

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 935 553 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
19.09.2001 Patentblatt 2001/38

(51) Int Cl.7: **B63H 5/10**, B63H 5/14,
B63H 1/28, B63H 23/00
// B63H11/08, B63H25/42

(21) Anmeldenummer: **97950145.9**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP97/06207

(22) Anmeldetag: **07.11.1997**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 98/19907 (14.05.1998 Gazette 1998/19)

(54) **DOPPELPROPELLER-ANTRIEB FÜR WASSERFAHRZEUGE**

DUAL PROPELLER PROPULSION SYSTEM FOR A WATER CRAFT

SYSTEME DE PROPULSION A DOUBLE HELICE POUR NAVIRES

(84) Benannte Vertragsstaaten:
BE DE DK ES FI FR GB GR IE IT NL PT SE

(30) Priorität: **07.11.1996 DE 29619385 U**
22.11.1996 DE 19648417
18.04.1997 DE 29707028 U

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
18.08.1999 Patentblatt 1999/33

(73) Patentinhaber: **Schottel GmbH & Co KG.**
D-56322 Spay am Rhein (DE)

(72) Erfinder:
• **REUTER, Reinhold**
D-56281 Schwall (DE)
• **KAUL, Stefan**
D-56307 Harschbach (DE)

(74) Vertreter: **Walter, Helmut, Dipl.-Ing.**
Aubinger Strasse 81
81243 München (DE)

(56) Entgegenhaltungen:

DE-A- 1 556 851	DE-A- 2 911 830
DE-A- 4 440 738	DE-A- 19 618 247
DE-B- 1 094 622	DE-C- 293 611
DE-U- 29 619 385	DE-U- 29 707 028
GB-A- 515 469	GB-A- 832 164
GB-A- 2 190 344	US-A- 2 691 356
US-A- 4 074 652	US-A- 4 182 118
US-A- 5 222 863	

- **NN.: "Double the props: half the problem"**
MOTORSHIP., Bd. 77, Nr. 915, Oktober 1996,
LONDON GB, Seiten 47-48, **XP000629396**
- **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN** vol. 12, no. 96,
26.Dezember 1996 & **JP 08 207895 A**
(**ISHIKAWAJIMA HARIMA HEAVY IND CO LTD**),
13.August 1996
- **F. SASS ET AL. (HSG.): 'DUBBEL Taschenbuch**
für den Maschinenbau, Erster Band', 1974,
SPRINGER-VERLAG, BERLIN DE XP002061440
siehe Seite 332 - Seite 336
- **F. SASS ET AL (HSG.): "DUBBEL Taschenbuch**
für den Maschinenbau, Zweiter Band" 1974 ,
SPRINGER-VERLAG , BERLIN DE XP002061441
siehe Seite 429 - Seite 430
- **K. MAGENS: 'Permasyn - Ein permanenter**
Synchronmotor für den Schiffsbetrieb'
JAHRBUCH DER SCHIFFBAUTECHNISCHEN
GESELLSCHAFT Bd. 81, 1988, BERLIN DE,
Seiten 221 - 227, **XP002043270**
- **J. DE SALIS: "Poseidon multiphase technology"**
WORLD PUMPS., Nr. 319, April 1993, **OXFORD**
GB, Seiten 16 -17, **XP000363349**

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 0 935 553 B1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf einen Wasserstrahlantrieb mit einer Antriebsmaschine und einem Doppelpropeller, der von der Antriebsmaschine angetrieben wird.

[0002] Solche Antriebe sind in einer Ausbildung derart bekannt, daß die eigentliche Antriebsmaschine, insbesondere ein Dieselmotor innerhalb des Schiffsrumpfes angeordnet ist und ein Getriebe als weiterer Teil der Antriebsmaschine sich in einer Gondel unterhalb des Schiffsrumpfes befindet, aus der an einander entgegengesetzten Enden an das Getriebe angeschlossene Wellen herausgeführt sind, die an ihren äußeren Enden mit je einem von zwei als gleich dargestellten Propellern drehfest verbunden sind. Eine solche Lösung ist in DE 44 40 738 A1 beschrieben, wobei wesentliches Merkmal ein zwischen beiden Propellern angeordneter Leitapparat ist, der den Drall im Wasser nach dem Verlassen des in Fahrtrichtung vorderen Propellers beseitigt, so daß dieses Wasser den in Fahrtrichtung hinteren Propeller mit höherer Energie, aber ebenso drallfrei wie den vorderen Propeller, anströmt. Der Leitapparat wird gebildet von Leitschaufeln und einem Schaft, der die Gondel bzw. das Unterwassergehäuse mit dem Schiffsrumpf verbindet. Ein solcher Antrieb ist mit einigen zusätzlichen Informationen auch in "THE MOTORSHIP", Oktober 1996, Seiten 47, 48 "Double the props: half the problem" beschrieben. Zu diesen zusätzlichen Informationen gehört die Angabe, daß das Unterwassergehäuse bzw. die Gondel strömungsgünstig optimiert ist, ohne daß nähere Angaben gemacht sind, was darunter im einzelnen zu verstehen ist. Jedenfalls ergibt sich aber aus dem Gesamtzusammenhang, daß die Gondel in ihrer strömungsgünstigen Ausbildung Träger des Leitapparates, nicht dagegen Teil des Leitapparates ist, was bedeutet, daß keine Angaben gemacht sind, aus denen auf eine den Leitapparat funktionell unterstützende Wirkung der Gondel geschlossen werden könnte. Auch sind trotz der relativ ausführlichen Erörterung des Antriebes keine Angaben über die Ausbildung der Schaufeln des in Strömungsrichtung zweiten Propellers im Sinn der vorliegenden Erfindung gemacht. Zu den zusätzlichen Angaben gehört insoweit lediglich, daß gleiche Propellergröße einer weiteren zur Wirkungsverbesserung dadurch möglich ist, daß eine spezielle Geometrie für den hinteren Propeller entwickelt wurde, ohne daß ein Hinweis enthalten ist, wodurch sich diese spezielle Geometrie auszeichnet. Gattungsgemäße Antriebe sind auch in der Ausbildung bekannt, daß der gesamte Antrieb sich in der vorerwähnten Gondel befindet. Bei dieser Lösung bietet sich als Antriebsmaschine ein Elektromotor für die Propeller an beiden Gondelenden an, dem die elektrische Energie von einer Stromerzeugungsanlage zugeführt wird, die im Schiffsrumpf untergebracht ist. Eine solche Lösung ist in EP 0 590 867 A1 beschrieben.

[0003] Bei dem Antrieb der erstgenannten Ausbildung wird eine Welle zwischen dem Antriebsmotor innerhalb des Schiffsrumpfes und seinem Getriebe in der Gondel, bei dem Antrieb der zweitgenannten Ausbildung werden die elektrischen Leitungen zwischen der Stromerzeugungsanlage innerhalb des Schiffsrumpfes und dem Elektromotor in der Gondel von einem Hüllrohr umgeben. Dieses Hüllrohr ist der vorerwähnte Schaft, der zusammen mit Leitschaufeln den Leitapparat bildet. Wird das Hüllrohr am oberen Ende um seine Längsachse drehbar dem Schiffsrumpf zugeordnet und trägt an seinem unteren Ende drehfest die Gondel, so kann ihm ein Stellmotor zugeordnet werden, der das Hüllrohr mit der Gondel und den dieser zugeordneten Propellern zwangsweise um die Längsachse des Hüllrohres zu drehen vermag, sodaß sich die Abströmrichtung des hinteren Propellers ins freie Wasser ändert und eine Ruderdoppelpropelleranlage vorliegt. Außerdem ist bei der erstgenannten Ausführungsform das Hüllrohr als Teil des Leitgitters ausgebildet.

[0004] Vor diesem und weiterem Stand der Technik, der jedoch im Hinblick auf die vorliegende Erfindung keine weiteren Aspekte bringt, ist es Aufgabe der vorliegenden Erfindung, einen Schiffsantrieb mit Doppelpropeller so zu optimieren, daß ein gemäß dem heutigen Erkenntnisstand optimaler Wirkungsgrad erreicht wird, der bauliche und fertigungstechnische Aufwand nicht wesentlich über dem liegt, der mit dem Stand der Technik verbunden ist.

[0005] Die erfindungsgemäße Lösung dieser Aufgabe besteht in der Kombination einzelner, in zweckmäßiger Weise ausgewählter Einzelproblemlösungen, nicht nur zur Summierung, sondern zur Potenzierung der Einzelveile zu einem in seiner Gesamtheit optimalen Gesamtkonzept.

[0006] Demzufolge bezieht sich der erfindungsgemäße Schiffsantrieb auf einen Wasserstrahlantrieb mit zwei an den Enden einer aus einer Gondel außerhalb des Schiffsrumpfes herausgeführten Propellern, einem in der Gondel angeordneten Antrieb, dem Energie aus dem Schiffsrumpf heraus durch ein Hüllrohr zugeführt wird, dessen eines Ende dem Schiffsrumpf, dessen anderes Ende der Gondel zugeordnet ist, wobei das Hüllrohr Teil eines Leitapparates ist, durch den der in der Fahrtrichtung des Wasserfahrzeuges vordere Propeller am einen Wellen- und Gondelende angeordneten Propeller mit angereicherter Strömungsenergie verlassende Wasserstrahl drallfrei macht, um den den vorderen Propeller verlassenden Wasserstrahl energiereich aber drallarm dem in der Fahrtrichtung des Wasserfahrzeuges hinteren Propeller zuzuführen, wozu beide Propeller von dem Antrieb in der Gondel in gleicher Drehrichtung angetrieben werden und im Bereich des Strahlquerschnittes im wesentlichen gleich ausgebildet sind. Bei dem gattungsgemäßen Schiffsantrieb hat das Unterwassergehäuse bzw. die Gondel eine optimierte Form und hat der in der Fahrtrichtung des Wasserfahrzeuges hintere der beiden Propeller eine spezielle Geometrie gemäß "Motorship Bd. 77, Nr. 915, Oktober 1996, London, Seiten 47, 48 "Double the props: half the problem".

[0007] Bei dem erfindungsgemäßen Antrieb haben die beiden Propeller derart im wesentlichen gleiche Durchmesser,

daß der in der Fahrtrichtung des Wasserfahrzeuges vordere Propeller im gesamten Durchmesserbereich und der in der Fahrtrichtung des Wasserfahrzeuges hintere Propeller im Durchmesserbereich, der durch die Strahlkontraktion beim Verlassen des vorderen Propellers bestimmt ist beide, unterschiedliche Schaufelkonfiguration, während der in Fahrtrichtung des Wasserfahrzeugs vordere Propeller und der in Fahrtrichtung des Wasserfahrzeugs hintere Propeller in einem radial außerhalb des durch die Strahlkontraktion bestimmten Durchmesserbereichs liegenden ringförmigen Bereich gleiche Schaufelkonfiguration haben.

[0008] Diese und weitere Merkmale der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung von mehreren Ausführungsbeispielen der Erfindung, den in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispielen der Erfindung und schließlich aus den Ansprüchen.

[0009] In der Zeichnung zeigen

Fig. 1 ein erstes Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Wasserstrahlantriebes mit je einem Propeller an den Enden einer aus einem gondelartigen, strömungsgünstig ausgebildeten Unterwassergehäuse, das mittels eines Gehäuseschaftes bzw. Fußes an der Unterseite eines Schiffes unterhalb dieses Schiffes angeordnet ist und einen Elektromotor aufnimmt, an dessen Welle bzw. deren Enden je ein Propeller angeordnet ist;

Fig. 2 ein zweites Ausführungsbeispiel in einer gegenüber Fig. 1 zweckmäßigen weiteren Ausgestaltung;

Fig. 3 ein drittes Ausführungsbeispiel, bei dem im Unterwassergehäuse ein Winkeltrieb angeordnet ist, in den Antriebsenergie über einen in einem Hüllrohr bzw. Gehäuseschaft untergebrachten Wellenstrang von einem innenbords angeordneten Antriebsmotor aus zugeführt wird, der nicht dargestellt ist aber ein üblicher Verbrennungsmotor, ein Elektromotor oder dergl. sein kann;

Fig. 4 bis Fig. 6 in Darstellungen, die den vorherigen entsprechen, ein nochmals weiteres Ausführungsbeispiel in drei Varianten und mit einem Elektromotor im Unterwassergehäuse, dem Energie von einem Stromerzeuger innenbords über Kabel zugeführt wird, die durch den Gehäuseschaft geführt sind,

und

Fig. 7 eine Doppelpropellerausbildung, die besonders zweckmäßig ist und die eine Doppelpropelleranordnung ist, wie sie insbesondere Gegenstand der Erfindung ist und bei allen obengenannten Ausführungsformen angewendet werden kann.

[0010] Beschreibung der Ausführungsform gemäß Fig. 1

[0011] Der Antrieb besteht im wesentlichen aus einem Elektromotor 1 in einem Gehäuse 2 außerhalb, insbesondere unterhalb des Schiffsrumpfes und zwei Propellern, 3, 4, die von dem Elektromotor 1 angetrieben werden.

Die beiden Propeller werden in der Regel baulich unterschiedlich sein, obwohl sie Spitzenkreise 5 mit gleichem Durchmesser haben sowie eine ähnliche Flügelgeometrie haben können. Sie haben gleiche Drehrichtung und gleiche Drehzahl und werden zum Beispiel gemäß dem Pfeil A in gleicher Richtung angeströmt.

[0012] Der Elektromotor 1 ist in dem Unterwassergehäuse 2 wasserdicht angeordnet. Aus ihm ist beidseitig die Abtriebswelle 7 herausgeführt und seitlich vom Motor in je einen von zwei Lagern 8, 9 des Gehäuses 2 drehbar in diesem gelagert. Der Dichtung dienen Dichtungen 10, 11 seitlich der Lager 8, 9 zwischen Welle 7 und stirnseitigen Gehäusewänden 2a, 2b in Verbindung mit der Ausbildung der Stirnflächen als Teile von Labyrinthdichtungen. Außerhalb des Gehäuses 2 sind an die Welle 7 Wellenstummel 12, 13 angeflanscht, von denen je einer einen der beiden Propeller 3, 4 drehfest trägt. Stirnseitig schließen an das Gehäuse 2 Nabenkappen 14, 15 an, wobei eine stetige strömungsgünstige Außenkontur mit Kopf 14 im Bereich des vorderen Propellers 3, Mittelteil in der Form des Gehäuses 2 und Endteil 15 im Bereich des hinteren Propellers 4 gebildet wird. Die dem Gehäuse 2 zugekehrten Stirnwände 14a, 15a der Nabenkappen 14, 15 sind zweite Teile der Labyrinthdichtungen 16, 17 deren erste Teile die schon erwähnten Stirnflächen 2a, 2b sind. Das Gehäuse 2 ist am Schiffsrumpf mit einem Fuß 18 gehalten, der hohl ausgebildet ist, dessen Außenkontur Teil des Leitapparates 19 zwischen den Propellern 3, 4 ist, der weitere, dem Gehäuse 2 zugeordnete Schaufeln aufweist, von denen eine dem Fuß 18 diametral gegenüberliegende Schaufel mit 20 bezeichnet ist. Insgesamt sind die Schaufeln des Leitapparates 19 gleichmäßig um die Längsachse der Welle 7 verteilt fest dem Gehäuse 2 zugeordnet.

[0013] Insgesamt sind die Propeller 3, 4 so ausgebildet, daß das Ausgangsarbeitsniveau des zweiten Propellers 4 etwa das Endarbeitsniveau des ersten Propellers 3 ist und in Verbindung mit dem Leitapparat 19 der Ausgangsdrall

des ersten Propellers 3· ebenso wie der Eingangsdrall des zweiten Propellers 4· zweckgerichtet so beeinflusst werden, daß allenfalls geringe Energieverluste beim Übergang der Flüssigkeit vom ersten zum zweiten Propeller eintreten.

[0014] Die Energiezufuhr zum Elektromotor erfolgt durch Leitungen 21·, die im Fuß 18· und im Gehäuse 2· an den Motor herangeführt sind, weshalb die Innenräume des Fußes 18· und des Gehäuses 2· miteinander in Verbindung stehen.

[0015] Um den Antrieb nicht nur zur Erzeugung eines Schubes in Schiffslängsrichtung (Längsachse der Antriebswelle), sondern auch zum Steuern des Schiffes einsetzen zu können, ist der gesamte Antrieb durch entsprechende Zuordnung zum Schiff und einen angemessenen Schwenkmechanismus an sich bekannter Art um die vertikale Längsachse 22· in der Mitte zwischen den beiden Propellern verschwenkbar, gegebenenfalls um 360° rundum schwenkbar, wobei die Achse 22· senkrecht zur Drehachse der Wellenlängsachse 23· gerichtet ist.

Beschreibung der Ausführungsform gemäß Fig. 2

[0016] Der Antrieb besteht im wesentlichen aus einem Elektromotor 1· in einem Gehäuse 2· außerhalb, insbesondere unterhalb des Schiffsrumpfes und zwei Propellern 3·, 4· die von dem Elektromotor 1· angetrieben werden. Die beiden Propeller werden in der Regel baulich unterschiedlich sein, obwohl sie Spitzenkreise 5· mit gleichem Durchmesser haben sowie eine ähnliche Flügelgeometrie haben können. Sie haben gleiche Drehrichtung und gleiche Drehzahl und werden zum Beispiel gemäß dem Pfeil A· in gleicher Richtung angeströmt.

[0017] Der Elektromotor 1· ist in dem Unterwassergehäuse 2· wasserdicht angeordnet. Aus ihm ist beidseitig die Abtriebswelle 7· herausgeführt und seitlich vom Motor in je einen von zwei Lagern 8·, 9· des Gehäuses 2· drehbar in diesem gelagert. Der Dichtung dienen Dichtungen 10·, 11· seitlich der Lager 8·, 9· zwischen Welle 7· und stirnseitigen Gehäusewänden 2a·, 2b· in Verbindung mit der Ausbildung der Stirnflächen als Teile von Labyrinthdichtungen. Außerhalb des Gehäuses 2· sind an die Welle 7· Wellenstummel 12·, 13· angeflanscht, von denen je einer einen der beiden Propeller 3·, 4· drehfest trägt. Stirnseitig schließen an das Gehäuse 2· Nabenkappen 14·, 15· an, wobei eine stetige strömungsgünstige Außenkontur mit Kopf 14· im Bereich des vorderen Propellers 3·, Mittelteil in der Form des Gehäuses 2· und Endteil 15· im Bereich des hinteren Propellers 4· gebildet wird. Die dem Gehäuse 2· zugekehrten Stirnwände 14a·, 15a· der Nabenkappen 14·, 15· sind zweite Teile der Labyrinthdichtungen 16·, 17·, deren erste Teile die schon erwähnten Stirnflächen 2a·, 2b· sind. Das Gehäuse 2· ist am Schiffsrumpf mit einem Fuß 18· gehalten, der hohl ausgebildet ist, dessen Außenkontur Teil des Leitapparates 19· zwischen den Propellern 3·, 4· ist, der weitere, dem Gehäuse 2· zugeordnete Schaufeln aufweist, von denen eine dem Fuß 18· diametral gegenüberliegende Schaufel mit 20· bezeichnet ist. Insgesamt sind die Schaufeln des Leitapparates 19· gleichmäßig um die Längsachse der Welle 7· verteilt fest dem Gehäuse 2· zugeordnet.

[0018] Insgesamt sind die Propeller 3·, 4· so ausgebildet, daß das Ausgangsarbeitsniveau des zweiten Propellers 4· etwa das Enderbeitsniveau des ersten Propellers 3· ist und in Verbindung mit dem Leitapparat 19· der Ausgangsdrall des ersten Propellers 3· ebenso wie der Eingangsdrall des zweiten Propellers 4· zweckgerichtet so beeinflusst werden, daß allenfalls geringe Energieverluste beim Übergang der Flüssigkeit vom ersten zum zweiten Propeller eintreten.

[0019] Die Energiezufuhr zum Elektromotor erfolgt durch Leitungen 21·, die im Fuß 18· und im Gehäuse 2· an den Motor herangeführt sind, weshalb die Innenräume des Fußes 18· und des Gehäuses 2· miteinander in Verbindung stehen.

[0020] Um den Antrieb nicht nur zur Erzeugung eines Schubes in Schiffslängsrichtung (Längsachse der Antriebswelle), sondern auch zum Steuern des Schiffes einsetzen zu können, ist der gesamte Antrieb durch entsprechende Zuordnung zum Schiff und einen angemessenen Schwenkmechanismus an sich bekannter Art um die vertikale Längsachse 22· in der Mitte zwischen den beiden Propellern verschwenkbar, gegebenenfalls um 360° rundum schwenkbar; wobei die Achse 22· senkrecht zur Drehachse der Wellenlängsachse 23· gerichtet ist.

[0021] Der Motor 1· ist als ein Permanent-Synchron-Motor ausgeführt und ist damit eine Elektro-Maschine mit sehr hoher Leistungsdichte. Durch die Technologie eines solchen Motors ist es möglich, das Gehäuse 2· zwischen den beiden Propellern hydrodynamisch so auszugestalten, daß ein sehr hoher Wirkungsgrad erzielt wird.

[0022] Bei dieser Technologie ist es möglich, daß der Fuß 18· als ein Schaft ausgebildet werden kann, daß auch er eine optimale hydrodynamische Gestaltung hat.

[0023] Der Schaft 18· ist in seinem unteren, dem Gehäuse 2· nahen Bereich, so ausgebildet, daß er zusammen mit einer zweiten, diametral gegenüberliegenden Leitflosse 20· ein Leitflossenpaar und damit einen Leitapparat bildet, sodaß eine optimale Zuströmung des Wassers zu dem in der Anströmrichtung A· gesehen zweiten Propeller 4· möglich ist. Die Leitflossen enden in den durchmessergleichen Spitzenkreisen 5· der beiden Propeller 3·, 4·.

[0024] Durch die Kombination des Permanent-Synchron-Motors mit hoher Leistungsdichte auf einem kleinen Durchmesser mit der optimalen Leiteinrichtung (Leitflossenpaar bzw. Leitapparat 20·) sowie den beiden Propellern 3·, 4· wird eine Antriebsanlage erreicht, die sich durch eine extreme Wirkungsverbesserung sowohl elektrisch als auch hydrodynamisch auszeichnet.

[0025] Die Ausbildung des Motors 1· als Permanent-Synchron-Motor macht gegenüber anderen an sich bekannten

Motoren eine Verringerung des Durchmessers des Gehäuses 2· um bis zu 20% möglich. Die Vorteile liegen auf der Hand, es sollen nur geringere Massen und günstigere Strömungsverhältnisse bzw. geringerer Strömungswiderstand genannt werden.

[0026] Eine weitere erfindungsgemäße Ausgestaltung betrifft die Rotorlagerung des Permanentmotors, die auch die Propellerwellenlagerung beinhaltet. Um die Verlagerungen und Verformungen sowie die dynamischen Belastungen aus den Propellern zu reduzieren bzw. zu eliminieren, erfolgt die Verbindung von Rotor, also der Antriebswelle 7· zu den Propellerwellen 12·, 13· über Membrankupplungen 23·, 24·. Dadurch ist ein minimaler Luftspalt zwischen Stator und Rotor möglich, was eine erhebliche, zusätzliche Wirkungsgradverbesserung bedeutet.

[0027] Beschreibung des Ausführungsbeispiels gemäß Fig. 3.

[0028] Fig. 3 zeigt einen als Ruder-Doppelpropeller ausgebildeten Schiffsantrieb mit einer im Schiffsrumpf angeordneten Antriebsmaschine mit vertikaler Antriebswelle 1· und Antriebspropellern außerhalb des Schiffsrumpfes.

[0029] In üblicher Weise und deshalb in Fig. 3 nicht dargestellt, wirkt auf das obere Ende der vertikalen Antriebswelle 1· eine Antriebsmaschine aus Motor und Getriebe, um die Antriebswelle 1· mit veränderbarer Drehzahl in Umdrehung um ihre Längsachse 2· zu versetzen. Dem unteren Ende der Antriebswelle 1· ist das Eingangskegelrad 3· eines Winkeltriebes 3·, 4· drehfest zugeordnet, das in Wirkverbindung mit dem Ausgangskegelrad 4· des Winkelgetriebes 3·, 4· steht. Das Ausgangskegelrad 4· trägt drehfest eine in beide Richtungen sich erstreckende, horizontale Ausgangswelle 5·, an deren freien Enden jeweils ein Propeller 6·, 7· drehfest angeordnet ist. Die Propeller werden in der Regel baulich unterschiedlich sein, obwohl Spitzenkreise 14· mit gleichem Durchmesser sowie ähnliche Flügelgeometrien möglich sein können. Sie haben durch die gemeinsame Zuordnung zur Ausgangswelle 5· gleiche Drehrichtung und gleiche Drehzahl und werden zum Beispiel gemäß dem Pfeil A· in gleicher Richtung angeströmt.

[0030] Das Winkelgetriebe 3·, 4· ist von einem Gehäuse 9· umgeben, in dem mittels zweier Lager 10·, 11· die Ausgangswelle 5· drehbar gelagert ist. Dieses Gehäuse 9· wird von einem die vertikale Antriebsachse 1· konzentrisch umgebenden und für die Ruderfunktion um seine Längsachse schwenkbaren Gehäuserohr 9a· getragen.

[0031] Der Unterwasserteil des Antriebssystems kann innerhalb einer Düse 12· angeordnet sein.

[0032] Der vordere Propeller 6· erzeugt in seinem Abstrom einen Rest bzw. Nachdrall, der verlorene Energie darstellt. Der nachgeschaltete, gleichdrehende Propeller 7· wird mit dem Abstrom des vorderen Propellers beaufschlagt. Ohne eine Leiteinrichtung zwischen beiden Propellern 6·, 7· würde der vorstehend genannte ungünstige Abstrom zur verstärkten Kavitation und Vergrößerung der Energieverluste führen.

[0033] Um diesem Energieverlust entgegenzuwirken, ist zwischen den beiden Propellern 6·, 7· eine Leiteinrichtung 8· vorgesehen, mit der der Nachdrall des vorderen Propellers 6· gerichtet wird. Dabei wird verlorene Energie zurückgewonnen, indem bei der Leiteinrichtungsumströmung eine Vortriebskraft erzeugt wird. Ferner wird ein Vordrall für den nachgeschalteten Propeller 7· erzeugt, damit dieser ein höheres Energiegefälle umsetzen kann. Diesem Kriterium Rechnung tragend, wird der zweite Propeller 7· vorzugsweise eine vom ersten Propeller 6· sich unterscheidende bauliche Ausgestaltung haben.

[0034] Die Leiteinrichtung 8· besteht gemäß Fig. 3 aus zwei Leitschaufeln 8a· und 8b·, wobei die eine Leitschaufel 8a· durch das die vertikale Antriebswelle 1· umgebende Gehäuserohr 9a· gebildet ist. Die zweite Leitschaufel 8b· befindet sich an der Unterseite 9b· des die horizontale Ausgangswelle 5· umgebenden Gehäuses 9·, d.h. um 180° von der ersten Leitschaufel versetzt. Beide Leitschaufeln 6·, 7· bilden mit dem Gesamtgehäuse 9·, 9a· eine Baueinheit.

[0035] Beschreibung der Ausführungsformen gemäß Fig. 4 bis Fig. 6.

[0036] Der Antrieb besteht im wesentlichen aus einem Elektromotor 1 in einem Gehäuse 2 außerhalb, insbesondere unterhalb des Schiffsrumpfes und zwei Propellern 3,4, die von dem Elektromotor 1 angetrieben werden. Die beiden Propeller werden in der Regel baulich unterschiedlich sein, obwohl sie Spitzenkreise 5 mit gleichem Durchmesser haben sowie eine ähnliche Flügelgeometrie haben können. Sie haben gleiche Drehrichtung und gleiche Drehzahl und werden zum Beispiel gemäß dem Pfeil A in gleicher Richtung angeströmt (Fig. 1).

[0037] Der Elektromotor 1 ist in dem Unterwassergehäuse 2 wasserdicht angeordnet. Aus ihm ist beidseitig die Abtriebswelle 7 herausgeführt und seitlich vom Motor in je einen von zwei Lagern 8, 9 des Gehäuses 2 drehbar in diesem gelagert. Der Dichtung dienen Dichtungen 10, 11 seitlich der Lager 8, 9 zwischen Welle 7 und stirnseitigen Gehäusewänden 2a, 2b in Verbindung mit der Ausbildung der Stirnflächen als Teile von Labyrinthdichtungen. Außerhalb des Gehäuses 2 sind an die Welle 7 Wellenstummel 12, 13 angeflanscht, von denen je einer einen der beiden Propeller 3,4 drehfest trägt. Stirnseitig schließen an das Gehäuse 2 Nabenkappen 14, 15 an, wobei eine stetige strömungsgünstige Außenkontur mit Kopf 14 im Bereich des vorderen Propellers 3, Mittelteil in der Form des Gehäuses 2 und Endteil 15 im Bereich des hinteren Propellers 4 gebildet wird. Die dem Gehäuse 2 zugekehrten Stirnwände 14a, 15a der Nabenkappen 14, 15 sind zweite Teile der Labyrinthdichtungen 16, 17, deren erste Teile die schon erwähnten Stirnflächen 2a, 2b sind. Das Gehäuse 2 ist am Schiffsrumpf mit einem Fuß 18 gehalten, der hohl ausgebildet ist, dessen Außenkontur Teil des Leitapparates 19 zwischen den Propellern 3,4 ist, der weitere, dem Gehäuse 2 zugeordnete Schaufeln aufweist, von denen eine dem Fuß 18 diametral gegenüberliegende Schaufel mit 20 bezeichnet ist. Insgesamt sind die Schaufeln des Leitapparates 19 gleichmäßig um die Längsachse der Welle 7 verteilt fest dem Gehäuse 2 zugeordnet.

[0038] Insgesamt sind die Propeller 3,4 so ausgebildet, daß das Ausgangsarbeitsniveau des zweiten Propellers 4 etwa das Enderbeitsniveau des ersten Propellers 3 ist und in Verbindung mit dem Leitapparat 19 der Ausgangsdrall des ersten Propellers 3 ebenso wie der Eingangsdrall des zweiten Propellers 4 zweckgerichtet so beeinflußt werden, daß allenfalls geringe Energieverluste beim Übergang der Flüssigkeit vom ersten zum zweiten Propeller eintreten.

[0039] Die Energiezufuhr zum Elektromotor erfolgt durch Leitungen 21, die im Fuß 18 und im Gehäuse 2 an den Motor herangeführt sind, weshalb die Innenräume des Fußes 18 und des Gehäuses 2 miteinander in Verbindung stehen.

[0040] Um den Antrieb nicht nur zur Erzeugung eines Schubes in Schiffslängsrichtung (Längsachse der Antriebswelle), sondern auch zum Steuern des Schiffes einsetzen zu können, ist der gesamte Antrieb durch entsprechende Zuordnung zum Schiff und einem angemessenen Schwenkmechanismus an sich bekannter Art um die vertikale Längsachse 22 in der Mitte zwischen den beiden Propellern verschwenkbar, gegebenenfalls um 360° rundum schwenkbar, wobei die Achse 22 senkrecht zur Drehachse der Wellenlängsachse 23 gerichtet ist.

[0041] Nachfolgend wird nun unter Bezugnahme auf Fig. 2 und 3 eine besonders zweckmäßige Ausbildung des erfindungsgemäßen Antriebes beschrieben. Dabei ist der Elektromotor 1 ein permanenterregter Synchronmotor mit dem Permanentmagnetrotor 25 und dem Statorblechpaket 26. An sich sind solche Motoren bekannt, weshalb der als permanenterregter Synchronmotor ausgebildete Elektromotor auch nicht näher im einzelnen beschrieben werden muß.

[0042] Die Anwendung eines solchen Motors in dem gondelartig ausgebildeten Gehäuse 2, das unterhalb der Schiffsaußenhaut 24 unterhalb der Wasseroberfläche angeordnet ist, zum Antrieb der beiden gleichdrehenden und in derselben Richtung A fördernden Propeller 3, 4 hat verschiedene anwendungsspezifische Vorteile, insbesondere hinsichtlich des elektrischen Wirkungsgrades der Maschine und sie ermöglicht den Wegfall von Zwangskühlungseinrichtungen. Zusätzlich wird ein geringes Bauvolumen ermöglicht, was wiederum eine widerstandsoptimale Form des Unterwassergehäuses möglich macht, insbesondere ein Gehäuse mit einem geringen maximalen Durchmesser möglich macht.

[0043] Ein solcher permanenterregter Synchronmotor 1 ist nun in weiterer Ausgestaltung derart im gondelartigen Gehäuse 2 angeordnet, daß die durchgehende Propellerwelle 12, 13 und der Rotor 25 eine gemeinsame Lagerung mit den beiden Lagern 8, 9 haben. Im einzelnen erfolgt das in der Weise, daß der Permanentrotor 25 auf einem von ihm konzentrisch umschlossenen Stützrohr 27 sitzt, das nahe seinen beiden Enden über je eine von zwei ringförmigen Membrankupplungen 28, 29 drehfest der Propellerwelle 12, 13 zugeordnet ist, wobei an beiden Wellenenden die Membrankupplung 28 bzw. 29 sowie das zugehörige Lager 8 bzw. 9 nahe beieinander sich befinden. Dadurch, daß Propellerwelle und Elektromotorrohr eine gemeinsame Lagerung haben, werden eine Bauteileminimierung und Zuverlässigkeitserhöhung der Antriebseinheit erzielt. Durch die Verwendung von dicht an der jeweiligen Radiallagerung befindlichen jeweiligen Membrankupplung wird eine sehr exakte, von der Propellerwellendurchbiegung weitgehend unabhängige Zentrierung des Rotors innerhalb des Stators erreicht. Das bringt erhebliche Vorteile hinsichtlich des dynamischen Verhaltens des Rotors innerhalb der Maschine (z.B. Körperschallanregung wird minimiert) mit sich.

[0044] Ebenfalls als Folge der Ausbildung des Elektromotors als permanenterregten Synchronmotor 1 (Fig. 2, 3) ist eine Integration des Unterwassergehäuseschaftes 18 (im Zusammenhang mit Fig. 1 als "Fuß" bezeichnet) in den Antrieb in besonders zweckmäßiger Weise möglich. Dieser Gehäuseschaft ist sehr schlank ausführbar, wodurch der Strömungswiderstand der Anlage beträchtlich reduziert wird. Dieser schlanke Unterwassergehäuseschaft 18 ist im Querschnitt so profiliert, daß in Verbindung mit einem seitlichen, um jeweils 90° versetzten Leitflossenpaar (nicht dargestellt) und der um 180° versetzten Gegenflosse 20 eine zusätzliche Strahlentdrallung des Propellerabstromes des vorderen Propellers 3 erreicht wird, was die Wirkungsgradverbesserung bedeutet, die das dem Antrieb zugrundeliegende Konzept mit den beiden im wesentlichen gleichen und gleichdrehenden (Drehzahl und Drehrichtung) Propellern bringen soll.

[0045] Eine Feststellbremse zum Festhalten der Propellerwelle 12, 13 und damit der Baugruppe, deren Teile die Propellerwelle ist, ist innerhalb der Unterwassergondel 2 angeordnet und mit 33 gekennzeichnet.

[0046] Die Ausbildung gemäß Fig. 2, 3 ergibt schließlich eine wesentliche Vereinfachung des Unterwassermontageaufwandes.

[0047] Bei schwimmendem Schiff montierbare/demontierbare Ruderpropeller werden von verschiedenen Ruderpropeller-Herstellern angeboten. Der entsprechende Montageaufwand ist dabei noch erheblich. Die vorliegende Erfindung insbesondere in der Ausführungsform gemäß Fig. 2, 3 ermöglicht eine stark vereinfachte Unterwassermontage/-demontage an der Trennstelle Unterwassergehäuseschaft-Tragkegel. Der Unterwassergehäuseschaft ist auch in Fig. 3 mit dem Bezugszeichen 18 gekennzeichnet, sein oberes Ende liegt in der Ebene 24 der Schiffsaußenhaut und ist mit dem Tragkegel 30 verbunden. Am oberen Ende ist der Tragkegel in einem Steuerungslager 31 in der Tragkonstruktion eines Schiffes gelagert. Dieses Steuerungslager 31 weist einen Innenring 31a mit einem Innenzahnkranz 31b auf und dieser Lagerinnenring 31a ist dem Außenumfang des Tragkegels 30 fest zugeordnet. Der Außenring 31c wirkt über die Wälzkörper mit dem Innenring zusammen und er ist fest in die Tragstruktur des Schiffes integriert. In den Innenzahnkranz des Innenringes des Steuerungslagers greift das Ritzel (nicht gezeichnet) eines Antriebes (nicht gezeichnet) ein, sodaß der gesamte Antrieb um 360° um die Längsachse 22 zur Steuerung des Schiffes gedreht werden kann.

[0048] Die lösbare Verbindung zwischen Gehäuseschaft 18 und Tragkegel 30 ist durch eine Flanschverbindung 32

symbolisiert.

[0049] Allen Ausführungsformen ist die Merkmalskombination des Anspruchs 1 gemeinsam, daß es sich um einen Wasserstrahlantrieb für Wasserfahrzeuge, insbesondere Schiffe handelt, der eine Antriebsmaschine und zwei von dieser angetriebene Propeller hat, die an den beiden Enden eines gondelartigen, stromlinienförmigen Unterwassergehäuses außerhalb dieses Wassergehäuses angeordnet sind und von einem Antriebsmittel angetrieben werden, das sich innerhalb des Unterwassergehäuses befindet und auf die beiden Propellern gemeinsame Antriebswelle einwirkt, wobei der erste Propeller die Strömungsenergie des Strömungsmittels deutlich erhöht und dieses Strömungsmittel mit hohem Energiegehalt nach Beseitigung des unvermeidlichen Nachdralles in einer Leiteinrichtung dem zweiten Propeller zugeführt wird, der sich insofern in seiner Beschaukelung vom ersten Propeller unterscheidet, daß die relativ geringe Strömungsenergie im ersten Propeller optimal erhöht wird, während im zweiten Propeller die relativ hohe Strömungsenergie nochmals erhöht wird; in einer besonderen, nachfolgend anhand der Fig.2 beschriebenen Ausführungsform weist der zweite Propeller einen zentralen Teil auf, der sich vom ersten Propeller in der beschriebenen Weise unterscheidet und einen peripheren Teil, der insoweit dem ersten Propeller gleicht und in der gleichen Weise wie der erste Propeller angeströmt wird.

[0050] Beschreibung der Ausführungsform gemäß Fig. 7.

[0051] Der in der Zuströmrichtung A vordere Propeller 3 hat eine zur Energieerhöhung des Strömungsmittels optimale Beschaukelung. Der in der Zuströmrichtung A hintere Propeller 4 hat eine insoweit gleiche Beschaukelung in einem peripheren Bereich. Dieser periphere Bereich umgibt einen zentralen Bereich, in dem die Beschaukelung so von der des vorderen Propellers 3 abweicht, wie es oben mehrfach beschrieben worden ist, d.h. er erhöht die im ersten Propeller erhöhte Energie von diesem Energieniveau aus nochmals, nachdem das dem ersten Propeller 3 verlassende Strömungsmittel im Leitapparat 19 entdrallt und der durch den Drall verursachte Energieverlust kompensiert wurde. Kern- und peripherer Bereich sind durch die Kontraktionsfläche 100 voneinander getrennt, d.h. die Mantelfläche, die das strömende Fluid umgibt, nachdem es den ersten Propeller 3 verlassen hat und die einen Querschnitt umschreibt, der deutlich kleiner ist als der Zuströmquerschnitt. Im peripheren Bereich wird konsequenterweise der zweite Propeller vom Strömungsmittel B in der gleichen Weise angeströmt wie der erste Propeller vom Strömungsmittel, das durch die Pfeile A gekennzeichnet ist.

Patentansprüche

1. Wasserstrahlantrieb für Wasserfahrzeuge mit zwei gleichachsrig angeordneten Propellern (3,4) gleicher Durchmesser außerhalb der Enden eines gondelartigen, strömungsgünstig ausgestalteten Unterwassergehäuses (2) optimaler Form unter dem Rumpf des Wasserfahrzeugs, mit einem in dem Unterwassergehäuse optimaler Form angeordneten Antriebsmittel für die beiden Propeller (3,4), dem Energie aus dem Rumpf des Wasserfahrzeugs heraus durch einen Gehäuseschaft (18) zugeführt wird, dessen eines Ende dem Wasserfahrzeugrumpf (24) und dessen anderes Ende dem Unterwassergehäuse (2) zugeordnet ist, wobei ein Leitapparat (20) vorgesehen ist, durch den der in der Fahrtrichtung des Wasserfahrzeugs vorderen Propeller (3) mit erhöhter Energie verlassende Wasserstrahl mit minimiertem Energieverlust und optimierter Drallfreiheit dem in der Fahrtrichtung des Wasserfahrzeugs hinteren Propeller (4) mit spezieller Geometrie am anderen Unterwassergehäuseende zugeführt wird, **dadurch gekennzeichnet**,

daß die optimale Form des Unterwassergehäuse (2) darin besteht, daß es wie der Gehäuseschaft (18) und die Leitschafeln Teil des Leitapparates (20) ist, durch den in seiner Gesamtheit aus Leitschaukeln, Unterwassergehäuse (2) und Gehäuseschaft (18) der in der Fahrtrichtung des Wasserfahrzeugs vorderen Propeller (3) mit erhöhter Energie verlassende Wasserstrahl mit minimiertem Energieverlust und optimierter Drallfreiheit dem in der Fahrtrichtung des Wasserfahrzeugs hinteren Propeller (4) am anderen Unterwassergehäuseende zugeführt wird, und

daß die spezielle Geometrie des in Strömungsrichtung hinteren der beiden Propeller (3,4) mit Antrieb in gleicher Drehrichtung und mit gleichen Durchmessern darin besteht, daß dieser hintere Propeller im Kernbereich, das ist der Bereich des Querschnitts des Strahles aus dem vorderen Propeller, wie der vordere Propeller so ausgebildet ist, daß die am Einlaß beider Propeller (3,4) unterschiedliche Anströmungsenergie optimal ausgenutzt wird, in dem auf den Kernbereich folgenden Randbereich wie der vordere Propeller frei angeströmt wird und seine Beschaukelung der Beschaukelung des vorderen Propellers (3) entspricht.

2. Wasserstrahlantrieb nach Anspruch 1 in der jeweiligen Rückbeziehung auf die Ansprüche 1 und 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Steigung der Schaufeln der Beschaukelung des in der Fahrtrichtung des Wasserfahrzeugs hinteren Propellers (4) in dem der Strahlkontraktion entsprechenden Bereich das 1,04 bis 1,52-fache der Steigung

der Schaufeln der Beschaukelung des in der Fahrtrichtung des Wasserfahrzeugs vorderen Propellers (3) beträgt.

3. Wasserstrahlantrieb nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Gleichbeschaukelung beider Propeller (3,4) im gesamten Querschnittsbereich des in der Fahrtrichtung des Wasserfahrzeugs vorderen Propellers (3) und im ringförmigen Außenbereich des in der Fahrtrichtung des Wasserfahrzeugs hinteren Propellers (4) eine Streuung von +/- 5% zuläßt.
4. Wasserstrahlantrieb nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** die unterschiedliche Beschaukelung beider Propeller (3,4) außer durch unterschiedliche Steigung der Schaufeln auch durch unterschiedliche Schaufelwölbung erzielt wird, wobei der im Anspruch 5 genannte Bereich unterschiedlicher Schaufelsteigung bei 0,9 - 1,6 liegt.
5. Wasserstrahlantrieb nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, daß** die unterschiedliche Beschaukelung beider Propeller (3,4) statt durch unterschiedliche Schaufelsteigung durch entsprechend unterschiedliche Schaufelwölbung erzielt wird.
6. Wasserstrahlantrieb nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Leitschaukeln (20) über ein Wölbungsverhältnis im Bereich von 0,0 bis 0,2 und eine Anstellung im Bereich von -7° bis + 7° verfügen wenn der wesentliche Teil des Leitapparates die Leitschaukeln sind.
7. Wasserstrahlantrieb nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Leitapparat zwei rotationssymmetrische um die gemeinsame Drehachse der Propeller (3,4) angeordnete Leitschaukeln aufweist.
8. Wasserstrahlantrieb nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Antriebsmittel im Unterwassergehäuse (2) ein Getriebe (4',5') mit zwei Abtriebswellenteilen für die beiden Propeller (3,4) an den Unterwassergehäuseenden und mechanischer Krafteinleitung (2') von einem Motor im Rumpf des Wasserfahrzeugs, vorzugsweise einem Verbrennungsmotor oder einem hydraulischen Motor aus, mittels einer durch den Gehäuseschaft geführten Verbindungswelle ist.
9. Wasserstrahlantrieb nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Antriebsmittel im Unterwassergehäuse (2) ein Elektromotor mit zwei Wellenteilen (13,14) der Abtriebswelle für die beiden Propeller (3,4) an den Unterwassergehäuseenden und Energiezufuhr von einem Stromerzeuger im Rumpf des Wasserfahrzeugs aus über Leitungen ist, die durch den Gehäuseschaft (18) hindurchgeführt sind.
10. Wasserstrahlantrieb nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Antriebsmittel im Unterwassergehäuse (2) ein Hydraulikmotor mit zwei Abtriebswellenteilen (12,13) für die beiden Propeller (3,4) an den Unterwassergehäuseenden und Energiemittelzufuhr von einer die Energie des hydraulischen Motorbetriebsmittels erhöhenden Einrichtung im Rumpf des Wasserfahrzeugs durch rohrförmige Leitmittel erfolgt, die durch den Gehäuseschaft hindurchgeführt sind.
11. Wasserstrahlantrieb nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Wärmeabfuhr vom Motor (1) über die Wand des Unterwassergehäuses (2) erfolgt, mit der wärmeerzeugende Teile des Motors (1) wärmeleitend verbunden sind.
12. Wasserstrahlantrieb nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, daß** der in Fahrtrichtung des Wasserfahrzeugs vordere Propeller (3) durch eine Beschleunigungsdüse ummantelt ist, deren Querschnitt sich vom Eintritt bis zur Propellerebene verringert.
13. Wasserstrahlantrieb nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, daß** jeder Propeller (3,4) von einer Verzögerungsdüse ummantelt ist, deren Querschnitt sich vom jeweiligen Düseneintritt bis zur Propellerebene des ersten Propellers (3) vergrößert.
14. Wasserstrahlantrieb nach einem der Ansprüche 1 bis 13, **gekennzeichnet durch** den Anschluß des vertikalen Gehäuseschafts (18) am Rumpf des Wasserfahrzeugs so, daß er mit dem Unterwassergehäuse an seinem unteren Ende um seine Längsachse drehbar ist.
15. Wasserstrahlantrieb nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Drehbarkeit des Gehäuseschafts (18) um seine Längsachse mittels eines Stellmotors um 360° möglich ist.

16. Wasserstrahlantrieb nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Befestigung jedes Propellers (3,4) auf der Welle (7) bzw. jeder Teilwelle (12,17) von jeweils einer Nabe (14,15) umschlossen ist und die optimale Form des Unterwassergehäuses (2) unter Einschlus der Naben (14,15) ein strömungsgünstig ausgebildetes Strömungsprofil ergibt, dessen Nase (14) den Propeller (3) in diesem Bereich als den in Anströmrichtung (A) vorderen Propeller ausweist, während der Schwanz (15) des Strömungsprofils den Propeller (4) in diesem Bereich als den in Anströmrichtung hinteren Propeller ausweist.
17. Wasserstrahlantrieb nach Anspruch 9 und/oder 16, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Elektromotor (1) ein permanenterregter Synchronmotor ist.
18. Wasserstrahlantrieb nach Anspruch 17, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Rotor (25) des Motors (1) konzentrisch innerhalb des Stators (26) ist.
19. Wasserstrahlantrieb nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Rotor (25) über Membrankupplungen (28,29) mit der der konzentrisch durch den Rotor hindurchgeführten, an beiden Enden zur Aufnahme der Propeller (3,4) aus dem Rotor (25) herausgeführten Propellerwelle (7 bzw. 12,13) drehfest verbunden ist.
20. Wasserstrahlantrieb nach Anspruch 19, **dadurch gekennzeichnet, daß** außerhalb des Rotors (25) unmittelbar neben jeder der Membrankupplungen (28,29) ein Lager (8,9) angeordnet ist und daß mit diesen Lagern die Baugruppe aus Rotor (25). und Propellerwelle (12,13) im Unterwassergehäuse (2) des Wasserfahrzeugantriebes gelagert ist.
21. Wasserstrahlantrieb nach einem der Ansprüche 16 bis 21, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Rotor (25) über ein Rotorstützrohr (27) mit Propellerwelle (12,13) gekuppelt ist.
22. Wasserstrahlantrieb nach einem der Ansprüche 16 bis 21, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Unterwassergehäuse (2) über den Gehäuseschaft (18) mit einem Tragkegel (30) um eine zur Propellerwelle (12,13) senkrecht verlaufende, die Längsachse (23) der Propellerwelle schneidende Schwenkachse (22) um 360° durchgehend schwenkbar ist.
23. Wasserstrahlantrieb nach Anspruch 22, **dadurch gekennzeichnet, daß** Gehäuseschaft (18) und Tragkegel (30) in der Ebene der Schiffsaußenhaut (24) lösbar miteinander verbunden sind (Flanschverbindung).
24. Wasserstrahlantrieb nach einem der Ansprüche 22 und 23, **dadurch gekennzeichnet, daß** der kleinere Querschnitt dem Gehäuseschaft (18) zugekehrt ist und der Tragkegel im Bereich des größeren, oberen Querschnitts um die Vertikale, die Längsachse (23) der Propellerwelle (12,13) schneidende Achse (22) schwenkbar im Wasserfahrzeug gelagert ist (Lager 31).
25. wasserstrahlantrieb nach einem der Ansprüche 16 bis 24, **gekennzeichnet dadurch**, daß der Gehäuseschaft (18) als eine von mehreren gleichen Leitschaufein (18,20) des Leitapparates (19) zwischen den beiden Propellern (3,4) ausgebildet ist, die gleichbeabstandet auf den Umfang des Gehäuses (2) verteilt sind.
26. Wasserstrahlantrieb nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, daß** der in Fahrtrichtung des Wasserfahrzeuges vordere Propeller (3) durch eine Verzögerungsdüse ummantelt ist, deren Querschnitt sich vom Einlaß zur Propellerebene erweitert.
27. Wasserstrahlantrieb nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, daß** jeder Propeller von einer Beschleunigungsdüse ummantelt ist, deren Querschnitt sich vom Einlaß zur Propellerebene verringert bzw. von einer Verzögerungsdüse umgeben ist, deren Querschnitt sich om Einlaß zur Propellerebene vergrößert.
28. Wasserstrahlantrieb nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, daß** beide Propeller von einer gemeinsamen Düse umgeben sind, die eine Beschleunigungsdüse ist, indem sich ihr Querschnitt vom Düsen Eintritt zur Propellerebene des ersten Propellers hin verringert bzw. eine Verzögerungsdüse ist, indem sich ihr Querschnitt vom Düsen Eintritt zur Propellerebene des ersten Propellers hin vergrößert.

Claims

1. A water jet propulsion system for water-going vessels, having two coaxially disposed equal-diameter screws (3, 4) outside the ends of a gondola-like streamlined underwater housing (2) of optimum shape beneath the vessel hull, with a propulsion means for the two screws (3, 4), said propulsion means being disposed in the optimum-shape underwater housing and energy being fed thereto from the vessel hull through a housing tunnel (18), one end of which is associated with the vessel hull (24) and the other end of which is associated with the underwater housing (2), a diffuser (20) being provided through which the water jet which leaves the forward screw (3) as considered in the direction of travel of the vessel at increased energy is fed with minimised energy loss and optimised freedom from swirl to the aft screw (4) as considered in the direction of travel of the vessel, with special geometry at the other end of the underwater housing, **characterised in that**

the optimum shape of the underwater housing (2) consists in the fact that, like the housing tunnel (18) and the guide blades, it is part of the diffuser (20) through which, in its entirety consisting of guide blades, underwater housing (2) and housing tunnel (18), the water jet which leaves the forward screw (3) as considered in the direction of travel of the vessel at increased energy is fed with minimised energy loss and optimised freedom from swirl to the aft screw (4) as considered in the direction of travel of the vessel, at the other end of the underwater housing, and

in that the special geometry of the aft screw of the two screws (3, 4) as considered in the direction of flow, which screws have propulsion in the same direction of rotation and equal diameters, consists in the fact that said aft screw is so constructed in the core zone, i.e. the zone of the cross-section of the jet from the forward screw, like the forward screw, that the different incoming flow energy at the inlet of the two screws (3, 4) has optimum utilisation, in that there is a free flow at the edge zone following the core zone, like the forward screw, and its blading corresponds to the blading of the forward screw (3).

2. A water jet propulsion system according to claim 1 in the respective appending to claims 1 and 2, **characterised in that** the pitch of the blades of the blading of the aft screw (4) as considered in the direction of travel of the vessel is equal, in the zone corresponding to the jet contraction, to 1.04 to 1.52 times the pitch of the blades of the blading of the forward screw (3) as considered in the direction of travel of the vessel.

3. A water jet propulsion system according to claim 2, **characterised in that** the identical blading of the two screws (3, 4) allows a scatter of $\pm 5\%$ in the entire cross-sectional zone of the forward screw (3) as considered in the direction of travel of the vessel and in the annular outer zone of the aft screw (4) as considered in the direction of travel of the vessel.

4. A water jet propulsion system according to claim 2, **characterised in that** the different blading of the two screws (3, 4) is obtained not only by different pitch of the blades but also by different blade curvature, the zone of different blade pitch referred to in claim 5 being 0.9 to 1.6.

5. A water jet propulsion system according to claim 4, **characterised in that** the different blading of the two screws (3, 4) is obtained by appropriately different blade curvature instead of by different blade pitch.

6. A water jet propulsion system according to claim 1, **characterised in that** the guide blades (20) have a curvature length ratio in the range from 0.0 to 0.2 and an adjustment in the range from -7° to $+7^\circ$ when the guide blades are the main part of the diffuser.

7. A water jet propulsion system according to claim 6, **characterised in that** the diffuser comprises two rotationally symmetrical guide blades disposed around the common axis of rotation of the screws (3, 4).

8. A water jet propulsion system according to any one of claims 1 to 7, **characterised in that** the propulsion means in the underwater housing is a gearbox (4', 5') having two output shaft parts for the two screws (3, 4) at the underwater housing ends and mechanical power introduction (2') from an engine in the vessel hull, preferably an internal combustion engine or a hydraulic motor, by means of a connecting shaft passing through the housing tunnel.

9. A water jet propulsion system according to any one of claims 1 to 7, **characterised in that** the propulsion means in the underwater housing (2) is an electric motor with two shaft parts (13, 14) of the output shaft for the two screws (3, 4) at the underwater housing ends and energy supply from a generator in the vessel hull via lines passing

through the housing tunnel (18).

- 5 10. A water jet propulsion system according to any one of claims 1 to 7, **characterised in that** the propulsion means in the underwater housing (2) is a hydraulic motor with two output shaft parts (12, 13) for the two screws (3, 4) at the underwater housing ends and energy means supply from a device which increases the energy of the hydraulic motor operating means in the vessel hull through tubular guide means passing through the housing tunnel.
- 10 11. A water jet propulsion system according to claim 9, **characterised in that** the heat is dissipated from the engine (1) via the wall of the underwater housing (2) to which the heat-generating parts of the engine (1) are connected in thermally conductive relationship.
- 15 12. A water jet propulsion system according to any one of claims 1 to 10, **characterised in that** the forward screw (3) as considered in the direction of travel of the vessel is enclosed by an acceleration nozzle, the cross-section of which decreases from the entry as far as the screw plane.
- 20 13. A water jet propulsion system according to any one of claims 1 to 10, **characterised in that** each screw (3, 4) is enclosed by a deceleration nozzle, the cross-section of which increases from the respective nozzle inlet as far as the screw plane of the first screw (3).
- 25 14. A water jet propulsion system according to any one of claims 1 to 13, **characterised by** connection of the vertical housing tunnel (18) to the vessel hull in such manner that it is rotatable with the underwater housing at its bottom end about its longitudinal axis.
- 30 15. A water jet propulsion system according to claim 14, **characterised in that** the rotatability of the housing tunnel (18) about its longitudinal axis is possible through 360° by means of a servomotor.
- 35 16. A water jet propulsion system according to claim 9, **characterised in that** the fixing of each screw (3, 4) on the shaft (7) or each part shaft (12, 17) is in each case enclosed by a hub (14, 15) and the optimum shape of the underwater housing (2) including the hubs (14, 15) gives a streamlined flow profile, the nose (14) of which identifies the screw (3) in this zone as the forward screw in the direction of flow (A) while the tail (15) of the flow profile identifies the screw (4) in this zone as the aft screw in the direction of flow.
- 40 17. A water jet propulsion system according to claim 9 and/or 16, **characterised in that** the electric motor (1) is a permanently energised synchronous motor.
- 45 18. A water jet propulsion system according to claim 17, **characterised in that** the rotor (25) of the motor (1) is concentric inside the stator (26).
- 50 19. A water jet propulsion system according to claim 10, **characterised in that** the rotor (25) is connected non-rotatably via membrane couplings (28, 29) to the screw shaft (7; 12, 13) which is taken concentrically through the rotor and out of the rotor (25) at both ends to receive the screws (3, 4).
- 55 20. A water jet propulsion system according to claim 19, **characterised in that** outside the rotor (25) immediately next to each of the membrane couplings (28, 29) there is disposed a bearing (8, 9) and in that the assembly consisting of the rotor (25) and screw shaft (12, 13) is mounted by way of these bearings in the underwater housing (2) of the vessel propulsion system.
21. A water jet propulsion system according to any on of claims 16 to 21, **characterised in that** the rotor (25) is coupled to the screw shaft (12, 13) via a rotor support tube (27).
22. A water jet propulsion system according to any one of claims 16 to 21, **characterised in that** the underwater housing (2) is continuously pivotable through 360° by way of the housing tunnel (18) with a support cone (30) about a pivot axis (22) which extends perpendicularly to the screw shaft (12, 13) and which intersects the longitudinal axis (23) of the screw shaft.
23. A water jet propulsion system according to claim 22, **characterised in that** the housing tunnel (18) and support cone (30) are releasably interconnected (flange connection) in the plane of the outer skin (24) of the ship.

24. A water jet propulsion system according to claim 22 or 23, **characterised in that** the smaller cross-section faces the housing tunnel (18) and in the zone of the larger upper cross-section the support cone is mounted in the vessel so as to be pivotable about the vertical axis (22) intersecting the longitudinal axis (23) of the screw shaft (12, 13).

25. A water jet propulsion system according to any one of claims 16 to 24, **characterised in that** the housing tunnel (18) is constructed as one of a plurality of identical guide blades (18, 20) of the diffuser (19) between the two screws (3, 4) which are distributed with equal spacing over the periphery of the housing (2).

26. A water jet propulsion system according to any one of claims 1 to 10, **characterised in that** the forward screw (3) as considered in the direction of travel of the vessel is enclosed by a deceleration nozzle the cross-section of which widens from the inlet to the screw plane.

27. A water jet propulsion system according to any one of claims 1 to 10, **characterised in that** each screw is enclosed by an acceleration nozzle, the cross-section of which decreases from the inlet to the screw plane or is surrounded by a deceleration nozzle whose cross-section increases from the inlet to the screw plane.

28. A water jet propulsion system according to any one of claims 1 to 10, **characterised in that** both screws are surrounded by a common nozzle which is an acceleration nozzle, its cross-section decreasing from the nozzle inlet to the screw plane of the first screw or is a deceleration nozzle, its cross-section increasing from the nozzle inlet to the screw plane of the first screw.

Revendications

1. Dispositif de propulsion par jet d'eau pour bateaux, comportant deux hélices (3, 4) de même diamètre et disposées suivant le même axe à l'extérieur des extrémités d'un carter immergé (2) réalisé, de façon optimale, en forme de gondole de manière à favoriser l'écoulement et placé sous la coque du bateau, et comportant un moyen d'entraînement de forme optimale placé dans le carter immergé et destiné aux deux hélices (3, 4), et auquel est fournie l'énergie, à partir de la coque du bateau, par une tige de montage de carter (18) dont une extrémité est associée à la coque de bateau (24) et dont l'autre extrémité est associée au carter immergé (2), un dispositif directeur (20) étant prévu afin de permettre au jet d'eau, qui quitte, avec une énergie augmentée, l'hélice (3) située à l'avant dans le sens de la marche du bateau, d'arriver avec une perte minimisée d'énergie et d'une manière irrotationnelle optimisée, au niveau de l'autre extrémité du carter immergé, à l'hélice (4) située à l'arrière dans le sens de la marche du bateau et ayant une géométrie spéciale, **caractérisé en ce que**

la forme optimale du carter immergé (2) réside dans le fait que celui fait partie, de même que la tige de montage de carter (18) et des pales directrices, du dispositif directeur (20), qui se compose dans son ensemble des pales directrices, du carter immergé (2) et de la tige de montage de carter (18), et par lequel le jet d'eau, qui quitte avec une énergie augmentée l'hélice (3) située à l'avant dans le sens de la marche du bateau, est amené, avec une perte minimisée d'énergie et d'une manière irrationnelle optimisée, au niveau de l'autre extrémité du carter immergé, à l'hélice (4) située à l'arrière dans le sens de la marche du bateau, et en ce que la géométrie spéciale de celle des deux hélices (3, 4), entraînées dans le même sens de rotation et ayant des diamètres identiques, qui est située à l'arrière dans le sens de l'écoulement, consiste en ce que cette hélice arrière est réalisée, dans la zone centrale, c'est-à-dire la zone de la section transversale du jet provenant de l'hélice avant, de la même manière que l'hélice avant, de telle sorte que l'énergie du flux, différente à l'entrée des deux hélices (3, 4), soit utilisée de manière optimale tandis que, sur la zone de bord faisant suite à la zone centrale, le flux arrive librement comme pour l'hélice avant et que son ailettage correspond à l'ailettage de l'hélice avant (3).

2. Dispositif de propulsion par jet d'eau selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le pas des pales de l'ailettage de l'hélice (4), située à l'arrière dans le sens de la marche du bateau, représente, dans la zone correspondant à la contraction de l'acier, de 1,04 à 1,52 fois le pas des pales de l'ailettage de l'hélice (3) située à l'avant dans le sens de la marche du bateau.

3. Dispositif de propulsion par jet d'eau selon la revendication 2, **caractérisé en ce que** l'ailettage égal des deux hélices (3, 4) autorise une différence de +/- 5 % dans la totalité de la zone de la section transversale de l'hélice (3) située à l'avant dans le sens de la marche du bateau et dans la zone extérieure de forme annulaire de l'hélice (4) située à l'arrière dans le sens de la marche du bateau.

4. Dispositif de propulsion par jet d'eau selon la revendication 2, **caractérisé en ce que** l'ailettage différent des deux hélices (3, 4) est obtenu, en plus du pas différent des pales, également par une courbure différente des pales, le pas différent des pales, dans la zone indiquée dans la revendication 2, représentant de 0,9 à 1,6.
- 5 5. Dispositif de propulsion par jet d'eau selon la revendication 4, **caractérisé en ce que** l'ailettage différent des deux hélices (3, 4) est obtenu par une courbure différente en conséquence des pales, à la place d'un pas différent des pales.
- 10 6. Dispositif de propulsion par jet d'eau selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** les pales directrices (20) disposent d'un rapport de longueur de courbure situé dans la plage de 0,0 à 0,2 et d'une incidence comprise dans la fourchette de -7° à $+7^{\circ}$, lorsque les pales directrices constituent la partie essentielle du dispositif directeur.
- 15 7. Dispositif de propulsion par jet d'eau selon la revendication 6, **caractérisé en ce que** le dispositif directeur présente deux pales directrices, disposées à symétrie de révolution autour de l'axe commun de rotation des hélices (3, 4).
- 20 8. Dispositif de propulsion par jet d'eau selon l'une des revendications 1 à 7, **caractérisé en ce que** le moyen d'entraînement, situé dans le carter immergé (2), consiste en un engrenage (4', 5') avec deux parties d'arbre de sortie pour les deux hélices (3, 4) au niveau des extrémités du carter immergé, et avec un élément d'amenée de force mécanique (2') à partir d'un moteur situé à l'intérieur de la coque du bateau, de préférence un moteur à combustion interne ou un moteur hydraulique, à l'aide d'un arbre de transmission, passant dans la tige de montage du carter.
- 25 9. Dispositif de propulsion par jet d'eau selon l'une des revendications 1 à 7, **caractérisé en ce que** le moyen d'entraînement, situé dans le carter immergé (2), consiste en un moteur électrique avec deux parties d'arbre (13, 14) de l'arbre de sortie pour les deux hélices (3, 4) au niveau des extrémités du carter immergé, et avec une amenée d'énergie, provenant d'un générateur de courant situé à l'intérieur de la coque du bateau, par l'intermédiaire de lignes d'alimentation, qui passent dans la tige de montage de carter (18).
- 30 10. Dispositif de propulsion par jet d'eau selon l'une des revendications 1 à 7, **caractérisé en ce que** le moyen d'entraînement, situé dans le carter immergé (2), consiste en un moteur hydraulique avec deux parties d'arbre de sortie (12, 13) pour les deux hélices (3, 4) au niveau des extrémités du carter immergé, et avec une amenée d'énergie provenant d'un dispositif d'augmentation de l'énergie du moyen de commande par moteur hydraulique, situé à l'intérieur de la coque du bateau, à l'aide de moyens conducteurs tubulaires, passant dans la tige de montage du carter.
- 35 11. Dispositif de propulsion par jet d'eau selon la revendication 9, **caractérisé en ce que** la dissipation de la chaleur provenant du moteur (1) s'effectue par l'intermédiaire de la paroi du carter immergé (2), les éléments du moteur (1), qui dégagent de la chaleur, étant reliés de manière à conduire la chaleur.
- 40 12. Dispositif de propulsion par jet d'eau selon l'une des revendications 1 à 10, **caractérisé en ce que** l'hélice (3), située à l'avant dans le sens de la marche du bateau, est entourée par une tuyère d'accélération, dont la section transversale va en diminuant depuis l'entrée jusqu'au plan d'hélice.
- 45 13. Dispositif de propulsion par jet d'eau selon l'une des revendications 1 à 10, **caractérisé en ce que** chaque hélice (3, 4) est entourée par une tuyère de décélération, dont la section transversale va en augmentant depuis l'entrée de la tuyère correspondante jusqu'au plan d'hélice de la première hélice (3).
- 50 14. Dispositif de propulsion par jet d'eau selon l'une des revendications 1 à 13, **caractérisé par** le raccordement de la tige verticale de montage de carter (18) au niveau de la coque du bateau, de telle sorte qu'elle puisse tourner, autour de son axe longitudinal, avec le carter immergé, au niveau de son extrémité inférieure.
- 55 15. Dispositif de propulsion par jet d'eau selon la revendication 14, **caractérisé en ce que** la rotation de la tige de montage de carter (18) autour de son axe longitudinal est possible sur 360° , à l'aide d'un moteur de positionnement.
16. Dispositif de propulsion par jet d'eau selon la revendication 9, **caractérisé en ce que** la fixation de chaque hélice (3, 4) sur l'arbre (7) ou bien sur chaque partie d'arbre (12, 17) est entourée par, chaque fois, un moyeu (14, 15), et en ce que la forme optimale du carter immergé (2) comprenant les moyeux (14, 15) aboutit à un profil d'écoulement réalisé de façon à favoriser l'écoulement, et dont le nez (14) présente l'hélice (3) dans cette zone en tant qu'hélice avant dans le sens du flux (A), tandis que la queue (15) du profil d'écoulement présente l'hélice (4) dans

cette zone en tant qu'hélice arrière dans le sens du flux.

17. Dispositif de propulsion par jet d'eau selon la revendication 9 et/ou la revendication 16, **caractérisé en ce que** le moteur électrique (1) est un moteur synchrone à excitation par aimants permanents.

18. Dispositif de propulsion par jet d'eau selon la revendication 17, **caractérisé en ce que** le rotor (25) du moteur (1) est placé de manière concentrique à l'intérieur du stator (26).

19. Dispositif de propulsion par jet d'eau selon la revendication 10, **caractérisé en ce que** le rotor (25) est relié, de manière solidaire en rotation, par l'intermédiaire d'accouplements à membrane (28, 29) à l'arbre d'hélice (7, ou bien 12, 13), passant de manière concentrique dans le rotor et sortant du rotor (25) aux deux extrémités pour recevoir les hélices (3, 4).

20. Dispositif de propulsion par jet d'eau selon la revendication 19, **caractérisé en ce qu'un** palier (8, 9) est prévu, à l'extérieur du rotor (25) et immédiatement à côté de chacun des accouplements à membrane (28, 29), et en ce que l'ensemble, constitué par le rotor (25) et l'arbre d'hélice (12, 13), est monté par ces paliers dans le carter immergé (2) du dispositif de propulsion du bateau.

21. Dispositif de propulsion par jet d'eau selon l'une des revendications 16 à 21, **caractérisé en ce que** le rotor (25) est relié, par l'intermédiaire d'un tube support de rotor (27), à l'arbre d'hélice (12, 13).

22. Dispositif de propulsion par jet d'eau selon l'une des revendications 16 à 21, **caractérisé en ce que** le carter immergé (2) peut être amené à pivoter, par l'intermédiaire de la tige de montage de carter (18), avec un cône d'attache (30) et ce, de 360° en continu autour d'un axe de pivotement (22) qui s'étend verticalement par rapport à l'arbre d'hélice (12, 13) et qui coupe l'axe longitudinal (23) de l'arbre d'hélice.

23. Dispositif de propulsion par jet d'eau selon la revendication 22, **caractérisé en ce que** la tige de montage de carter (18) et le cône d'attache (30) sont reliés l'un à l'autre dans le plan du bordé (24) du bateau, de manière détachable (liaison par brides).

24. Dispositif de propulsion par jet d'eau selon l'une des revendications 22 et 23, **caractérisé en ce que** la plus petite section transversale est dirigée vers la tige de montage de carter (18), tandis que le cône d'attache est monté (palier 31), dans la zone de la section transversale supérieure plus grande de manière à pivoter dans le bateau autour de l'axe vertical (22) qui coupe l'axe longitudinal (23) de l'arbre d'hélice (12, 13).

25. Dispositif de propulsion par jet d'eau selon l'une des revendications 16 à 24, **caractérisé en ce que** la tige de montage de carter (18) est réalisée en tant que l'une de plusieurs pales directrices (18, 20) similaires du dispositif directeur (19), entre les deux hélices (3, 4), ces pales étant réparties sur la périphérie du carter (2) avec des distances égales entre elles.

26. Dispositif de propulsion par jet d'eau selon l'une des revendications 1 à 10, **caractérisé en ce que** l'hélice (3), située à l'avant dans le sens de la marche du bateau, est entourée par une tuyère de décélération, dont la section transversale va en s'élargissant depuis l'entrée jusqu'au plan d'hélice.

27. Dispositif de propulsion par jet d'eau selon l'une des revendications 1 à 10, **caractérisé en ce que** chaque hélice est entourée par une tuyère d'accélération, dont la section transversale va en diminuant depuis l'entrée jusqu'au plan d'hélice, ou bien par une tuyère de décélération dont la section transversale va en augmentant depuis l'entrée jusqu'au plan d'hélice.

28. Dispositif de propulsion par jet d'eau selon l'une des revendications 1 à 10, **caractérisé en ce que** les deux hélices sont entourées par une tuyère commune, qui est une tuyère d'accélération, et dont la section transversale va en diminuant depuis l'entrée de la tuyère jusqu'au plan d'hélice de la première hélice, ou bien par une tuyère de décélération, et dont la section transversale va en augmentant depuis l'entrée de la tuyère jusqu'au plan d'hélice de la première hélice.

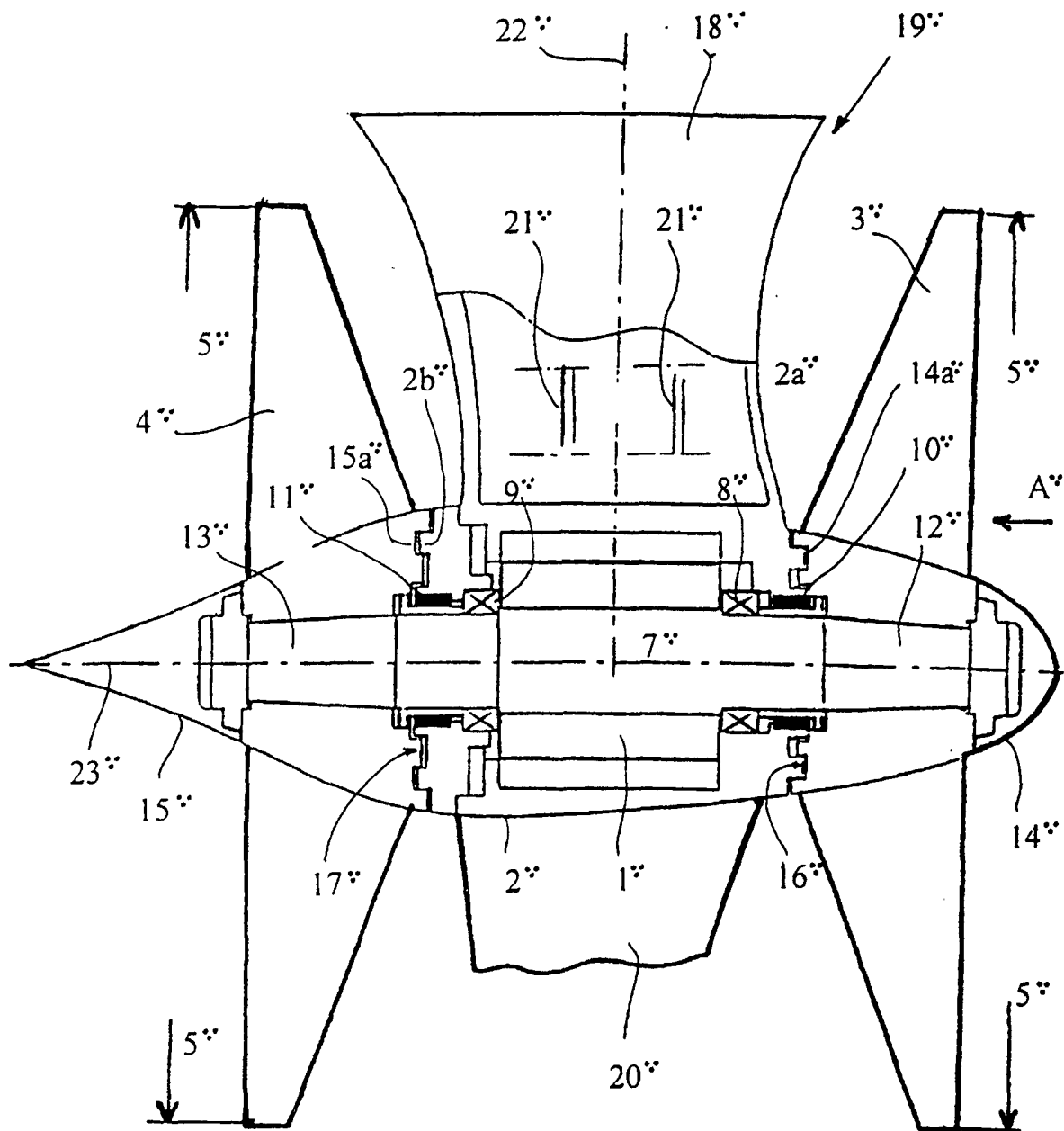


Fig. 1

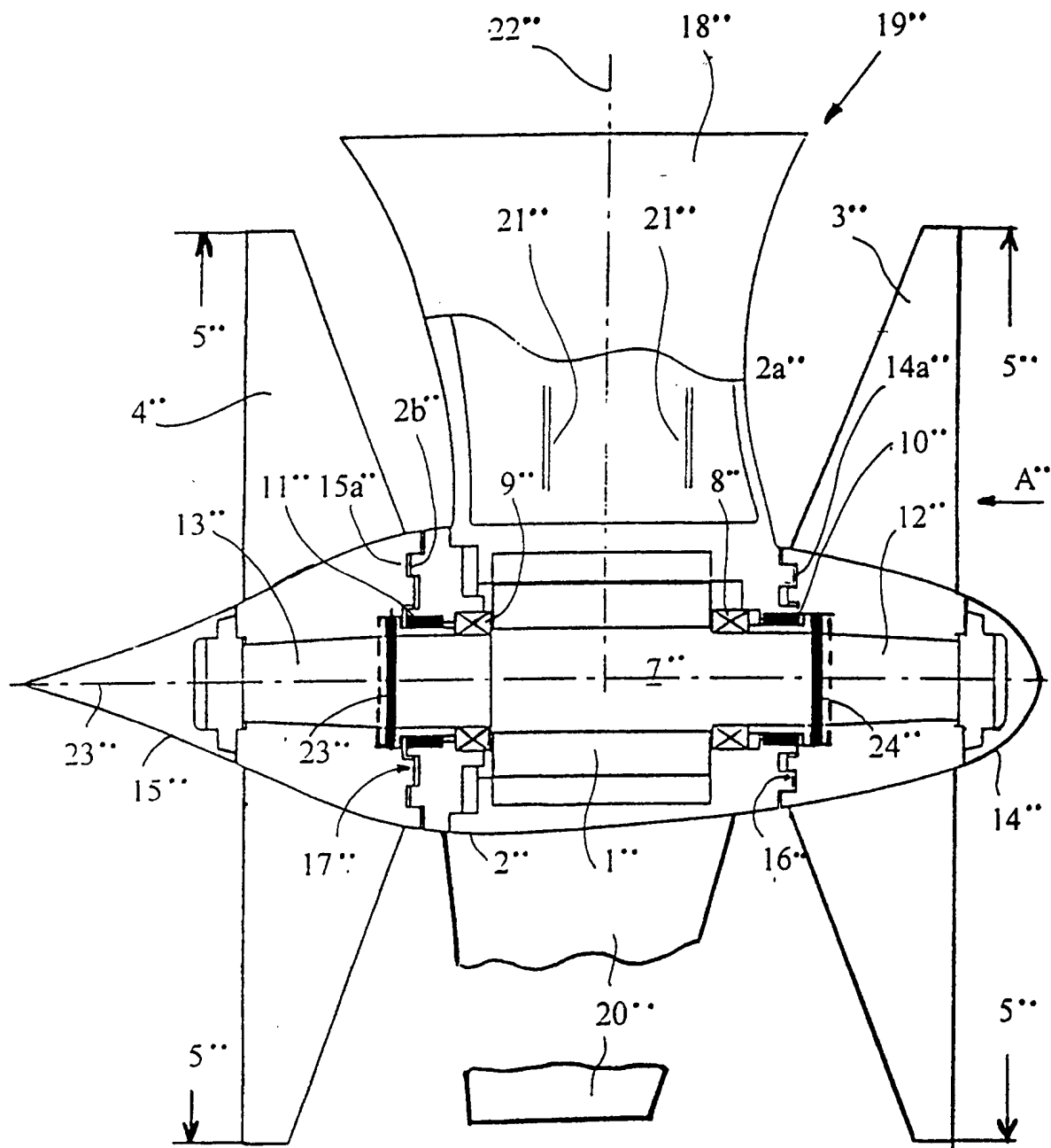


Fig. 2

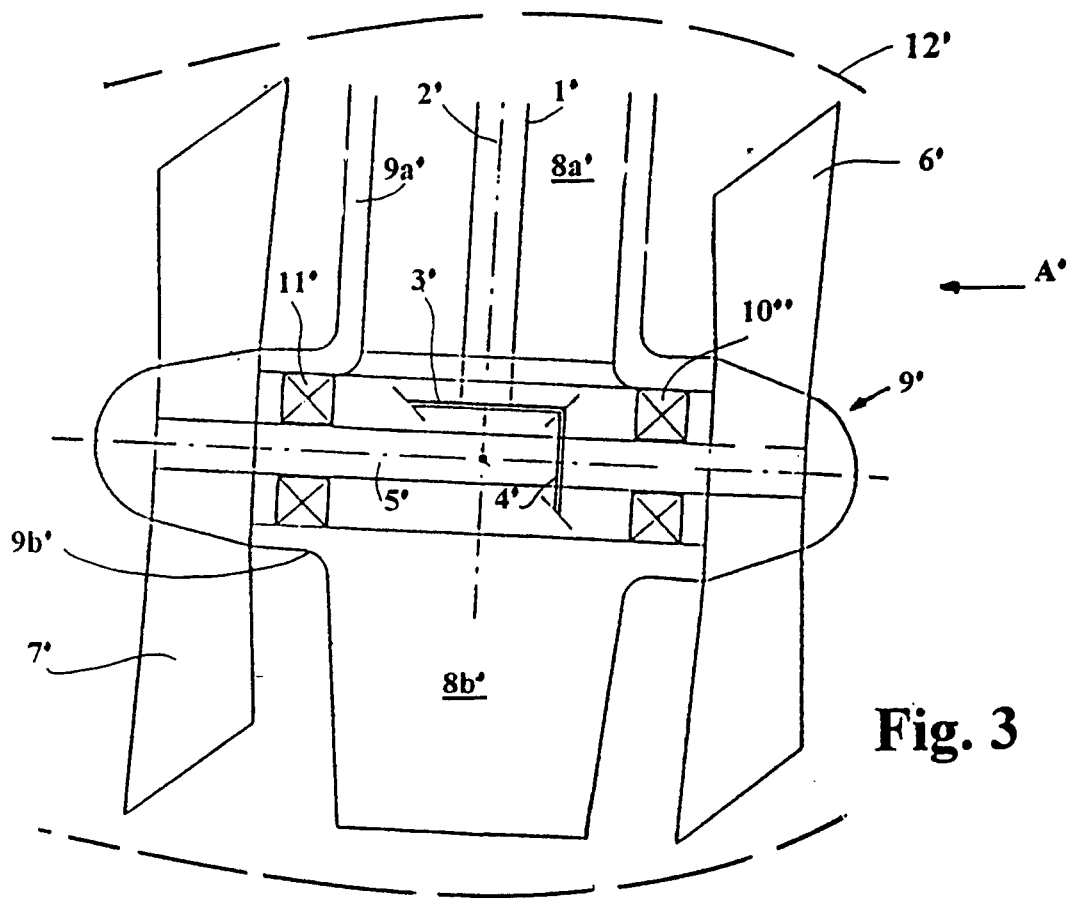


Fig. 3

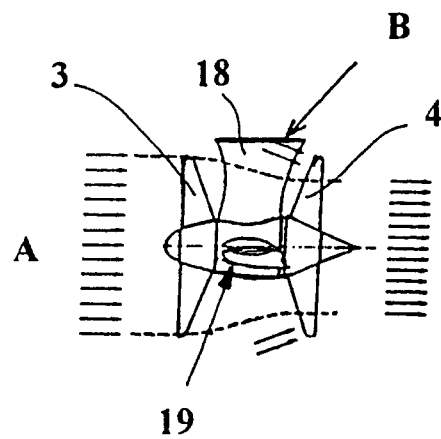


Fig. 7

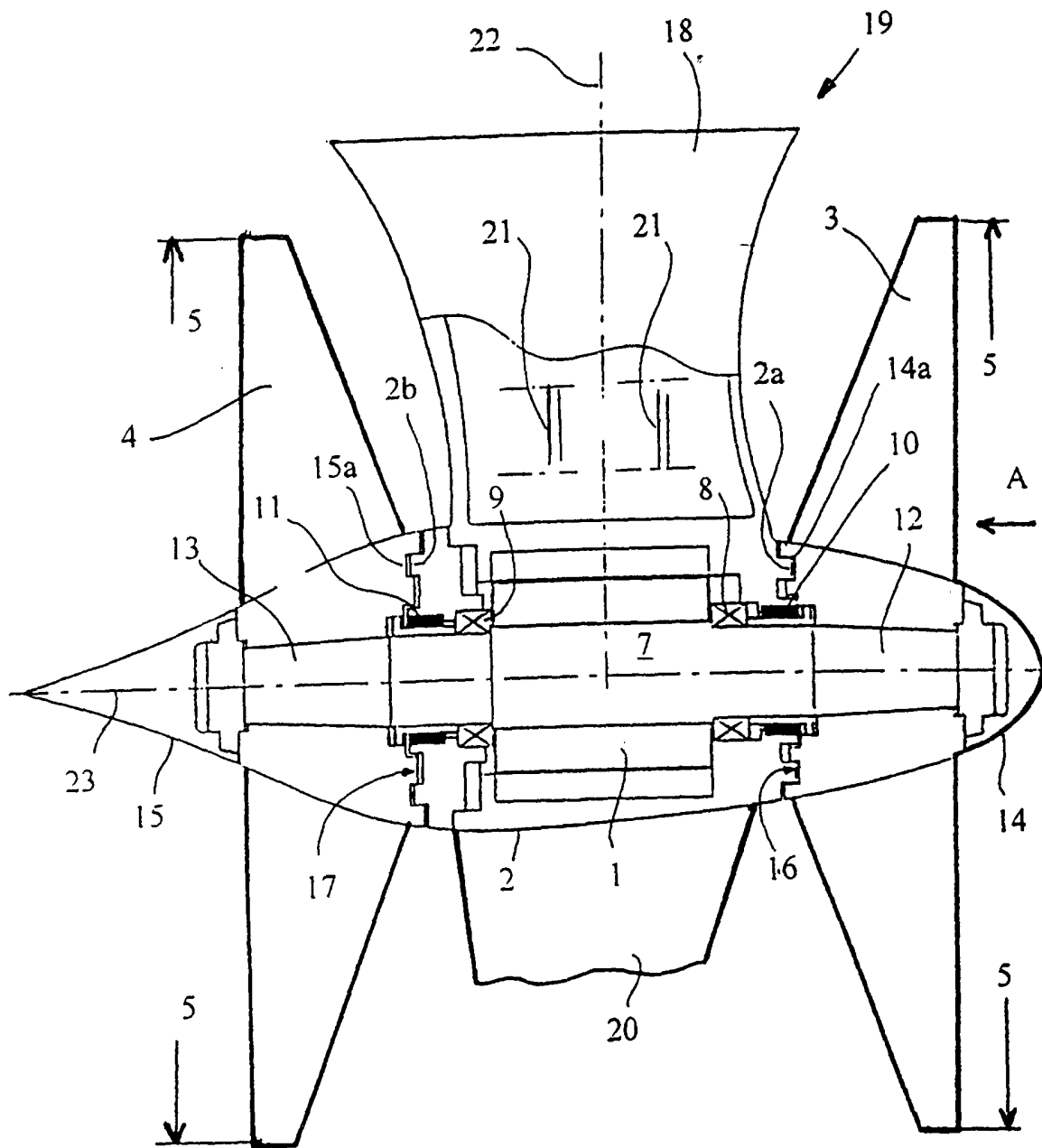


Fig. 4

