



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
03.04.2002 Patentblatt 2002/14

(51) Int Cl.7: **B63H 21/22**, F02D 29/02
// B63H3/10, G05D13/66

(21) Anmeldenummer: **01122809.5**

(22) Anmeldetag: **22.09.2001**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

(71) Anmelder: **MTU Friedrichshafen GmbH**
88040 Friedrichshafen (DE)

(72) Erfinder:
• **Weyermann, Klaus-Martin, Dipl.-Ing.**
88048 Friedrichshafen (DE)
• **Müller, Markus Maria, Dipl.-Ing.**
88097 Eriskirch (DE)

(30) Priorität: **28.09.2000 DE 10048103**

(54) **Regelsystem für einen Schiffsantrieb**

(57) Vorgeschlagen wird ein Regelsystem für einen Schiffsantrieb (7), bei dem in einer ersten Betriebsart ein Drehzahl-Regelkreis (3, 4) aktiviert wird und in einer zweiten Betriebsart zusätzlich ein Schiffsgeschwindigkeits-Regelkreis zur Schiffsgeschwindigkeits-Regelung

aktiviert wird. Bei aktivierter zweiter Betriebsart wirkt der Schiffsgeschwindigkeits-Regelkreis auf den Drehzahl-Regelkreis (3, 4) ein. Der Schiffsgeschwindigkeits-Regelkreis wiederum wird maßgeblich von der Stellung (FS) des Fahrhebels (1) bestimmt.

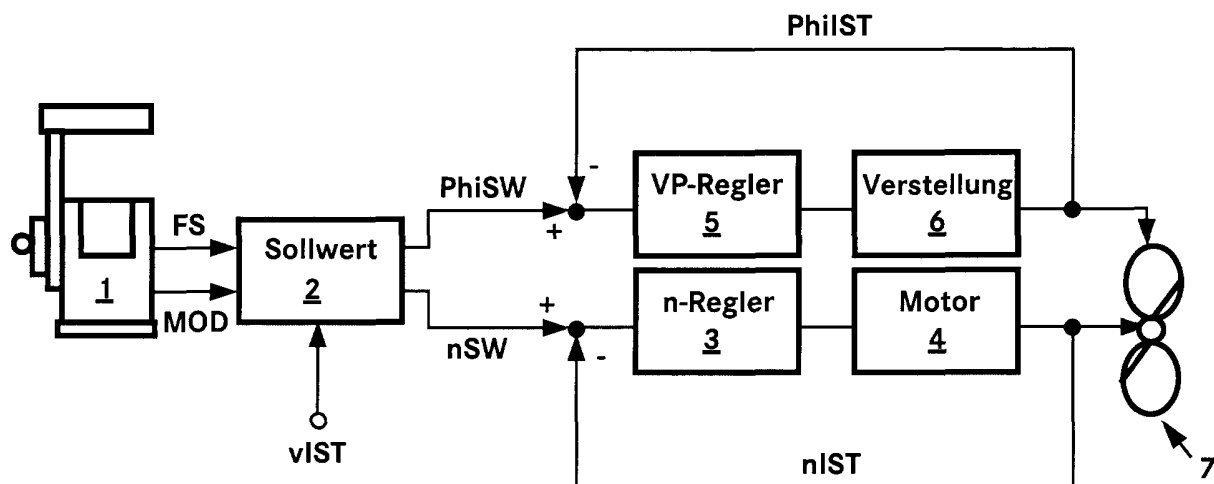


Fig. 1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Regelsystem für einen Schiffsantrieb mit einem Fahrhebel, dessen Stellung einen Leistungswunsch repräsentiert, mit einer Sollwert-Vorgabe zur Vorgabe eines Sollwerts in Abhängigkeit der Stellung des Fahrhebels und mit einem Drehzahl-Regelkreis zur Drehzahl-Regelung eines Motors anhand des Sollwerts.

[0002] Ein derartiges Regelsystem ist beispielsweise aus der DE 198 12 514 C2 bekannt. Aus der DE 195 15 481 C2 wiederum ist ein Regelsystem für einen Schiffsantrieb mit Verstellpropeller bekannt. Bei diesem Regelsystem berechnet die Sollwert-Vorgabe in Abhängigkeit der Stellung des Fahrhebels einen Sollwert für den Drehzahl-Regelkreis und einen Sollwert für den Regelkreis des Verstellpropellers.

[0003] Beiden Regelsystemen ist gemeinsam, dass sich in Abhängigkeit der Stellung des Fahrhebels eine entsprechende Drehzahl am Schiffsantrieb bzw. Schiffsgeschwindigkeit einstellt. Die resultierende Schiffsgeschwindigkeit kann sich jedoch auf Grund von äußeren Einflüssen, beispielsweise Wellengang und Wind, ändern. Hieraus entsteht in der Praxis nun das Problem, dass eine konstant gewünschte Schiffsgeschwindigkeit nur dadurch zu erreichen ist, indem der Schiffsführer über manuelle Korrektur des Fahrhebels die Störgrößen ausgleicht.

[0004] Der Erfindung liegt insofern die Aufgabe zu Grunde, die Bedienung eines Schiffsantriebs zu vereinfachen.

[0005] Die Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die Merkmale des Anspruchs 1 gelöst. In den Unteransprüchen sind vorteilhafte Ausgestaltungen hierzu dargestellt.

[0006] Erfindungsgemäß wird somit vorgeschlagen, dass neben der Drehzahl-Regelung des Motors, entsprechend einer ersten Betriebsart, in einer zweiten Betriebsart zusätzlich ein Schiffsgeschwindigkeits-Regelkreis zur Schiffsgeschwindigkeits-Regelung aktiviert wird. Der Schiffsgeschwindigkeits-Regelkreis wirkt auf den Drehzahl-Regelkreis ein. Der Schiffsgeschwindigkeits-Regelkreis wiederum wird maßgeblich von der Stellung des Fahrhebels bestimmt. Mit anderen Worten: In der ersten Betriebsart wird in Abhängigkeit der Stellung des Fahrhebels eine entsprechende Drehzahl des Motors eingestellt. In der zweiten Betriebsart wird ebenfalls über den Fahrhebel die Schiffsgeschwindigkeit vorgegeben.

[0007] Die erfindungsgemäße Lösung und deren Ausgestaltungen bieten den Vorteil, dass ausschließlich über ein Bedienelement, also der Fahrhebel, der Schiffsantrieb entsprechend eingestellt werden kann. Über die Regelung der Schiffsgeschwindigkeit werden die äußeren Einflüsse mitberücksichtigt, so dass ein manuelles Nachführen des Fahrhebels entfällt. In Konsequenz ergibt sich somit eine wesentlich vereinfachte Bedienung. Bei einem Schiffsantrieb mit mehreren Mo-

toren wird über die Sollwert-Vorgabe der Sollwert für alle Motoren sowie Verstellpropeller vorgegeben. Bei der Berechnung des Sollwerts wird hierbei die verfügbare Antriebsleistung der Motoren mitberücksichtigt. Hierdurch ergibt sich der Vorteil, dass die Motoren gleichmäßig ausgelastet werden.

[0008] In den Zeichnungen ist ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel dargestellt. Es zeigen:

- Figur 1 ein Blockschaltbild;
- Figur 2 Blockschaltbild der Sollwert-Vorgabe;
- Figur 3 ein Programmablaufplan

[0009] In Figur 1 ist ein stark vereinfachtes Blockschaltbild einer Antriebsanlage für ein Schiff dargestellt. Der Propeller 7 ist hierbei als Verstellpropeller ausgeführt. Dementsprechend ist ein Drehzahl-Regelkreis, bestehend aus dem Motordrehzahl-Regler 3 und Motor 4, und ein Verstellpropeller-Regelkreis, bestehend aus dem Verstellpropeller-Regler 5 und Propeller-Verstell-einrichtung 6, dargestellt. Selbstverständlich ist die Erfindung auch bei einer Antriebsanlage mit einem Festpropeller anwendbar. In diesem Fall würde der Verstellpropeller-Regelkreis entfallen. In Figur 1 ist ein Fahrhebel 1 dargestellt. Bekanntermaßen gibt der Schiffsführer über diesen Fahrhebel 1 die Fahrrichtung und über die Stellung FS den Leistungswunsch vor. Zusätzlich weist der Fahrhebel 1 eine Auswahleinrichtung zur Auswahl der Betriebsart, Signal MOD, auf. Beide Signale FS und MOD werden auf eine Sollwert-Vorgabe 2 geführt. Die Sollwert-Vorgabe 2 erhält als weiteres Eingangssignal den Schiffsgeschwindigkeits-Istwert vIST. In der Praxis wird dieser Schiffsgeschwindigkeits-Istwert vIST von einem Schiffs-Log oder dem GPS bereitgestellt. Die Sollwert-Vorgabe 2 besitzt als Ausgangsgrößen einen Sollwert nSW, entsprechend einem Drehzahlwert, und einen Sollwert PhiSW, entsprechend einer Steigung für den Verstellpropeller. Der Sollwert nSW ist somit die Führungsgröße für den Drehzahl-Regelkreis. Die Drehzahl-Regelung des Motors 4 erfolgt in bekannter Weise indem aus dem Sollwert nSW und dem Drehzahl-Istwert nIST eine Regelabweichung bestimmt wird. Aus dieser Regelabweichung bestimmt der Motordrehzahl-Regler 3 eine Stellgröße, welche dem Motor 4 zugeführt wird. Die Drehzahl des Motors 4 entspricht sodann dem Drehzahl-Istwert nIST. Parallel hierzu wird aus dem Steigungswinkel-Sollwert des Verstellpropellers PhiSW und dem Steigungswinkel-Istwert PhiIST eine Regelabweichung bestimmt. Aus dieser Regelabweichung berechnet der Verstellpropeller-Regler 5 eine Stellgröße für die Propeller-Verstelleinrichtung 6. Die Ausgangsgröße der Propeller-Verstelleinrichtung 6 wiederum entspricht dem Steigungswinkel-Istwert PhiIST des Verstellpropellers.

[0010] Erfindungsgemäß ist vorgesehen, dass bei einer Antriebsanlage mit mehreren Motoren 4 die Sollwert-Vorgabe 2 den Sollwert nSW(i) und PhiSW(j) für alle Motoren vorgibt, wobei die Laufvariable i der Anzahl

der Motoren 4 entspricht und j der Anzahl der Propeller 7 entspricht. Bei der Berechnung des Sollwerts wird hierbei die Antriebsleistung mitberücksichtigt. Wenn beispielsweise die momentan verfügbare Antriebsleistung nicht ausreicht, um die gewünschte Schiffsgeschwindigkeit zu erreichen, wird über die Verringerung des Sollwerts $\Phi iSW(j)$ die Steigung des Propellers reduziert, und gleichzeitig über die Erhöhung des Sollwerts $nSW(i)$ die Motordrehzahlen erhöht.

Als Motor 4 kann selbstverständlich auch ein Elektromotor oder eine Gasturbine als Schiffsantrieb verwendet werden. Statt eines Fest- oder Verstellpropellers kann auch ein Waterjet verwendet werden.

[0011] In Figur 2 ist ein Blockschaltbild der Sollwert-Vorgabe 2 dargestellt. Die Eingangsgrößen sind: Die Stellung FS des Fahrhebels 1, der Schiffsgeschwindigkeits-Istwert $vIST$ und das Signal MOD, dessen Wert den ersten Betriebsmodus MOD1 bzw. zweiten Betriebsmodus MOD2 kennzeichnet. Die Ausgangsgrößen der Sollwert-Vorgabe 2 sind: Der Sollwert nSW und der Sollwert ΦiSW . Bei einer Antriebsanlage mit mehreren Motoren und mehreren Propellern 7 stellt die Sollwert-Vorgabe 2 eine entsprechende Anzahl an Sollwerten $nSW(i)$ bzw. $\Phi iSW(j)$ bereit, wobei die Laufvariable i der Anzahl der Motoren 4 entspricht und j der Anzahl der Propeller 7 entspricht. In Figur 2 ist diese Ausführungsform durch zwei Pfeile bezeichnet. Als weitere Ausgangsgröße der Sollwert-Vorgabe 2 ist eine Anzeige 12 dargestellt. Dem Schiffsführer wird der Schiffsgeschwindigkeits-Sollwert vSW permanent dargestellt, d. h. unabhängig vom ausgewählten Betriebsmodus. Die Anzeige 12 kann im Fahrhebel 1 integriert sein. Mittels dieser Anzeige 12 kann der Schiffsführer bereits vor Aktivierung des zweiten Betriebsmodus MOD2 die gewünschte Schiffsgeschwindigkeit einstellen. Die Sollwert-Vorgabe 2 weist folgende Funktionsblöcke auf: Kennlinie 8, PI-Glied 9, Vergleicher 10 und Kennfeld 11. Über die Kennlinie 8 wird aus der Stellung FS des Fahrhebels 1 der Schiffsgeschwindigkeits-Sollwert vSW berechnet. Bei der Berechnung des Schiffsgeschwindigkeits-Sollwert vSW wird die Anzahl der sich im Betrieb und im eingekuppelten Zustand befindenden Motoren mitberücksichtigt. In der Anzeige 12 wird dem Schiffsführer derjenige Schiffsgeschwindigkeits-Sollwert vSW dargestellt, welcher mit der aktuellen Antriebs-Konfiguration (Motor an und eingekuppelt) erreichbar ist. Aus dem Schiffsgeschwindigkeits-Sollwert vSW und dem Schiffsgeschwindigkeits-Istwert $vIST$ wird eine Schiffsgeschwindigkeits-Abweichung dv bestimmt. Aus dieser Schiffsgeschwindigkeits-Abweichung dv wird mittels des PI-Glieds 9 ein erster Fahrhebel-Wert FS1 bestimmt. Der erste Fahrhebel-Wert FS1 sowie die Stellung FS des Fahrhebels 1 und das Signal der Betriebsart, entsprechend MOD1 oder MOD2, stellen die Eingangsgrößen des Vergleichers 10 dar. Der Vergleicher 10 bestimmt in Abhängigkeit der Betriebsart einen zweiten Fahrhebel-Wert FS2 als Ausgangsgröße. Dieser ist auf das Kennfeld 11 geführt. Über das Kennfeld 11 wird

aus dem zweiten Fahrhebel-Wert FS2 die Sollwerte nSW und ΦiSW bzw. $nSW(i)$ und $\Phi iSW(j)$ berechnet.

[0012] In der ersten Betriebsart MOD1 setzt der Vergleicher 10 den zweiten Fahrhebel-Wert FS2 auf den Wert entsprechend der Stellung FS des Fahrhebels 1. In der ersten Betriebsart MOD1 sind somit die Sollwerte nSW und ΦiSW unmittelbar an die Stellung FS des Fahrhebels 1 gekoppelt, d. h. der Drehzahl-Regelkreis ist aktiv. In der zweiten Betriebsart MOD2 wird der zweite Fahrhebel-Wert FS2 in Abhängigkeit der Stellung FS des Fahrhebels 1 und dem ersten Fahrhebel-Wert FS1 berechnet. In der zweiten Betriebsart MOD2 ist somit zusätzlich zum Drehzahl-Regelkreis der Schiffsgeschwindigkeits-Regelkreis aktiv.

Bei einer Antriebsanlage mit Verstellpropeller berechnet die Sollwert-Vorgabe 2 den Sollwert für den Drehzahlregelkreis nSW und den Sollwert ΦiSW für den Verstellpropeller-Regelkreis in Abhängigkeit der verfügbaren Antriebsleistung. Wenn beispielsweise die momentan verfügbare Antriebsleistung nicht ausreicht, um die gewünschte Schiffsgeschwindigkeit zu erreichen, wird über die Verringerung des Sollwerts ΦiSW die Steigung des Propellers reduziert, und gleichzeitig über die Erhöhung des Sollwerts nSW die Motordrehzahlen erhöht.

[0013] In Figur 3 ist ein Programmablaufplan dargestellt. Nach der Initialisierung eines elektronischen Steuergeräts wird bei Schritt S1 die Betriebsart MOD abgefragt. Wird die erste Betriebsart MOD 1 detektiert, so wird der Programmablauf mit den Schritten S2 bis S4 durchlaufen. Wird die zweite Betriebsart MOD2 festgestellt, so wird der Programmablauf mit den Schritten S5 bis S19 durchlaufen.

[0014] In der ersten Betriebsart MOD1 wird bei Schritt S2 die Drehzahl-Regelung aktiviert. Bei einer Antriebsanlage mit einem Verstellpropeller wird zusätzlich die Steigungswinkel-Regelung Φi aktiviert. Im Schritt S3 wird der zweite Fahrhebelwert FS2 auf den Wert entsprechend der Stellung FS des Fahrhebels 1 gesetzt. Bei Schritt S4 wird in Abhängigkeit des zweiten Fahrhebel-Werts FS2 der Sollwert nSW bzw. ΦiSW berechnet. Danach verzweigt der Programmablauf zum Punkt A und fährt mit dem Schritt S 1 fort.

[0015] In der zweiten Betriebsart MOD2, entsprechend der Schiffsgeschwindigkeits-Regelung, wird bei Schritt S5 neben der Drehzahl-Regelung die Schiffsgeschwindigkeits-Regelung nach Prüfung auf Zulässigkeit aktiviert. Die Aktivierung der Schiffsgeschwindigkeits-Regelung ist dann zulässig, wenn der Schiffsgeschwindigkeits-Istwert $vIST$ einen plausiblen Wert aufweist. Bei einem nicht plausiblen Schiffsgeschwindigkeits-Istwert $vIST$, beispielsweise weil auf Grund einer Störung kein Wert vorliegt, wird der erste Betriebsmodus MOD1 aktiviert. Ergänzend kann geprüft werden, ob der Fahrhebel 1 sich im Vorausfahrbereich befindet. Beispielsweise beim Manövrieren im Hafen, ist eine Schiffsgeschwindigkeits-Regelung nicht sinnvoll. Bei Schritt S6 wird sodann die Fahrhebelstellung FS eingelesen. Bei

Schritt S7 wird aus der Stellung FS des Fahrhebels 1 ein Schiffsgeschwindigkeits-Sollwert vSW mittels der Kennlinie 8 berechnet. Parallel wird hierzu eine Prüfung auf Zulässigkeit durchgeführt. Bei der Berechnung des Schiffsgeschwindigkeits-Sollwert vSW wird die Anzahl der sich im Betrieb und im eingekuppelten Zustand befindenden Motoren mitberücksichtigt. Bei Schritt S8 wird der Schiffsgeschwindigkeits-Istwert vIST eingelesen. Der Schiffsgeschwindigkeits-Istwert kann hierbei von einem Schiffs-Log oder vom GPS bereitgestellt werden. Bei Schritt S9 wird aus dem Soll- und Istwert der Schiffsgeschwindigkeit eine Schiffsgeschwindigkeits-Abweichung dv berechnet. Bei Schritt S10 wird geprüft, ob die Schiffsgeschwindigkeits-Abweichung dv größer einem Grenzwert GW ist. Bei positivem Prüfergebnis wird bei Schritt S11 zusätzlich eine Fehlermeldung an den Schiffsführer ausgegeben und das Programm bei Schritt S12 fortgesetzt. Die Fehlermeldung kann beispielsweise als akustischer oder visueller Alarm ausgeführt sein. Bei negativem Prüfergebnis im Schritt S10, wird bei Schritt S12 aus der Schiffsgeschwindigkeits-Abweichung dv ein erster Fahrhebel-Wert FS1 bestimmt. Danach wird bei Schritt S13 geprüft, ob der erste Fahrhebel-Wert FS1 innerhalb eines Toleranzbandes, entsprechend dargestellt durch die Grenzwerte GW1 und GW2, liegt. Ist dies nicht der Fall, so wird bei Schritt S14 der erste Fahrhebel-Wert FS1 auf einen festen Wert limitiert und das Programm bei Schritt S 15 fortgesetzt. Wird bei Schritt S13 festgestellt, dass der erste Fahrhebel-Wert FS1 innerhalb des Toleranzbandes liegt, so wird bei Schritt S15 in Abhängigkeit der Stellung FS des Fahrhebels 1 und des ersten Fahrhebel-Werts FS 1 ein zweiter Fahrhebel-Wert FS2 berechnet. Danach wird bei Schritt S16 geprüft, ob dieser zweite Fahrhebel-Wert FS2 innerhalb eines Toleranzbandes, entsprechend dargestellt durch die beiden Grenzwerte GW1 und GW2, liegt. Ist dies nicht der Fall, so wird bei Schritt S17 dieser zweite Fahrhebel-Wert auf einen Festwert begrenzt. Bei positivem Prüfergebnis im Schritt S16 wird dann bei Schritt S18 in Abhängigkeit des zweiten Fahrhebel-Werts FS2 der Sollwert nSW bzw. PhiSW mittels des Kennfelds 11 berechnet. Danach verzweigt der Programmablauf zum Punkt A und das Programm beginnt wieder bei Schritt S1.

Bezugszeichenliste

[0016]

- | | |
|---|-------------------------------|
| 1 | Fahrhebel |
| 2 | Sollwert-Vorgabe |
| 3 | Motordrehzahl-Regler |
| 4 | Motor |
| 5 | Verstellpropeller-Regler |
| 6 | Propeller-Verstelleinrichtung |
| 7 | Propeller |
| 8 | Kennlinie |
| 9 | PI-Glied |

- | | |
|----|-------------|
| 10 | Vergleicher |
| 11 | Kennfeld |
| 12 | Anzeige |

Patentansprüche

1. Regelsystem für einen Schiffsantrieb mit einem Fahrhebel (1) dessen Stellung (FS) einen Leistungswunsch repräsentiert, mit einer Sollwert-Vorgabe (2) zur Vorgabe eines Sollwerts (nSW, PhiSW) in Abhängigkeit der Stellung (FS) des Fahrhebels (1) und mit einem Drehzahl-Regelkreis (3, 4) zur Drehzahl-Regelung eines Motors (4) anhand des Sollwerts (nSW), **dadurch gekennzeichnet, dass** in einer ersten Betriebsart (MOD1) der Drehzahl-Regelkreis (3, 4) aktiviert wird, in einer zweiten Betriebsart (MOD2) zusätzlich ein Schiffsgeschwindigkeits-Regelkreis (8 bis 11) zur Schiffsgeschwindigkeits-Regelung aktiviert wird, wobei der Schiffsgeschwindigkeits-Regelkreis (8 bis 11) auf den Drehzahl-Regelkreis (3, 4) einwirkt und der Schiffsgeschwindigkeits-Regelkreis (8 bis 11) wiederum maßgeblich von der Stellung (FS) des Fahrhebels (1) bestimmt wird.
2. Regelsystem nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei Aktivierung der zweiten Betriebsart (MOD2) geprüft wird, ob ein Schiffsgeschwindigkeits-Istwert (vIST) einen plausiblen Wert aufweist und bei einem nicht plausiblen Wert der erste Betriebsmodus (MOD1) aktiviert wird.
3. Regelsystem nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** zusätzlich geprüft wird, ob der Fahrhebel (1) sich im Vorausbereich befindet.
4. Regelsystem nach Anspruch 1, 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Schiffsgeschwindigkeits-Regelkreis (8 bis 11) Bestandteil der Sollwert-Vorgabe (2) ist.
5. Regelsystem nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Sollwert-Vorgabe (2) eine Kennlinie (8), ein PI-Glied (9), einen Vergleicher (10) und ein Kennfeld (11) aufweist.
6. Regelsystem nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** mittels der Kennlinie (8) aus der Stellung (FS) des Fahrhebels (1) ein Schiffsgeschwindigkeits-Sollwert (vSW) berechnet wird ($vSW=f(FS)$), eine Schiffsgeschwindigkeits-Abweichung (dv) aus dem Schiffsgeschwindigkeits-Sollwert (vSW) und dem Schiffsgeschwindigkeits-Istwert (vIST) berechnet wird ($dv=vSW-vIST$) und mittels des PI-Glieds (9) aus der Schiffsgeschwindigkeits-Abweichung (dv) ein erster Fahrhebel-Wert (FS1) berechnet wird ($FS1=f(dv)$).

7. Regelsystem nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei der Berechnung des Schiffsgeschwindigkeits-Sollwerts (vSW) die Anzahl der sich im Betrieb und eingekuppelten Zustand befindenden Motoren (4) mitberücksichtigt wird. 5
8. Regelsystem nach Anspruch 6 oder 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schiffsgeschwindigkeits-Abweichung (dv) mit einem Grenzwert (GW) verglichen wird und bei positivem Ergebnis (dv>GW) zusätzlich eine Fehlermeldung ausgegeben wird. 10
9. Regelsystem nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** geprüft wird, ob der erste Fahrhebel-Wert (FS1) innerhalb eines Toleranzbandes (GW1, GW2) liegt und bei einem nicht zulässigen ersten Fahrhebel-Wert (FS1) dieser auf eine Vorgabewert begrenzt wird. 15
10. Regelsystem nach den Ansprüchen 5 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** mittels des Vergleichers (10) aus der Stellung (FS) des Fahrhebels (1) und dem ersten Fahrhebel-Wert (FS1) ein zweiter Fahrhebel-Wert (FS2) berechnet wird (FS2=f(FS, FS1)). 20 25
11. Regelsystem nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** in der ersten Betriebsart (MOD1) der zweite Fahrhebelwert (FS2) auf den Wert entsprechend der Stellung (FS) des Fahrhebels (1) gesetzt wird (FS2=FS). 30
12. Regelsystem nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** in der zweiten Betriebsart (MOD2) der Wert entsprechend der Stellung der (FS) des Fahrhebels (1) und der erste Fahrhebel-Wert (FS1) miteinander verglichen werden. 35
13. Regelsystem nach den Ansprüchen 10 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** geprüft wird, ob der zweite Fahrhebel-Wert (FS2) innerhalb eines Toleranzbandes (GW1, GW2) liegt und bei einem nicht zulässigen zweiten Fahrhebel-Wert (FS2) dieser auf einen innerhalb des Toleranzbandes liegenden Vorgabewert begrenzt wird. 40 45
14. Regelsystem nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** mittels des Kennfelds (11) aus dem zweiten Fahrhebel-Wert (FS2) der Sollwert (nSW, PhiSW) berechnet wird. 50
15. Regelsystem nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei einer Antriebsanlage mit mehreren Motoren (4) und mehreren Verstellpropellern (7) der Sollwert (nSW(i), i = 1, 2, 3...; PhiSW(j), j = 1, 2, 3...) für alle Motoren (4) von der Sollwert-Vorgabe (2) vorgegeben wird. 55
16. Regelsystem nach Anspruch 1 oder 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei einer Antriebsanlage mit Verstellpropeller (7) der Sollwert für den Drehzahlregelkreis (nSW, nSW(i)) und der Sollwert (PhiSW, PhiSW(j)) für einen Verstellpropeller-Regelkreis (5, 6) in Abhängigkeit der verfügbaren Antriebsleistung (P) von der Sollwert-Vorgabe (2) berechnet wird.
17. Regelsystem nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die erste (MOD1) oder zweite Betriebsart (MOD2) mittels einer im Fahrhebel (1) integrierten Auswahleinrichtung aktiviert wird.

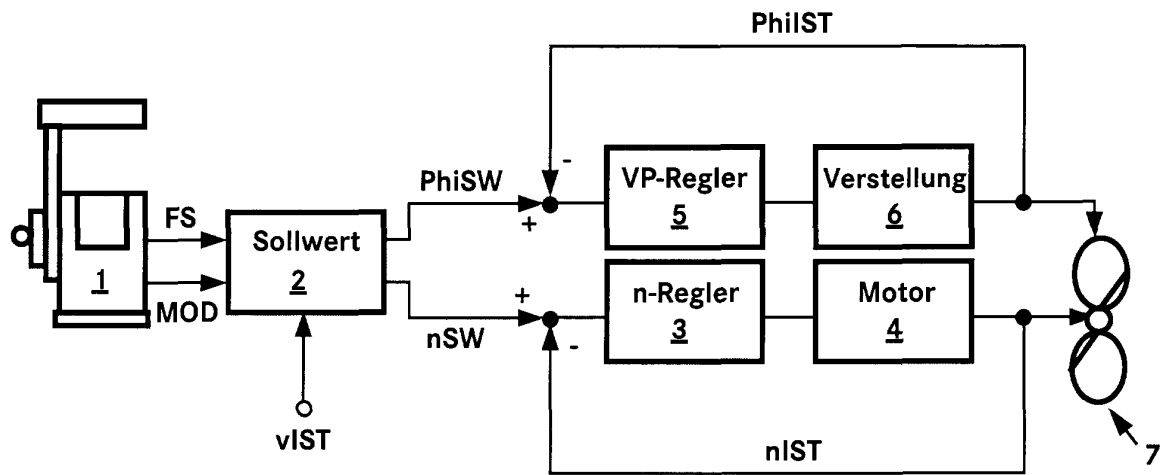


Fig. 1

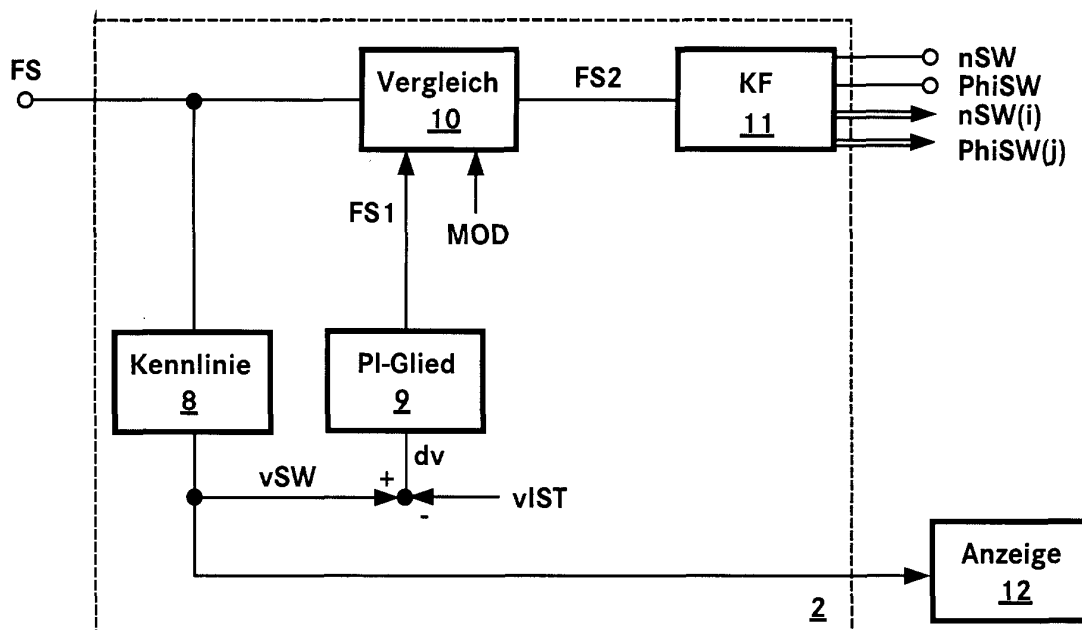


Fig. 2

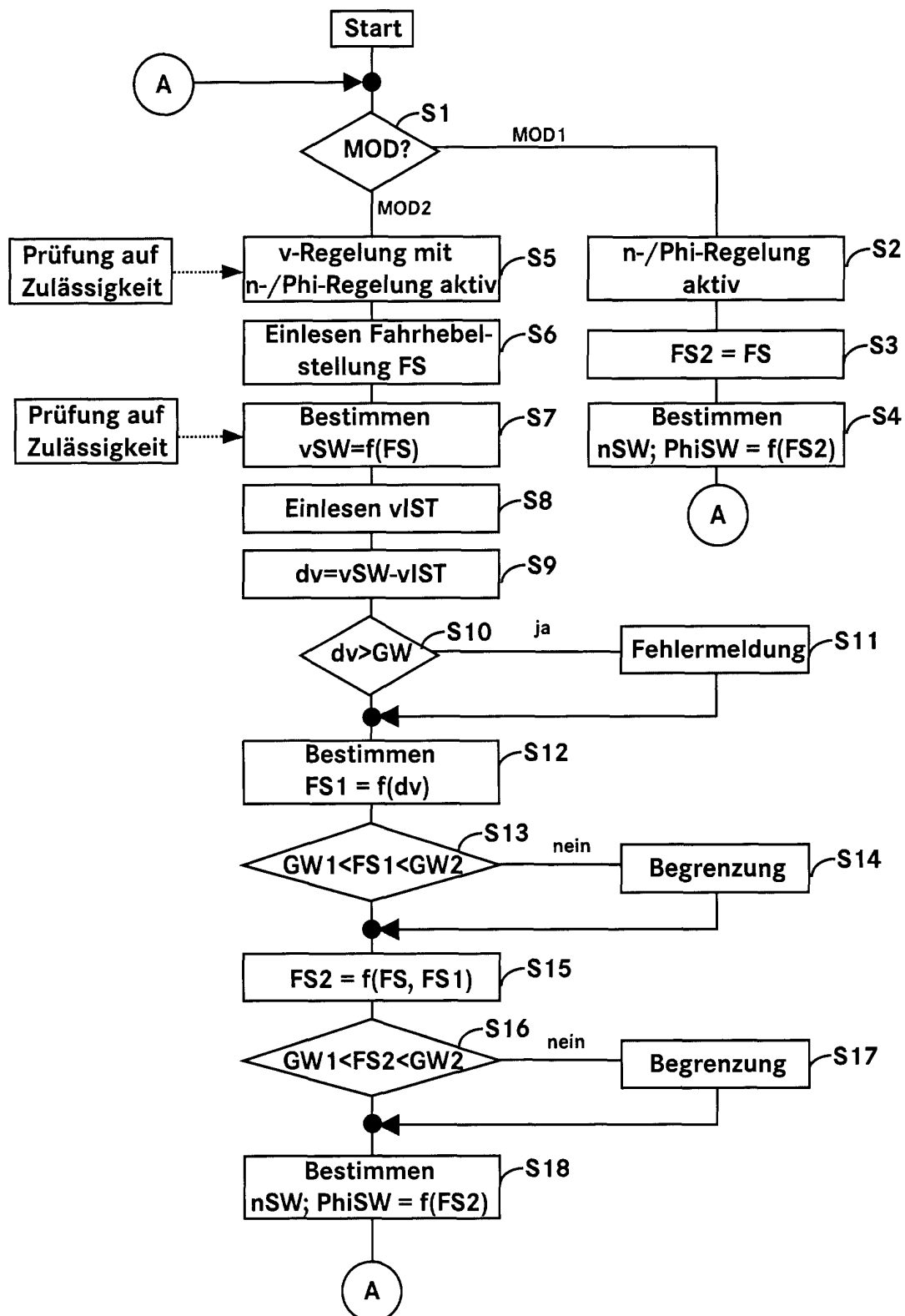


Fig. 3