PWM-Vorgabewert (PWM_{maxmod}) in der nachfolgenden PWM-Periode durchgeschaltet wird und ein erster modifizierter kleinster (PWM_{minmod}) und ein erster modifizierter mittlerer (PWM_{midmod}) PWM-Vorgabewert ermittelt und für die nachfolgende PWM-Periode je an den Wechselrichter (1) zur Einstellung des Spannungsvektors ausgegeben wird falls das Vergleichsergebnis ergibt, dass der Betrag des Phasenstroms (I_{S1} , I_{S2} , I_{S3}) der Phase (U, V, W) mit dem größten PWM-Vorgabewert (PWM_{max}) größer ist als der Betrag des Phasenstroms (I_{S1} , I_{S2} , I_{S3}) der Phase (U, V, W) mit dem kleinsten PWM-Vorgabewert (PWM_{min}), und wobei andernfalls ein Low-Side-Schalter (T2, T4, T6) des Wechselrichters (1) für die Phase (U, V, W), für welche der kleinste PWM-Vorgabewert (PWM_{min}) ermittelt wurde, mit einem zweiten ermittelten und modifizierten kleinsten PWM-Vorgabewert (PWM_{minmod}) in der nachfolgenden PWM-Periode durchgeschaltet wird und ein zweiter modifizierter mittlerer (PWM_{midmod}) und ein zweiter modifizierter größter (PWM_{maxmod}) PWM-Vorgabewert ermittelt und für die nachfolgende PWM-Periode je an den Wechselrichter (1) zur Einstellung des Spannungsvektors ausgegeben wird.

5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass der ermittelte erste modifizierte größte PWM-Vorgabewert 100% beträgt.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, dass der erste modifizierte mittlere PWM-Vorgabewert mittels Gleichung 1) ermittelt wird, wobei

$$\text{Gl. 1) } PWM_{midmod} = (PWM_{maxmod} - PWM_{max}) + PWM_{mid},$$

wobei in Gleichung 1) PWM_{midmod} den ersten modifizierten mittleren PWM-Vorgabewert bezeichnet, PWM_{maxmod} den ersten modifizierten größten PWM-

Vorgabewert, $PWM_{\max}$ den größten PWM-Vorgabewert und $PWM_{\min}$ den mittleren PWM-Vorgabewert.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass ein erster modifizierter kleinster PWM-Vorgabewert mittels Gleichung 2) ermittelt wird, wobei

$$\text{Gl. 2) } PWM_{\min\text{mod}} = (PWM_{\max\text{mod}} - PWM_{\max}) + PWM_{\min},$$

wobei in Gleichung 2) $PWM_{\min\text{mod}}$ den ersten modifizierten kleinsten PWM-Vorgabewert bezeichnet, $PWM_{\max\text{mod}}$ den ersten modifizierten größten PWM-Vorgabewert, $PWM_{\max}$ den größten PWM-Vorgabewert und $PWM_{\min}$ den kleinsten PWM-Vorgabewert.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass der ermittelte zweite modifizierte kleinste PWM-Vorgabewert 0% beträgt.

9. Verfahren nach einem Ansprüche 4 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass ein zweiter modifizierter größter PWM-Vorgabewert mittels Gleichung 3) ermittelt wird, wobei

$$\text{Gl. 3) } PWM_{\max\text{mod}} = PWM_{\max} - (PWM_{\min} - PWM_{\min\text{mod}}),$$

wobei in Gleichung 3) $PWM_{\max\text{mod}}$ den zweiten modifizierten größten PWM-Vorgabewert, $PWM_{\max}$ den größten PWM-Vorgabewert, $PWM_{\min}$ den kleinsten PWM-Vorgabewert und $PWM_{\min\text{mod}}$ den zweiten modifizierten kleinsten PWM-Vorgabewert bezeichnet.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass ein zweiter modifizierter mittlerer PWM-Vorgabewert mittels Gleichung 4) ermittelt wird, wobei

$$\text{Gl. 4) } PWM_{\text{midmod}} = PWM_{\text{mid}} - (PWM_{\min} - PWM_{\min\text{mod}}),$$

wobei in Gleichung 4) PWM_{midmod} den zweiten modifizierten mittleren PWM-Vorgabewert, PWM_{mid} den mittleren PWM-Vorgabewert, PWM_{min} den kleinsten PWM-Vorgabewert und PWM_{minmod} den zweiten modifizierten kleinsten PWM-Vorgabewert bezeichnet.

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass die PWM-Vorgabewerte (PWM_1 , PWM_2 , PWM_3) und/oder die modifizierten ersten und zweiten PWM-Vorgabewerte jeweils Tastverhältnisse zur Ansteuerung der Phasen der Drehfeldmaschine (4) mittels des Wechselrichters (1) ausdrücken.

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11 zum Betrieb einer Drehfeldmaschine einer Aktorik oder eines Fahrtriebs in einem Fahrzeug.

13. Vorrichtung zum Betrieb einer Drehfeldmaschine (4), wobei die Vorrichtung einen Wechselrichter (1) aufweist, dadurch gekennzeichnet, dass die Vorrichtung zum Betrieb des Wechselrichters (1) mittels erster und zweiter modifizierter PWM-Vorgabewerte gemäß dem Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche ausgebildet ist.

1 / 2

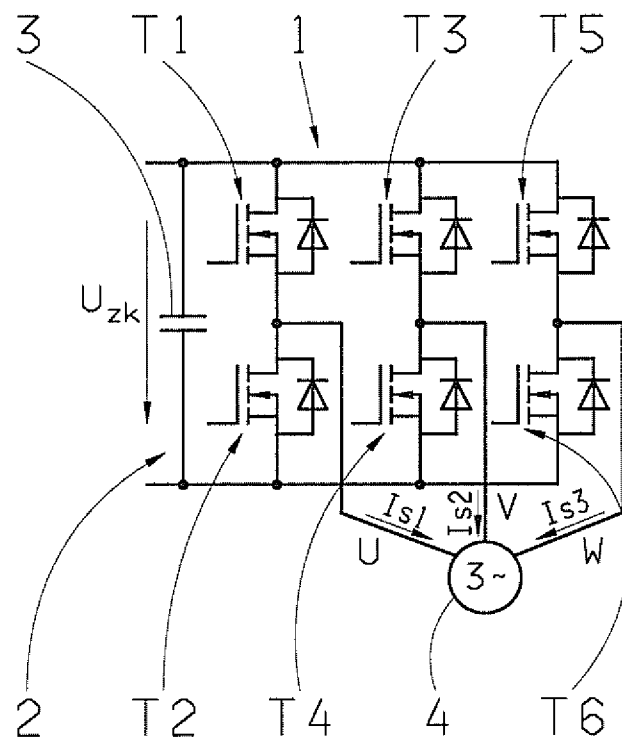


Fig. 1

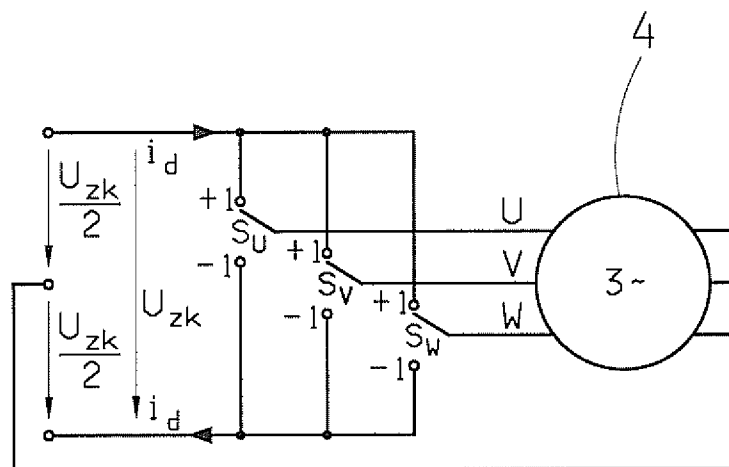


Fig. 2

2/2

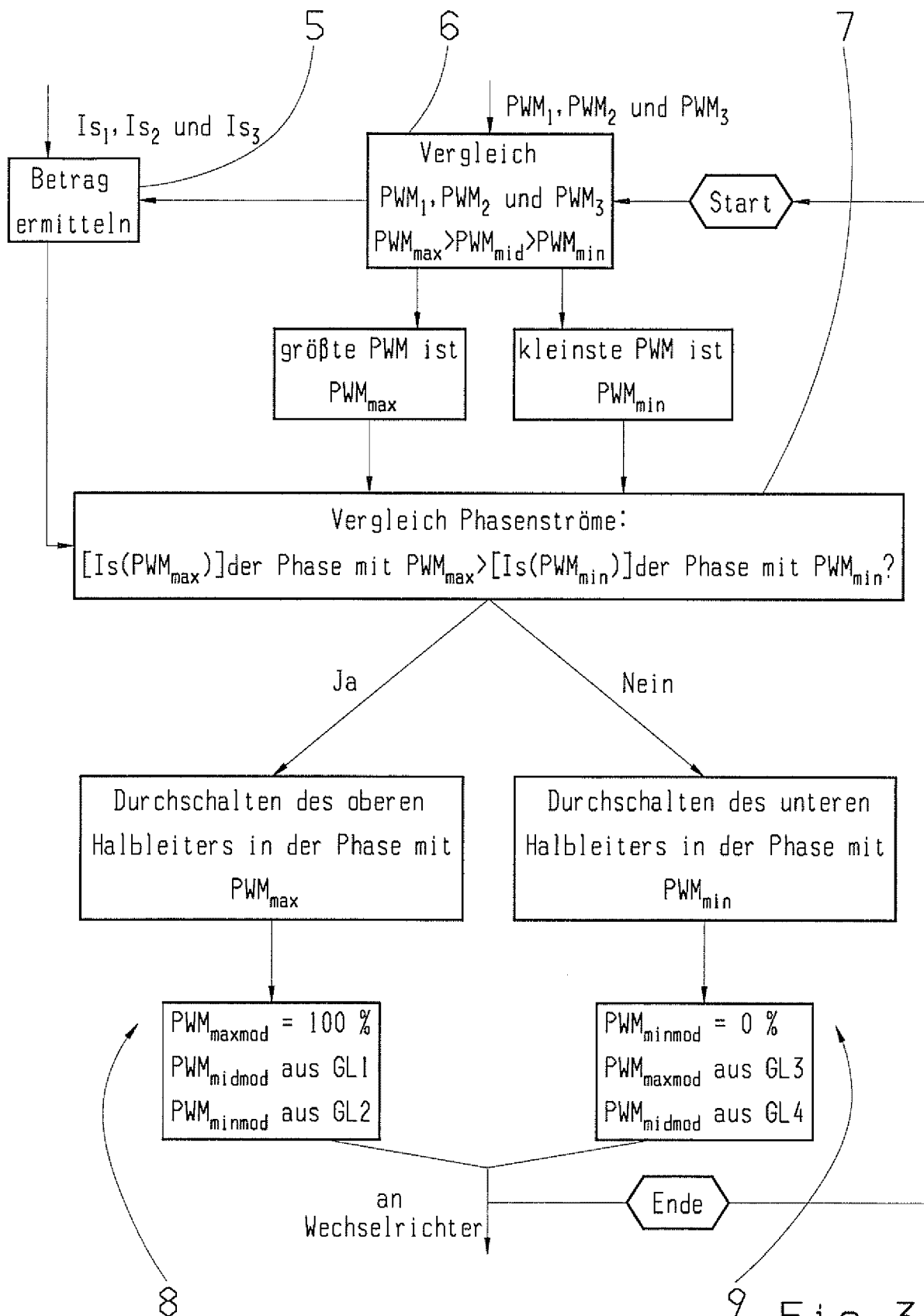


Fig. 3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2012/053540

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. H02M7/48 H02P27/08
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)

H02M 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	US 5 757 636 A (FLETCHER JOHN EDWARD [GB]) 26 May 1998 (1998-05-26)	1-3,13
Y	column 2, line 22 - line 43; figures 1,3 column 3, line 27 - line 37 column 1, line 7 - line 10 -----	12
X	DE 10 2008 058434 A1 (DENSO CORP [JP]) 13 August 2009 (2009-08-13)	1-3,13
Y	paragraphs [0002], [0022] - [0035]; figures 1,2 -----	12
X	DE 38 17 338 A1 (MITSUBISHI ELECTRIC CORP [JP]) 8 December 1988 (1988-12-08) column 2, line 35 - column 5, line 53; figure 3 -----	1-3,13



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

16 May 2012

Date of mailing of the international search report

01/06/2012

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

Kruip, Stephan

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2012/053540

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 5757636 A	26-05-1998	EP 0744094 A1 US 5757636 A WO 9618234 A1	27-11-1996 26-05-1998 13-06-1996
DE 102008058434 A1	13-08-2009	DE 102008058434 A1 JP 4748171 B2 JP 2009189203 A US 2009200975 A1	13-08-2009 17-08-2011 20-08-2009 13-08-2009
DE 3817338 A1	08-12-1988	DE 3817338 A1 JP 2577738 B2 JP 63290170 A US 4847743 A	08-12-1988 05-02-1997 28-11-1988 11-07-1989

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. H02M7/48 H02P27/08
 ADD.

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 H02M 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	US 5 757 636 A (FLETCHER JOHN EDWARD [GB]) 26. Mai 1998 (1998-05-26)	1-3,13
Y	Spalte 2, Zeile 22 - Zeile 43; Abbildungen 1,3 Spalte 3, Zeile 27 - Zeile 37 Spalte 1, Zeile 7 - Zeile 10 -----	12
X	DE 10 2008 058434 A1 (DENSO CORP [JP]) 13. August 2009 (2009-08-13)	1-3,13
Y	Absätze [0002], [0022] - [0035]; Abbildungen 1,2 -----	12
X	DE 38 17 338 A1 (MITSUBISHI ELECTRIC CORP [JP]) 8. Dezember 1988 (1988-12-08) Spalte 2, Zeile 35 - Spalte 5, Zeile 53; Abbildung 3 -----	1-3,13



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

16. Mai 2012

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

01/06/2012

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

Kruip, Stephan

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2012/053540

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 5757636 A	26-05-1998	EP 0744094 A1	27-11-1996
		US 5757636 A	26-05-1998
		WO 9618234 A1	13-06-1996

DE 102008058434 A1	13-08-2009	DE 102008058434 A1	13-08-2009
		JP 4748171 B2	17-08-2011
		JP 2009189203 A	20-08-2009
		US 2009200975 A1	13-08-2009

DE 3817338 A1	08-12-1988	DE 3817338 A1	08-12-1988
		JP 2577738 B2	05-02-1997
		JP 63290170 A	28-11-1988
		US 4847743 A	11-07-1989
