(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) EP 1 107 908 B1

(12) # EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
27.11.2002 Patentblatt 2002/48

(21) Anmeldenummer: **99944551.3**

(22) Anmeldetag: **28.08.1999**

(51) Int Cl.[7]: **B63H 23/02**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP99/06355

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 00/013969 (16.03.2000 Gazette 2000/11)

(54) **VERFAHREN ZUR STEUERUNG EINES LASTSCHALTBAREN MEHRGANG-SCHIFFSGETRIEBES**

METHOD FOR CONTROLLING A POWER-SHIFT MULTI-SPEED BOAT TRANSMISSION

PROCEDE DE COMMANDE D'UNE BOITE DE VITESSES DE BATEAU COMMUTABLE SOUS CHARGE

(84) Benannte Vertragsstaaten:
BE DE FR GB IT

(30) Priorität: **03.09.1998 DE 19840082**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
20.06.2001 Patentblatt 2001/25

(73) Patentinhaber: **ZF FRIEDRICHSHAFEN Aktiengesellschaft**
88038 Friedrichshafen (DE)

(72) Erfinder: **HUNOLD, Bernard**
D-88046 Friedrichshafen (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
DE-A- 1 949 938
US-A- 5 730 682

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

EP 1 107 908 B1

Printed by Jouve, 75001 PARIS (FR)

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Steuerung eines lastschaltbaren Mehrgang-Schiffsgetriebes nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

[0002] Mehrgang-Schiffsgetriebe in Kombination mit einem Festpropeller oder Waterjet sind bekannt. Derartige Getriebe erlauben eine variable Anpassung des Motors an unterschiedliche Betriebsbedingungen, wodurch der Motor stets im optimalen Drehzahlbereich arbeiten kann.

[0003] Die DE 196 24 913 A1 offenbart ein Marineantriebssystem mit einem Motor, einem Schaltmechanismus und einer programmierbaren elektronischen Steuervorrichtung mit einer Schaltparametermatrix. Die elektronische Steuervorrichtung überwacht die Motorbelastung und die Umdrehungsrate und erzeugt ein Steuersignal, welches die Schaltvorgänge steuert.

[0004] Aus der DE 19 49 938 ist eine Schaltautomatik für eine Schiffsantriebsanlage mit ein- oder mehrstufigem Getriebe bekannt, wobei ein erster Regelkreis über das Drehmoment des Schiffspropellers die den anstehenden Fahrtbedingungen erforderliche Abtriebsdrehzahl des Getriebes einstellt und ein zweiter Regelkreis Motordrehzahl und Motorfüllung in Abhängigkeit vom ersten Regelkreis steuert.

[0005] Der obengenannte Stand der Technik erfordert eine Abstimmung des Getriebes mit der Motorelektronik. Es ist folglich nicht möglich, unterschiedliche Getriebetypen mit unterschiedlichen Motoren ohne hohen Anpassungs- und Kostenaufwand zu kombinieren.

[0006] Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Steuerung eines lastschaltbaren Mehrgang-Schiffsgetriebes zur Verfügung zu stellen, welches automatisch eine variable Anpassung an unterschiedliche Betriebsbedingungen erlaubt, ohne eine Abstimmung des Getriebes mit der Motorelektronik zu erfordern.

[0007] Dadurch soll das erfindungsgemäße Verfahren universell einsetzbar sein.

[0008] Zudem soll der Gangwechsel ohne Zugkraftunterbrechung erfolgen. Dies ist insbesondere bei schnellen Schiffen von großer Bedeutung, damit das Schiff nicht während des Schaltvorgangs von der widerstandarmen Gleitfahrt in die Verdrängerfahrt zurückfällt.

[0009] Diese Aufgabe ist gemäß der Erfindung durch die Merkmale des Patentanspruchs 1 gelöst. Weitere Ausgestaltungen der Erfindung gehen aus den Unteransprüchen hervor.

[0010] Dementsprechend wird vorgeschlagen, die Beschleunigungsabsicht aus der Bewegung des Fahrhebels bzw. aus der Änderung der Getriebeeingangsdrehzahl abzuleiten und dementsprechend einen Schaltvorgang bei unterschiedlichen Motordrehzahlen einzuleiten.

[0011] Folglich wird eine schnelle Bewegung des Fahrhebels bzw. ein schneller Hochlauf des Motors als Absicht zu möglichst hoher Beschleunigung des Schiffs interpretiert und der Schaltpunkt in den höheren Gang zu hohen Motordrehzahlen hin verschoben. Die Motordrehzahl beim Schaltpunkt kann z. B. in einem derartigen Fall 95 % der Nenndrehzahl betragen und liegt vorzugsweise im Intervall zwischen 80 % und 100 % der Nenndrehzahl.

[0012] Dahingegen wird eine langsame Bewegung des Fahrhebels bzw. ein langsamer Hochlauf des Motors als Absicht zu möglichst moderater Beschleunigung des Schiffs interpretiert und der Schaltpunkt in den höheren Gang zu niedrigen Motordrehzahlen hin verschoben. Hierbei ist ein typischer Wert für die Motordrehzahl beim Schaltpunkt 75 % der Nenndrehzahl. Andere Werte für die Motordrehzahl beim Schaltpunkt können im Intervall zwischen 60 % und 80 % der Nenndrehzahl liegen.

[0013] Erfindungsgemäß wird die Hochschaltung nur bei geschaltetem Vorwärtsgang eingeleitet. Aus Sicherheitsgründen kann bei einer Rückwärtsfahrt der schnelle Gang nicht geschaltet werden.

[0014] Zudem - ebenfalls aus Sicherheitsgründen - wird bei Ausfall der Steuerung der langsame Gang geschaltet, da im allgemeinen eine unerwartete Beschleunigung kritischer als eine unerwartete Verzögerung ist.

[0015] Gemäß der Erfindung wird auch die Rückschaltung automatisch übernommen. Hierbei bleibt der eingeschaltete schnelle Gang geschaltet, bis die Motordrehzahl eine Rückschaltdrehzahl unterschreitet. Erst dann wird die Rückschaltung eingeleitet. Ein typischer Wert für die Rückschaltdrehzahl ist 50 % der Nenndrehzahl.

[0016] Gemäß der Erfindung ist die Möglichkeit einer "Kick-down"-Rückschaltung vorgesehen, wenn in einem Drehzahlbereich oberhalb der Rückschaltdrehzahl beschleunigt werden soll.

[0017] Bei Schiffen, die mit einer Mehrmaschinenanlage ausgerüstet sind, erfolgt der Schaltvorgang gleichzeitig bei allen Getrieben, sobald ein Getriebe das Schaltkriterium erfüllt.

[0018] Optional kann während des Schaltvorgangs die Motordrehzahl abgesenkt werden.

[0019] Das hier beschriebene Verfahren sieht auch die Möglichkeit einer manuellen Schaltung vor. Um eine Beschädigung der Antriebsanlage durch Fehlbedienung zu vermeiden, ist jedoch der Drehzahlbereich für manuelle Schaltung begrenzt, wobei ein hierfür typischer Wert 45 % der Nenndrehzahl ist. Bei höheren Motordrehzahlen wird die eingelegte Gangstellung blokkiert.

[0020] Das erfindungsgemäße Steuerungsverfahren weist den Vorteil auf, daß eine aufwendige Abstimmung mit der Motorelektronik nicht erforderlich ist. Somit sind mehrere Getriebetypen mit mehreren Motoren kombinierbar.

[0021] Die Erfindung ist im folgenden anhand der einzigen Figur näher erläutert, die ein Diagramm zur Verdeutlichung des Zusammenhangs zwischen der Stellgeschwindigkeit des Fahrhebels und der Hochschalt-

drehzahl sowie der Rückschaltdrehzahl des Motors im Rahmen des erfindungsgemäßen Verfahrens darstellt.

[0022] Gemäß der Figur besteht ein linearer Zusammenhang zwischen der Hochschaltdrehzahl und der Stellgeschwindigkeit des Fahrhebels, der durch die durchgezogene Linie 1 dargestellt ist: Bei geringer Stellgeschwindigkeit des Fahrhebels wird anhand des konkreten Beispiels bereits bei 70 % der Nenndrehzahl n_max hochgeschaltet, wodurch die Beschleunigung des Schiffes moderat bleibt. Dieser Schaltpunkt ist in der Figur mit A bezeichnet. Im Gegensatz dazu steigt die Hochschaltdrehzahl mit steigender Stellgeschwindigkeit des Fahrhebels und beträgt im Extremfall bei Punkt B ca. 100 % der Nenndrehzahl, um einen maximalen Beschleunigungswert zu erzielen.

[0023] Obwohl der hier gezeigte Zusammenhang linear ist, kann erfindungsgemäß auch eine andere Beziehung der beiden Größen Stellgeschwindigkeit und Hochschaltdrehzahl zugrunde gelegt werden. Ebenfalls sind auch andere Werte für die Einleitung der Schaltvorgänge realisierbar.

[0024] Aus der Figur kann auch die Rückschaltcharakteristik abgelesen werden. Diese wird durch die gepunktete Linie 2 dargestellt. Demnach ist der Rückschaltpunkt C unabhängig von der Stellgeschwindigkeit des Schalthebels und beträgt in diesem Fall 50 % der Nenndrehzahl, wobei auch andere Werte realisierbar sind.

[0025] Folglich bleibt bei Rücknahme der Schiffsgeschwindigkeit bis zu dieser Rückschaltdrehzahl der höhere Gang geschaltet; erst nach Unterschreiten dieser Drehzahl wird in den kleineren Gang zurückgeschaltet.

[0026] Der Zusammenhang zwischen der Änderungsgeschwindigkeit der Getriebeeingangsdrehzahl und der Hochschaltdrehzahl kann mit Hilfe dieses Diagramms ebenfalls veranschaulicht werden, weil ein direkter Zusammenhang zwischen der Anderung der Getriebeeingangsdrehzahl und der Stellgeschwindigkeit des Fahrhebels besteht: Je schneller der Fahrhebel bewegt wird, desto schneller wird die Motordrehzahl erhöht.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Steuerung mindestens eines lastschaltbaren Mehrgang-Schiffsgetriebes in Kombination mit einem Festpropeller oder Waterjet, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Hochschaltungsdrehzahl eine Funktion einer die Beschleunigungsabsicht anzeigenden Größe ist.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Hochschaltungsdrehzahl eine Funktion der Stellgeschwindigkeit des Fahrhebels ist.

3. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Hochschaltungsdrehzahl eine Funktion der Änderungsgeschwindigkeit der Getriebeeingangsdrehzahl ist.

4. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** eine hohe Stellgeschwindigkeit des Fahrhebels bzw. ein schneller Anstieg der Getriebeeingangsdrehzahl als Absicht zu möglichst hoher Beschleunigung des Schiffs interpretiert wird und der Schaltpunkt in den höheren Gang zu hohen Motordrehzahlen hin verschoben wird.

5. Verfahren nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Motordrehzahl beim Schaltpunkt im Intervall zwischen 80 % und 100 % der Nenndrehzahl liegt.

6. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** eine niedrige Stellgeschwindigkeit des Fahrhebels bzw. ein langsamer Anstieg der Getriebeeingangsdrehzahl als Absicht zu moderater Beschleunigung des Schiffs interpretiert wird und der Schaltpunkt in den höheren Gang zu niedrigen Motordrehzahlen hin verschoben wird.

7. Verfahren nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Motordrehzahl beim Schaltpunkt im Intervall zwischen 60 % und 80 % der Nenndrehzahl liegt.

8. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Hochschaltung nur bei geschaltetem Vorwärtsgang eingeleitet wird.

9. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** bei einer Rückwärtsfahrt nicht hochgeschaltet werden kann.

10. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** bei Ausfall der Steuerung der langsame Gang geschaltet wird.

11. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Rückschaltung automatisch übernommen wird, wobei der eingeschaltete schnelle Gang geschaltet bleibt, bis die Motordrehzahl eine Rückschaltdrehzahl unterschreitet.

12. Verfahren nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Rückschaltdrehzahl im Intervall zwischen 35 % und 70 % Nenndrehzahl des Motors liegt.

13. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprü-

che, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Möglichkeit einer "Kick-down"-Rückschaltung vorgesehen ist, wenn in einem Drehzahlbereich oberhalb der Rückschaltdrehzahl beschleunigt werden soll.

14. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** bei Schiffen, die mit einer Mehrmaschinenanlage ausgerüstet sind, der Schaltvorgang gleichzeitig bei allen Getrieben erfolgt, sobald ein Getriebe das Schaltkriterium erfüllt.

15. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** während des Schaltvorgangs die Motordrehzahl abgesenkt wird.

16. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Möglichkeit einer manuellen Schaltung vorgesehen ist, wobei, um eine Beschädigung der Antriebsanlage durch Fehlbedienung zu vermeiden, der Drehzahlbereich für manuelle Schaltung begrenzt wird.

17. Verfahren nach Anspruch 16, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Drehzahlbereich für manuelle Schaltung auf einem Wert zwischen 35 % und 60 % der Nenndrehzahl begrenzt ist.

Claims

1. Method of controlling at least one power shiftable multi-speed vessel transmission in combination with a fixed pitch propeller or water-jet, **characterized in that** the upshift speed is a function of a quantity indicating the acceleration intention.

2. Method according to claim 1, **characterized in that** the upshift speed is a function of the actuating speed of the throttle.

3. Method according to claim 1, **characterized in that** the upshift speed is a function of the rate of change of the transmission input speed.

4. Method according to one of the preceding claims, **characterized in that** a high actuating speed of the throttle and/or a rapid increase of the transmission input speed is interpreted as an intention to achieve maximum acceleration of the vessel and the shift point into the higher gear is displaced towards high engine speeds.

5. Method according to claim 5, **characterized in that** the engine speed at the shift point lies in the range of between 80% and 100% of the rated speed.

6. Method according to one of the preceding claims, **characterized in that** a low actuating speed of the throttle and/or a slow increase of the transmission input speed is interpreted as an intention to achieve moderate acceleration of the vessel and the shift point into the higher gear is displaced towards low engine speeds.

7. Method according to claim 6, **characterized in that** the engine speed at the shift point lies in the range of between 60% and 80% of the rated speed.

8. Method according to one of the preceding claims, **characterized in that** the upshift is initiated only when forward gear is engaged.

9. Method according to one of the preceding claims, **characterized in that** an upshift may not be effected while travelling in reverse.

10. Method according to one of the preceding claims, **characterized in that**, in the event of failure of the control, the slow gear is engaged.

11. Method according to one of the preceding claims, **characterized in that** the downshift is effected automatically, wherein the engaged fast gear remains selected until the engine speed drops below a downshift speed.

12. Method according to claim 11, **characterized in that** the downshift speed lies in the range of between 35% and 70% of the rated speed of the engine.

13. Method according to one of the preceding claims, **characterized in that** the possibility of a "kick-down" downshift is provided when acceleration is to be effected in a speed range above the downshift speed.

14. Method according to one of the preceding claims, **characterized in that**, in vessels equipped with a multi-engine installation, the shift operation is effected simultaneously in all transmissions as soon as one transmission meets the shift criterion.

15. Method according to one of the preceding claims, **characterized in that** the engine speed is lowered during the shift operation.

16. Method according to one of the preceding claims, **characterized in that** the possibility of manual shifting is provided, wherein, in order to prevent the power transmission system from being damaged by maloperation, the speed range for manual shifting is limited.

17. Method according to claim 16, **characterized in**

that the speed range for manual shifting is limited to a value of between 35% and 60% of the rated speed.

Revendications

1. Procédé de commande d'au moins une transmission de bateau à rapports multiples à changement de rapport sous charge, en combinaison avec une hélice fixe ou un réacteur à eau, **caractérisé en ce que** la vitesse de rotation de changement de rapport en montée est fonction d'une grandeur indiquant l'intention d'accélération.

2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la vitesse de rotation de changement de rapport en montée est une fonction de la vitesse de manoeuvre du levier des gaz.

3. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la vitesse de rotation de changement de rapport en montée est une fonction de la vitesse de variation de la vitesse de rotation d'entrée de la transmission.

4. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'**une grande vitesse de manoeuvre du levier des gaz ou une élévation rapide de la vitesse de rotation d'entrée de la transmission est interprétée comme une intention d'accélération du bateau aussi grande que possible et le point de changement de rapport vers la vitesse supérieure est décalé vers de plus grandes vitesses de rotation du moteur.

5. Procédé selon la revendication 5, **caractérisé en ce que** la vitesse de rotation du moteur au point de changement de rapport se trouve dans l'intervalle compris entre 80 % et 100 % de la vitesse de rotation nominale.

6. Procédé l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'**une petite vitesse de manoeuvre du levier des gaz ou une élévation lente de la vitesse de rotation d'entrée de la transmission est interprétée comme une intention d'accélération modérée du bateau, et le point de changement de rapport vers la vitesse supérieure est décalé vers de basses vitesses de rotation du moteur.

7. Procédé selon la revendication 6, **caractérisé en ce que** la vitesse de rotation du moteur au point de changement de rapport est située dans l'intervalle compris entre 60 % et 80 % de la vitesse de rotation nominale.

8. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le changement de rapport en montée n'est déclenché que si une vitesse de marche avant est enclenchée.

9. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que**, en marche arrière, on ne peut pas changer de rapport en montée.

10. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que**, en cas de défaillance de la commande, la vitesse lente est enclenchée.

11. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la rétrogradation est réalisée automatiquement, la vitesse rapide enclenchée restant enclenchée jusqu'à ce que la vitesse de rotation du moteur devienne inférieure à une vitesse de rotation de rétrogradation.

12. Procédé selon la revendication 11, **caractérisé en ce que** la vitesse de rotation de rétrogradation est située dans l'intervalle compris entre 35 % et 70 % de la vitesse de rotation nominale du moteur.

13. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la possibilité d'une rétrogradation par «kick-down» est prévue lorsqu'on doit accélérer dans une gamme de vitesse de rotation située au-dessus de la vitesse de rotation de rétrogradation.

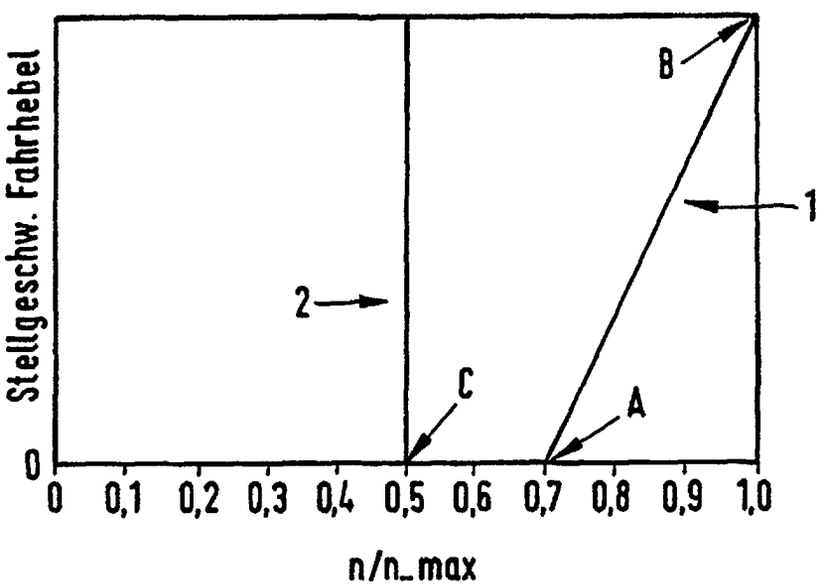
14. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que**, dans le cas de bateaux qui sont équipés d'une installation à moteurs multiples, le processus de changement de rapport s'effectue simultanément dans toutes les transmissions dès qu'une transmission remplit le critère de changement de rapport.

15. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la vitesse de rotation du moteur est abaissée pendant le processus de changement de rapport.

16. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la possibilité d'un changement de rapport manuel est prévue et, pour éviter une détérioration de l'installation de propulsion par une fausse manoeuvre, l'intervalle de vitesse de rotation pour le changement de rapport manuel est limité.

17. Procédé selon la revendication 16, **caractérisé en ce que** l'intervalle de vitesse de rotation pour le changement de rapport manuel est limité à une valeur comprise entre 35 % et 60 % de la vitesse de rotation nominale.

FIG.1


Stellgeschw. Fahrhebel
0
0
0,1
0,2
0,3
0,4
0,5
0,6
0,7
0,8
0,9
1,0
n/n_max
A
B
C
1
2