



(11)

EP 2 011 732 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
20.10.2010 Patentblatt 2010/42

(51) Int Cl.:
B63H 21/22 *(2006.01)*

(21) Anmeldenummer: **08011664.3**

(22) Anmeldetag: **27.06.2008**

(54) **Verfahren zur Regelung von Schiffsantriebsanlagen mit Oberflächenpropellern**

Method for regulating ship transmission systems with surface propellers

Procédé de réglage d'installations de propulsions navales dotées d'hélices de surface

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE FR GB IT

(30) Priorität: **04.07.2007 DE 102007031056**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
07.01.2009 Patentblatt 2009/02

(73) Patentinhaber: **MTU FRIEDRICHSHAFEN GMBH**
88045 Friedrichshafen (DE)

(72) Erfinder: **Müller, Markus**
88097 Eriskirch (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 0 037 690 WO-A-96/40550
WO-A-2004/020281 US-A- 6 030 261

EP 2 011 732 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Regelung mindestens einer Backbord-Schiffsantriebsanlage mit Oberflächenpropeller sowie mindestens einer Steuerbord-Schiffsantriebsanlage mit Oberflächenpropeller, bei dem für die jeweilige Schiffsantriebsanlage ein Leistungswunsch als Soll-Drehzahl interpretiert wird und aus der Soll-Drehzahl sowie einer Ist-Drehzahl eine Drehzahl-Regelabweichung berechnet wird, anhand derer über einen Drehzahlregler eine Einspitzenmenge zur Drehzahl-Regelung der Brennkraftmaschine festgelegt wird. Ferner besteht das Verfahren darin, dass ein Stellsignal zur Einstellung einer Trimmposition des Oberflächenpropellers über einen Anlagenregler zumindest in Abhängigkeit der Soll-Drehzahl sowie einer Ist-Trimmposition bestimmt wird und das Stellsignal über einen Vorsteuerwert korrigiert wird.

[0002] Bei schnellen Schiffen werden häufig Oberflächenpropeller verwendet. Dieser kann sowohl in der Eintauchtiefe als auch nach Backbord oder Steuerbord zur Steuerung des Schiffs verändert werden. Im weiteren Text wird die Eintauchtiefe des Oberflächenpropellers als Trimmposition bezeichnet. Hierbei entspricht eine Trimmposition von +100% einer maximalen Austauschposition und eine Trimmposition von -100% einer maximalen Eintauchtiefe des Propellers. In der Praxis stellt ein Schiffsführer über ein Betätigungselement die subjektiv beste Trimmposition ein. Dies führt jedoch zu einer zusätzlichen Belastung des Schiffsführers neben seinen nautischen Aufgaben. Bei dynamischen Vorgängen fehlen ihm oft die Beurteilungskriterien für die beste Trimmposition. Eine weitere Belastung ergibt sich für den Schiffsführer bei symmetrisch angeordneten Schiffsantriebsanlagen mit mindestens einer Backbord-Schiffsantriebsanlage und mindestens einer Steuerbordantriebsanlage. So taucht beispielsweise bei einer Kurve nach Backbord der Backbord-Oberflächenpropeller tiefer ein, während der Steuerbord-Oberflächenpropeller weniger eintaucht. Auch in diesem Fall muss der Schiffsführer die Trimmposition manuell nachregeln um eine unnötige Belastung der Brennkraftmaschinen und einen erhöhten Kraftstoffverbrauch zu vermeiden.

[0003] Aus der WO 2004/020281 A1 ist ein Verfahren zum automatischen Einstellen eines Oberflächenpropellers in Abhängigkeit des aktuellen Betriebszustands des Schiffs bekannt. Der aktuelle Betriebszustand wiederum wird aus der Schiffsgeschwindigkeit, einem Lenkwinkel, der Stellung eines Gashebels und Kenngrößen der Brennkraftmaschine abgeleitet. Bei Kurvenfahrt werden die Eintauchtiefe des Backbord-Oberflächenpropellers und Steuerbord-Oberflächenpropellers unterschiedlich eingestellt. Ergänzend kann auch die Leistung und/oder die Drehzahl der Brennkraftmaschinen unterschiedlich geregelt werden.

[0004] Aus der nicht vorveröffentlichten deutschen Patentanmeldung mit dem amtlichen Aktenzeichen DE 10 2006 045 685.8 ist ein Verfahren zur Regelung einer

Schiffsantriebsanlage mit Oberflächenpropeller bekannt, bei dem ein Leistungswunsch als Soll-Drehzahl interpretiert wird und aus der Soll-Drehzahl und einer Ist-Drehzahl der Brennkraftmaschine eine Drehzahl-Regelabweichung berechnet wird. In Abhängigkeit der Drehzahl-Regelabweichung bestimmt dann ein Drehzahlregler eine Soll-Einspitzenmenge zur Beaufschlagung der Regelstrecke. Ebenfalls in Abhängigkeit der Drehzahl-Regelabweichung wird eine effektive Drehzahl berechnet, anhand derer ein Anlagenregler in Verbindung mit einer Leistungsreserve der Brennkraftmaschine und einer Ist-Trimmposition des Oberflächenpropellers ein Stellsignal zur Einstellung der Trimmposition festlegt. Als weitere Eingangsgröße erhält der Anlagenregler von einer Getriebesteuerung ein Signal, welches die Anzahl der gekuppelten Antriebswellen und die Schubrichtung des Getriebes charakterisiert. In der Praxis hat es sich jedoch gezeigt, dass das Verfahren bei einem Schiff mit symmetrisch angeordneten Antriebsanlagen mit mindestens einer Backbord- und mindestens einer Steuerbord-Antriebsanlage bei Kurvenfahrt noch nicht optimal ist.

[0005] Ausgehend vom zuletzt genannten Stand der Technik liegt daher der Erfindung die Aufgabe zu Grunde, bei symmetrisch angeordneten Schiffsantriebsanlagen das Verfahren in Bezug auf Kurvenfahrt zu verbessern.

[0006] Die Aufgabe wird durch die Merkmale des Anspruchs 1 gelöst. Die Ausgestaltungen sind in den Unteransprüchen dargestellt.

[0007] Die Verbesserung besteht darin, dass das vom Anlagenregler festgelegte Stellsignal zur Einstellung einer Trimmposition des Oberflächenpropellers über einen Vorsteuerwert korrigiert wird. Hierbei wird ein backbordbezogener Vorsteuerwert für die Backbord-Schiffsantriebsanlage und ein steuerbordbezogener Vorsteuerwert für die Steuerbord-Schiffsantriebsanlage berechnet. Bestimmt werden die Vorsteuerwerte in Abhängigkeit des Lenkwinkels eines Steuerrads jeweils über eine zugeordnete Kennlinie. Die Kennlinien sind in der Art ausgeführt, dass beispielsweise bei einer Kurvenfahrt nach Backbord die Trimmposition des Backbord-Oberflächenpropellers in Richtung Austauschen verändert wird, während die Trimmposition des Steuerbord-Oberflächenpropellers unverändert bleibt. Weitere Eingriffe, zum Beispiel in den Drehzahl-Regelkreis, wie dies im Stand der Technik vorgeschlagen wird, sind nicht vorgesehen.

[0008] Um die Manövrierbarkeit des Schiffs im Hafen nicht zu beeinträchtigen, ist in einer Ausgestaltung vorgesehen, dass die Korrektur des Stellsignals deaktiviert wird, sobald eine Ist-Drehzahl unter einen Grenzwert fällt.

[0009] Neben dem bekannten systembedingten Vorteil einer Vorsteuerung, hier: schnelle Reaktion auf eine sich veränderte Eingangsgröße, besteht ein Vorteil der Erfindung in der Prävention. Beispielsweise bei einer Kurvenfahrt nach Backbord taucht der Backbord-Oberflächenpropeller tiefer ein, worauf der Anlagenregler auf

Grund der vom elektronischen Motorsteuergerät angezeigten Leistungsreserve-Abnahme die Trimmposition des Backbord-Oberflächenpropellers in Richtung Austausch verringert. Hier greift das erfindungsgemäße Verfahren präventiv über die Vorsteuerung und die Korrektur des Stellsignals ein. Mit anderen Worten: bei Kurvenfahrt wird die Trimmposition nicht über die Interaktion elektronisches Motorsteuergerät und Anlagenregler bestimmt sondern unmittelbar über den Steuerrad-Lenkwinkel.

[0010] Von Vorteil ist ebenfalls die Möglichkeit engere Kurvenradien zu durchfahren. Zudem gestattet die Erfindung die Darstellung einer Schiffsantriebsanlage im so genannten Fly-by-wire-Betrieb, der gegenüber einem hydraulischen System durch eine reduzierte Bauteileanzahl, geringeres Systemgewicht und letzten Endes auch geringere Kosten charakterisiert ist. Insgesamt ergibt sich auf Grund der besseren Anpassung eine Kraftstoff-Ersparnis.

[0011] In den Zeichnungen ist ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel dargestellt. Es zeigen:

Fig. 1 ein Systemschaubild symmetrisch angeordneter Schiffsantriebsanlagen und

Fig. 2 die Schiffsantriebsanlage als Blockschaltbild.

[0012] Die Figur 1 zeigt ein Systemschaubild symmetrisch angeordneter Schiffsantriebsanlagen, welche zumindest eine Backbord-Schiffsantriebsanlage 1 mit Oberflächenpropeller 2 und zumindest eine Steuerbord-Schiffsantriebsanlage 3 mit Oberflächenpropeller 4 umfasst. Über einen Fahrhebel 13 definiert ein Schiffsführer einen Leistungswunsch für die Backbord-Schiffsantriebsanlage 1. Dieser Leistungswunsch wird als erste Soll-Drehzahl n_{SL1} interpretiert, welche die Führungsgröße für einen Drehzahl-Regelkreis zur Drehzahlregelung der Brennkraftmaschine der Backbord-Schiffsantriebsanlage 1 darstellt. Den Leistungswunsch für die Steuerbord-Schiffsantriebsanlage 3 definiert der Schiffsführer über einen Fahrhebel 14. Der Leistungswunsch wird als zweite Soll-Drehzahl n_{SL2} interpretiert und ist die Führungsgröße für einen Drehzahl-Regelkreis zur Drehzahlregelung der Brennkraftmaschine der Steuerbord-Schiffsantriebsanlage 3. Über ein Steuerrad 12 stellt der Schiffsführer die Fahrtrichtung und einen Lenkwinkel L ein. Der Lenkwinkel L ist die Eingangsgröße einer backbordbezogenen Kennlinie 8, über welche ein backbordbezogener Vorsteuerwert $VSBB$ bestimmt wird, und ist die Eingangsgröße einer steuerbordbezogenen Kennlinie 9, über welche ein steuerbordbezogener Vorsteuerwert $VSSB$ berechnet wird. Der über die backbordbezogene Kennlinie 8 berechnete backbordbezogene Vorsteuerwert $VSBB$ ist eine der Eingangsgrößen für die Backbord-Antriebsanlage 1. Der über die steuerbordbezogene Kennlinie 9 berechnete steuerbordbezogene Vorsteuerwert $VSSB$ ist eine der Eingangsgrößen für Steuerbord-Antriebsanlage 3.

[0013] Die backbordbezogene Kennlinie 8 zeigt als Abszisse den Bereich von maximalem Lenkwinkel Backbord $LBB(MAX)$ bis zum maximalen Lenkwinkel Steuerbord $LSB(MAX)$. Der Wert M auf der Abszisse entspricht der Mittenstellung des Steuerrads 12, einem Lenkwinkel L von 0° entsprechend. Auf der Ordinate der backbordbezogenen Kennlinie 8 ist die Ausgangsgröße, also der backbordbezogene Vorsteuerwert $VSBB$, aufgetragen. Die backbordbezogene Kennlinie 8 ist in einen ersten Bereich 10 und einen zweiten Bereich 11 aufgeteilt. Die eigentliche Kennlinie setzt sich aus einem Geradenabschnitt mit positiver Steigung im ersten Bereich 10 und einem abszissenparallelen Geradenabschnitt im zweiten Bereich 11 zusammen. Der Geradenabschnitt im ersten Bereich 10 ist durch das Wertepaar $(LBB(MAX) / 0.8)$ und das Wertepaar $(M / 1)$ definiert. Der Geradenabschnitt im zweiten Bereich 11 hat den Festwert 1.

[0014] Bei der steuerbordbezogenen Kennlinie 9 sind die Abszisse und die Ordinate identisch zur backbordbezogenen Kennlinie 8. Die eigentliche Kennlinie setzt sich aus einem abszissenparallelen Geradenabschnitt im ersten Bereich 10 und einem Geradenabschnitt mit negativer Steigung im zweiten Bereich 11 zusammen. Der Geradenabschnitt im ersten Bereich 10 besitzt den Festwert 1. Der Geradenabschnitt im zweiten Bereich 11 wird durch das Wertepaar $(M / 1)$ und das Wertepaar $(LSB(MAX) / 0.8)$ definiert.

[0015] In der Figur 1 ist in der backbordbezogenen Kennlinie 8 als gestrichelte Linie eine alternative Ausführungsform im zweiten Bereich 11 eingezeichnet. Bei dieser Ausführungsform hat im zweiten Bereich 11 der Geradenabschnitt eine positive Steigung. In der steuerbordbezogenen Kennlinie 9 ist im ersten Bereich 10 ebenfalls als gestrichelte Linie eine alternative Ausführungsform eingezeichnet. Bei dieser Ausführungsform hat im ersten Bereich 10 der Geradenabschnitt eine negative Steigung. Die Auswirkung dieser alternativen Ausführungsform auf die Funktionalität wird in Verbindung mit der Figur 2 beschrieben.

[0016] In der Figur 2 sind die Backbord-Schiffsantriebsanlage 1 und die Steuerbord-Schiffsantriebsanlage 3 als Blockschaltbild dargestellt. Die Eingangsgrößen der Backbord-Schiffsantriebsanlage 1 sind die erste Soll-Drehzahl n_{SL1} und der backbordbezogene Vorsteuerwert $VSBB$. Die Ausgangsgröße der Backbord-Schiffsantriebsanlage 1 ist die Trimmposition des Oberflächenpropellers 2. Hierbei entspricht eine Trimmposition von $+100\%$ einer maximalen Austauschposition und eine Trimmposition von -100% einer maximalen Eintauchtiefe des Oberflächenpropellers 2. Die Eingangsgrößen der Steuerbord-Schiffsantriebsanlage 3 sind die zweite Soll-Drehzahl n_{SL2} und der steuerbordbezogene Vorsteuerwert $VSSB$. Die Ausgangsgröße der Steuerbord-Schiffsantriebsanlage 3 ist die Trimmposition des Oberflächenpropellers 4. Die innere Struktur und die Funktionalität der beiden Schiffsantriebsanlagen sind identisch.

[0017] Die Backbord-Schiffsantriebsanlage 1 umfasst als mechanische Baugruppen eine Brennkraftmaschine

5 mit Common-Railsystem 15 zur Kraftstoffeinspritzung, ein Getriebe 17, ein Stellglied 19 zur Einstellung der Trimmposition und den Oberflächenpropeller 2. Als elektronische Baugruppen umfasst die Backbord-Schiffsantriebsanlage 1 ein elektronisches Motorsteuergerät (ADEC) 16, ein elektronisches Getriebesteuergerät (GS) 18 und einen Anlagenregler 6. Die Brennkraftmaschine 5 treibt über eine Welle 20 das Getriebe 17 an. Das Getriebe 17 beinhaltet üblicherweise eine Eingangs- sowie eine Ausgangswelle und eine Einrichtung zur Drehrichtungsumkehr für die Vorwärts- oder Rückwärtsfahrt. Die Aktivierung und der Schaltzustand des Getriebes 17 werden durch das elektronische Getriebesteuergerät 18 vorgegeben. Über eine Welle 21 und eine Welle 22 treibt das Getriebe 17 den Oberflächenpropeller 2 an.

[0018] Die Betriebsweise der Brennkraftmaschine 5 wird durch das elektronische Motorsteuergerät (ADEC) 16 bestimmt. Dieses beinhaltet die üblichen Bestandteile eines Mikrocomputersystems, beispielsweise einen Mikroprozessor, I/O-Bausteine, Puffer und Speicherbausteine (EEPROM, RAM). In den Speicherbausteinen sind die für den Betrieb der Brennkraftmaschine 5 relevanten Betriebsdaten in Kennfeldern/Kennlinien appliziert. Über diese berechnet das elektronische Motorsteuergerät 16 aus den Eingangsgrößen die Ausgangsgrößen. Als Eingangsgrößen sind in der Figur 2 die erste Soll-Drehzahl n_{SL1} , welche durch einen Fahrhebel 13 vorgebar ist, eine Ist-Drehzahl n_{IST} , welche beispielsweise an der Welle 20 erfasst wird, und ein Signal EIN dargestellt. Das Signal EIN steht stellvertretend für die weiteren Eingangssignale, beispielsweise einem Raildruck des Common-Railsystems 15 mit Einzelspeichern, einem Ladeluftdruck der Abgasturbolader und den Temperaturen der Kühl- und Schmiermittel oder des Kraftstoffs.

[0019] In Figur 2 sind als Ausgangsgrößen des elektronischen Motorsteuergeräts 16 eine Soll-Einspritzmenge q_V , eine effektive Drehzahl n_{EFF} , ein Signal Leistungsreserve PRES und ein Signal AUS dargestellt. Die Leistungsreserve PRES entspricht derjenigen Motorleistung, welche sich aus der Differenz der Leistung am aktuellen Betriebspunkt zur maximal möglichen Leistung für diesen Betriebspunkt ergibt. Das Signal AUS steht stellvertretend für die weiteren Stellsignale zur Steuerung und Regelung der Brennkraftmaschine 5, beispielsweise ein Ansteuersignal für die Saugdrossel des Common-Railsystems 15 und ein Stellsignal zur Aktivierung eines zweiten Abgasturboladers bei einer Registeraufladung.

[0020] Die Eingangssignale des Anlagenreglers 6 sind die effektive Drehzahl n_{EFF} , die Leistungsreserve PRES, eine Schubrichtung SRI und die Ist-Trimmposition POS(IST) des Oberflächenpropellers 2. Das Ausgangssignal des Anlagenreglers 6 ist das Stellsignal STS1 zur Ansteuerung des Stellglieds 19, über welches dann die Trimmposition eingestellt wird. Der Anlagenregler 6 gibt das Stellsignal STS1 entweder als absoluter Winkelwert in Grad, oder als Prozent der Eintauchtiefe,

beispielsweise +20%, oder als Verstellrate in Grad/Sekunde bzw. Prozent/Sekunde vor. Im Anlagenregler 6 sind folgende Funktionalitäten integriert: Kennfelder zur Trimmvorgabe in Abhängigkeit der effektiven Drehzahl n_{EFF} und der Schubrichtung SRI, eine Laststeuerung in Abhängigkeit der Trimmvorgabe sowie Leistungsreserve PRES sowie der Ist-Trimmposition POS(IST) und eine Trimmregelung (Stellsignal STS1). Eine detaillierte Beschreibung der inneren Struktur des Anlagenreglers 6 ist aus der nicht vorveröffentlichten deutschen Patentanmeldung mit dem amtlichen Aktenzeichen DE 10 2006 045 685.8 bekannt.

[0021] Die Anordnung besitzt folgende Funktionalität:

Aus der ersten Soll-Drehzahl n_{SL1} und der Ist-Drehzahl n_{IST} berechnet das elektronische Motorsteuergerät 16 eine Drehzahl-Regelabweichung. Ein Drehzahlregler, üblicherweise ein PIDT1-Regler, setzt die Drehzahl-Regelabweichung in ein Stellsignal, hier: eine Soll-Einspritzmenge q_V , um. Mit dem Stellsignal werden dann die Injektoren des Common-Railsystems 15 mit Einzelspeichern beaufschlagt. Ebenfalls aus der Drehzahl-Regelabweichung wird über ein Kennfeld die effektive Drehzahl n_{EFF} berechnet. Aus der effektiven Drehzahl n_{EFF} , dem Signal SRI, der Leistungsreserve PRES und der Ist-Trimmposition POS(IST) berechnet der Anlagenregler 6 das Stellsignal STS1. An einer Multiplikationsstelle A wird das Stellsignal STS1 über den backbordbezogenen Vorsteuerwert VSBB korrigiert, Ausgangssignal SKORR. Anhand des Signals SKORR stellt das Stellglied 19 dann die Trimmposition ein. Für die Steuerbord-Antriebsanlage 3 gilt dieselbe Funktionalität, d. h. der Anlagenregler 7 bestimmt ein Stellsignal STS2, welches über den steuerbordbezogenen Vorsteuerwert VSSB, Multiplikationsstelle B, korrigiert wird und über das Stellglied in die Trimmposition für den Oberflächenpropeller 4 umgesetzt wird.

[0022] Bei Geradeausfahrt befindet sich das Steuerad in der Mittenstellung M. In der Mittenstellung M berechnet sich der backbordbezogene Vorsteuerwert VSBB über die backbordbezogene Kennlinie 8 zu Eins, d. h. die Stellgröße STS1 der Backbord-Schiffsantriebsanlage 1 wird nicht korrigiert. Der steuerbordbezogene Vorsteuerwert VSSB wird über die steuerbordbezogene Kennlinie 9 ebenfalls zu Eins berechnet, so dass auch die Stellgröße STS2 der Steuerbord-Schiffsantriebsanlage 3 nicht korrigiert wird. Mit anderen Worten: Bei Geradeausfahrt erfolgt keine Korrektur der Stellgrößen STS1 und STS2.

[0023] Bei einer Kurvenfahrt nach Backbord wird an Hand des Lenkwinkels L über die backbordbezogene Kennlinie 8 (erster Bereich 10) beispielsweise ein backbordbezogener Vorsteuerwert VSBB mit 0.9 berechnet. Das Signal SKORR berechnet sich daher aus dem aktuellen Wert des Stellsignals STS1 mal dem Wert VSBB,

hier 0.9. Als Ergebnis wird die Trimmposition des Oberflächenpropellers 2 in Richtung +100%, also in Richtung Austauschen, verändert. Über die steuerbordbezogene Kennlinie 9 wird in Abhängigkeit des Lenkwinkels L ein Wert von Eins (erster Bereich 10) berechnet, so dass die Trimmposition des Steuerbord-Oberflächenpropellers 4 unverändert bleibt.

[0024] Bei einer Kurvenfahrt nach Steuerbord wird entsprechend der Steuerbord- Oberflächenpropeller 4 über den steuerbordbezogenen Vorsteuerwert VSSB in Richtung Austauschen verändert, während der Backbord-Oberflächenpropeller 2 seine Trimmposition beibehält.

[0025] Wird an Stelle der Kennlinien 8 und 9 deren alternative Ausführungsform verwendet, so bewirkt dies, dass bei einer Kurvenfahrt nach Backbord die Trimmposition des Steuerbord-Oberflächenpropeller 4 auf Grund des steuerbordbezogenen Vorsteuerwerts VSSB ($VSSB > 1$) in Richtung -100%, also in Richtung Eintauchen, verändert wird. Bei einer Kurvenfahrt nach Steuerbord wird die Trimmposition des Backbord-Oberflächenpropellers 2 auf Grund des backbordbezogenen Vorsteuerwerts VSBB ($VSBB > 1$) in Richtung -100%, also in Richtung Eintauchen, verändert.

[0026] Um die Manövrierbarkeit des Schiffs im Hafen nicht zu beeinträchtigen ist es vorgesehen, dass die Funktion deaktiviert wird, wenn die Ist-Drehzahl nIST der Backbord-Schiffsantriebsanlage 1 oder die Ist-Drehzahl der Steuerbord-Schiffsantriebsanlage 3 unter einen vorgebbaren Grenzwert fällt.

[0027] In der Beschreibung wurde eine symmetrische Anordnung von einer Backbord-Schiffsantriebsanlage und einer Steuerbord-Schiffsantriebsanlage beschrieben. Eine symmetrische Anordnung liege auch dann vor, wenn in der Rumpfmittle eine Antriebsanlage mit Fest- oder Verstellpropeller angeordnet ist und mindestens eine Schiffsantriebsanlage mit Oberflächenpropeller auf der Backbordseite sowie mindestens eine Schiffsantriebsanlage mit Oberflächenpropeller auf der Steuerbordseite angeordnet sind. Bei dieser Ausführungsform wird dann die rumpfmittige Antriebsanlage nicht angesteuert.

[0028] Aus der Beschreibung ergeben sich für die Erfindung folgende Vorteile:

- Die Reaktionszeit auf eine Lenkwinkeländerung wird verkürzt, da der Lenkwinkel über den Vorsteuerwert unmittelbar auf das Stellsignal zur Einstellung der Trimmposition einwirkt;
- Eine präventive Steuerung wird ermöglicht, ohne dass zuerst die Leistungsreserve der Brennkraftmaschine ausgeschöpft werden muss, woraus eine entsprechende Kraftstoff-Ersparnis resultiert;
- Engere Kurvenradien sind möglich;
- Ein so genanntes Fly-by-wire-Konzept ist darstellbar, woraus eine geringere Teilevielfalt an mechanischen und hydraulischen Komponenten und letztlich ein geringeres Gewicht und geringere Kosten resultieren.

Bezugszeichen

[0029]

5	1	Backbord-Schiffsantriebsanlage
	2	Oberflächenpropeller (Backbord)
	3	Steuerbord-Schiffsantriebsanlage
	4	Oberflächenpropeller (Steuerbord)
	5	Brennkraftmaschine
10	6	Anlagenregler (Backbord)
	7	Anlagenregler (Steuerbord)
	8	backbordbezogene Kennlinie
	9	steuerbordbezogene Kennlinie
	10	erster Bereich
15	11	zweiter Bereich
	12	Steuerrad
	13	Fahrhebel (Backbord)
	14	Fahrhebel (Steuerbord)
	15	Common-Railsystem
20	16	elektronisches Motorsteuergerät (ADEC)
	17	Getriebe
	18	Getriebesteuerung (GS)
	19	Stellglied
	20	Welle
25	21	Welle
	22	Welle

Patentansprüche

- 30 1. Verfahren zur Regelung mindestens einer Backbord-Schiffsantriebsanlage (1) mit Oberflächenpropeller (2) sowie mindestens einer Steuerbord-Schiffsantriebsanlage (3) mit Oberflächenpropeller (4), bei dem für die jeweilige Schiffsantriebsanlage ein Leistungswunsch als Soll-Drehzahl (nSL1, nSL2) interpretiert wird, aus der Soll-Drehzahl (nSL1, nSL2) sowie einer Ist-Drehzahl (nIST) eine Drehzahl-Regelabweichung berechnet wird, anhand derer über einen Drehzahlregler eine Einspitzenmenge (qV) zur Drehzahl-Regelung der Brennkraftmaschine (5) festgelegt wird, bei dem ein Stellsignal (STS1, STS2) zur Einstellung einer Trimmposition des Oberflächenpropellers (2, 4) über einen Anlagenregler (6, 7) zumindest in Abhängigkeit der Soll-Drehzahl (nSL1, nSL2) sowie einer Ist-Trimmposition (POS(IST)) bestimmt wird und bei dem das Stellsignal (STS1, STS2) über einen Vorsteuerwert (VSBB, VSSB) korrigiert wird.
- 35 40 45 50 55 2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein backbordbezogener Vorsteuerwert (VSBB) für die Backbord-Schiffsantriebsanlage (1) und steuerbordbezogener Vorsteuerwert (VSSB) für die Steuerbord-Schiffsantriebsanlage (3) berechnet werden.

3. Verfahren nach Anspruch 2,
dadurch gekennzeichnet,
dass der backbordbezogene Vorsteuerwert (VSBB) über eine backbordbezogene Kennlinie (8) und der steuerbordbezogene Vorsteuerwert (VSSB) über eine steuerbordbezogene Kennlinie (9) jeweils in Abhängigkeit des Lenkwinkels (L) eines Steuerrads (12) berechnet werden. 5
4. Verfahren nach Anspruch 3,
dadurch gekennzeichnet,
dass die backbordbezogene Kennlinie (8) in einem ersten Bereich (10) als Geradenabschnitt mit positiver Steigung und in einem zweiten Bereich (11) als abszissenparalleler Geradenabschnitt ausgeführt wird. 10 15
5. Verfahren nach Anspruch 4,
dadurch gekennzeichnet,
dass die backbordbezogenen Kennlinie (8) im zweiten Bereich (11) alternativ als Geradenabschnitt mit positiver Steigung ausgeführt wird. 20
6. Verfahren nach Anspruch 3,
dadurch gekennzeichnet,
dass die steuerbordbezogene Kennlinie (9) im ersten Bereich (10) als abszissenparallelen Geradenabschnitt und im zweiten Bereich (11) als Geradenabschnitt mit negativer Steigung ausgeführt wird, 25 30
7. Verfahren nach Anspruch 6,
dadurch gekennzeichnet,
dass die steuerbordbezogene Kennlinie (9) im ersten Bereich (10) alternativ als Geradenabschnitt mit negativer Steigung ausgeführt wird. 35
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 bis 7,
dadurch gekennzeichnet,
dass der erste Bereich (10) über einen maximalen Lenkwinkel (LBB(MAX)) nach Backbord und Mittenstellung (M) definiert wird und der zweite Abschnitt (11) über die Mittenstellung (M) und einen maximalen Lenkwinkel (LSB(MAX)) nach Steuerbord definiert wird. 40 45
9. Verfahren nach einem der vorausgegangenen Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Korrektur des Stellsignals (STS1, STS2) unterhalb einer Ist-Drehzahlgrenze deaktiviert wird. 50

Claims

1. Method for controlling at least one port marine vessel propulsion installation (1) having a surface propeller (2), and at least one starboard marine vessel propulsion installation (3) having a surface propeller (4), 55

in which a power demand for the respective marine vessel propulsion installation is interpreted as a nominal rotation speed (nSL1, nSL2), a rotation speed control error is calculated from the nominal rotation speed (nSL1, nSL2) and an actual rotation speed (nACT), on the basis of which rotation speed control error an injection amount (qV) for rotation speed control of the internal combustion engine (5) is defined via a rotation speed regulator, in which an actuating signal (STS1, STS2) for setting a trim position of the surface propeller (2, 4) is determined via an installation regulator (6, 7) at least as a function of the nominal rotation speed (nSL1, nSL2) and an actual trim position (POS(ACT)), and in which the actuating signal (STS1, STS2) is corrected via a pilot control value (VSBB, VSSB).

2. Method according to Claim 1,
characterized in that
a port-related pilot control value (VSBB) is calculated for the port marine vessel propulsion installation (1), and a starboard-related pilot control value (VSBB) is calculated for the starboard marine vessel propulsion installation (3).
3. Method according to Claim 2,
characterized in that
the port-related pilot control value (VSBB) is calculated via a port-related characteristic (8) and the starboard-related pilot control value (VSSB) is calculated via a starboard-related characteristic (9), in each case as a function of the steering angle (L) of a steering wheel (12).
4. Method according to Claim 3,
characterized in that the
port-related characteristic (8) is in the form of a linear section with a positive gradient in a first range (10), and is in the form of a linear section parallel to the abscissa in a second range (11).
5. Method according to Claim 4,
characterized in that
the port-related characteristic (8) is alternatively in the form of a linear section with a positive gradient in the second range (11).
6. Method according to Claim 3,
characterized in that
the starboard-related characteristic (9) is in the form of a linear section parallel to the abscissa in the first range (10), and is in the form of a linear section with a negative gradient in the second range (11).

7. Method according to Claim 6,
characterized in that
the starboard-related characteristic (9) is alternatively in the form of a linear section with a negative gra-

dient in the first range (10).

8. Method according to one of Claims 4 to 7

characterized in that

the first range (10) is defined via a maximum steering angle (LBB(MAX)) to port and the mid-position (M), and the second section (11) is defined via the mid-position (M) and a maximum steering angle (LSB (MAX)) to starboard.

9. Method according to one of the preceding claims,

characterized in that

the correction of the actuating signal (STS1, STS2) is deactivated below an actual rotation speed limit.

Revendications

1. Procédé de régulation d'au moins un équipement propulseur de navire à bâbord (1) comprenant une hélice de surface (2) et d'au moins un équipement propulseur de navire à tribord (3) comprenant une hélice de surface (4), selon lequel une puissance souhaitée est interprétée en tant que vitesse de rotation de consigne (nSL1, nSL2) pour l'équipement propulseur de navire correspondant, un écart de régulation de la vitesse de rotation est calculé à partir de la vitesse de rotation de consigne (nSL1, nSL2) et d'une vitesse de rotation réelle (nIST), au moyen duquel une quantité d'injection (qV) est fixée par le biais d'un régulateur de vitesse de rotation en vue de réguler la vitesse de rotation du moteur à combustion interne (5), selon lequel un signal de commande (STS1, STS2) est déterminé pour régler une position d'assiette de l'hélice de surface (2, 4) par le biais d'un régulateur d'équipement (6, 7) au moins en fonction de la vitesse de rotation de consigne (nSL1, nSL2) ainsi que d'une position d'assiette réelle (POS(IST)) et selon lequel le signal de commande (STS1, STS2) est corrigé par le biais d'une valeur pilote (VSBB, VSSB).
2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce qu'**une valeur pilote rapportée au bâbord (VSBB) est calculée pour l'équipement propulseur de navire à bâbord (1) et une valeur pilote rapportée au tribord (VSSB) est calculée pour l'équipement propulseur de navire à tribord (3).
3. Procédé selon la revendication 2, **caractérisé en ce que** la valeur pilote rapportée au bâbord (VSBB) est calculée par le biais d'une courbe caractéristique en rapport avec le bâbord (8) et la valeur pilote rapportée au tribord (VSSB) est calculée par le biais d'une courbe caractéristique en rapport avec le tribord (9), respectivement en fonction de l'angle de direction (L) d'une roue de gouvernail (12).

4. Procédé selon la revendication 3, **caractérisé en ce que** la courbe caractéristique en rapport avec le bâbord (8) est réalisée dans une première zone (10) sous la forme d'une section droite à pente positive et dans une deuxième zone (11) sous la forme d'une section droite parallèle à l'axe des abscisses.

5. Procédé selon la revendication 4, **caractérisé en ce que** la courbe caractéristique en rapport avec le bâbord (8), en variante, est réalisée dans la deuxième zone (11) sous la forme d'une section droite à pente positive.

6. Procédé selon la revendication 3, **caractérisé en ce que** la courbe caractéristique en rapport avec le tribord (9) est réalisée dans la première zone (10) sous la forme d'une section droite parallèle à l'axe des abscisses et dans la deuxième zone (11) sous la forme d'une section droite à pente négative.

7. Procédé selon la revendication 6, **caractérisé en ce que** la courbe caractéristique en rapport avec le tribord (9), en variante, est réalisée dans la première zone (10) sous la forme d'une section droite à pente négative.

8. Procédé selon l'une des revendications 4 à 7, **caractérisé en ce que** la première zone (10) est définie par un angle de direction maximum (LBB(MAX)) vers le bâbord et une position centrale (M) et la deuxième section (11) par la position centrale (M) et un angle de direction maximum (LSB(MAX)) vers le tribord.

9. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la correction du signal de commande (STS1, STS2) est désactivée au-dessous d'une limite de la vitesse de rotation réelle.

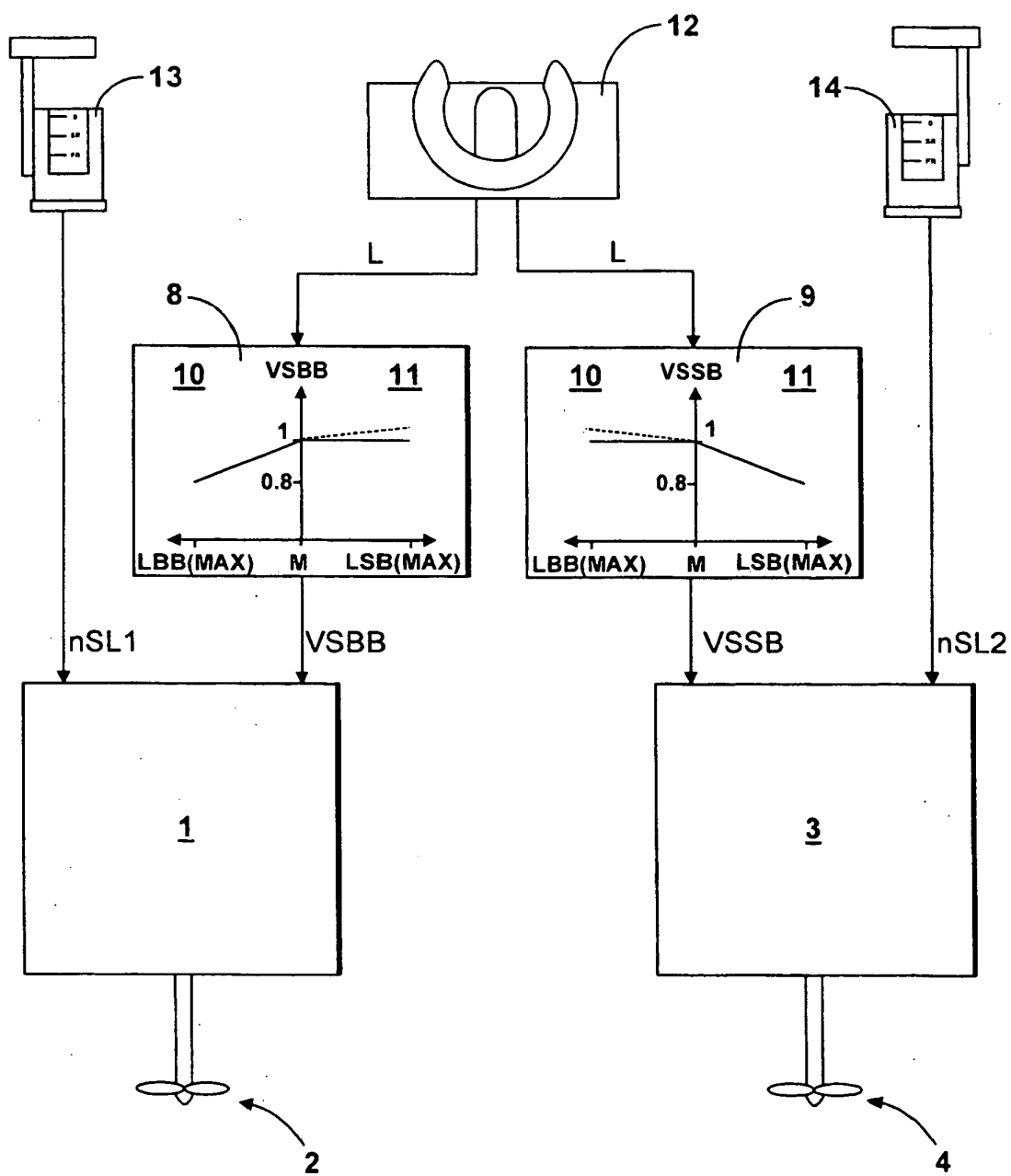
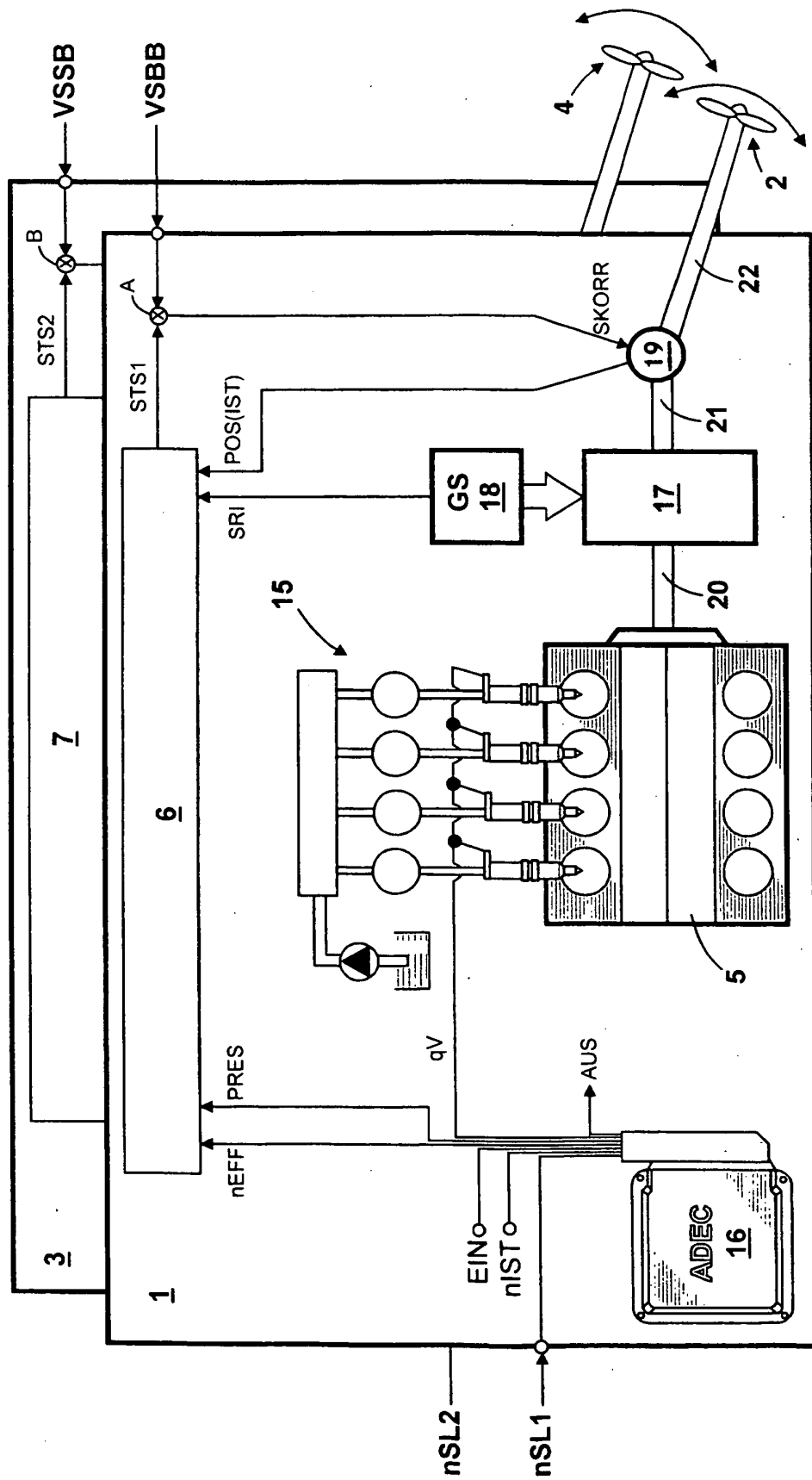


Fig. 1



IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- WO 2004020281 A1 [0003]
- DE 102006045685 [0004] [0020]