

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

**EP 1 160 431 B1**

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des  
Hinweises auf die Patenterteilung:  
**21.12.2005 Patentblatt 2005/51**

(51) Int Cl.7: **F02B 75/34**, A63H 27/133,  
A63H 29/00, F02B 61/04

(21) Anmeldenummer: **01112293.4**

(22) Anmeldetag: **18.05.2001**

(54) **Antriebseinheit für einen Modellhubschrauber**

Drive unit for a model helicopter

Entraînement pour le modèle réduit d'un hélicoptère

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU  
MC NL PT SE TR**

(30) Priorität: **31.05.2000 DE 10027081**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**05.12.2001 Patentblatt 2001/49**

(73) Patentinhaber: **Protte, Christoph  
33129 Delbrück (DE)**

(72) Erfinder: **Protte, Christoph  
33129 Delbrück (DE)**

(74) Vertreter: **Weber, Joachim  
Hoefer & Partner  
Patentanwälte  
Gabriel-Max-Strasse 29  
81545 München (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:  
**DE-A- 4 010 362 DE-A- 4 209 046  
DE-U- 20 001 233 FR-A- 2 769 586**

**EP 1 160 431 B1**

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).

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung bezieht sich auf eine Antriebseinheit für einen Modellhubschrauber gemäß dem Oberbegriff des Hauptanspruchs.

**[0002]** Im Einzelnen bezieht sich die Erfindung auf eine Antriebseinheit für einen Modellhubschrauber mit einem Rumpf, an dessen Mittelbereich Lagerpunkte für die lösbare Befestigung eines Trägers ausgebildet sind, welche eine Rotorwelle, ein Getriebe und einen Antrieb lagert.

**[0003]** Aus dem Modellbau sind unterschiedlichste Ausgestaltungsformen von Antriebseinheiten für Modellhubschrauber bekannt. Diese umfassen üblicherweise Zweitakt-Verbrennungs-Modellmotoren, wie sie auch bei Flächen-Flugzeugmodellen zur Anwendung kommen.

**[0004]** Im Modellbau und dabei insbesondere im Flugzeug- und Hubschrauber-Modellbau ist es wünschenswert, die Modelle nicht nur optisch, sondern auch hinsichtlich ihrer Funktionsfähigkeit möglichst realitätsgetreu zu bauen. Aus diesem Grunde hat es sich stets als nachteilig erwiesen, Verbrennungsmotoren üblicher Bauart in Hubschraubermodelle einzubauen. Kolben-Verbrennungsmotoren erzeugen einen sehr charakteristischen Sound, der zu Vorbildern, die im Original mit Turbinen betrieben werden, nicht passt. Hinzu kommt die nicht realitätskonforme Abgasentwicklung von Zweitaktmotoren. Gleiches gilt für Flugmodelle von Strahltriebwerks-Flugzeugen, die zusätzlich das Manko aufweisen, dass Propeller vorgesehen sein müssen, die das Erscheinungsbild ganz erheblich beeinträchtigen.

**[0005]** Aus diesem Grunde wurde jüngst damit begonnen, Miniaturturbinen zu bauen, die sowohl von der Form, als auch von ihrer Geräuscentwicklung und ihrem Abgasverhalten Originalturbinen bzw. Strahltriebwerken entsprechen. Derartige Miniatur-Turbinen in Flächenflugzeuge einzubauen, bereitet keine Probleme, da den Original-Vorbildern gefolgt werden kann.

**[0006]** Demgegenüber ist es nicht möglich, Miniaturturbinen in Hubschrauber-Modelle üblicher Größe einzusetzen, da sowohl die Einbaulage, als auch die Getriebeanordnungen nicht im verkleinerten Maßstab exakt nachgebildet werden können. Zudem bereitet es Probleme, ausreichende Luft-Einströmoöffnungen sowie Ausströmoöffnungen im Original-Design nachzubauen, da die Modell-Turbinen, bezogen auf den Maßstab derartiger Hubschrauber, nicht klein genug sind.

**[0007]** Zum Anderen war es bisher nicht möglich, Getriebeanordnungen zu schaffen, die sich für einen Modellantrieb eignen würden.

**[0008]** Der Erfindung liegt die Aufgabe zu Grunde, eine Antriebseinheit für einen Modellhubschrauber der eingangs genannten Art zu schaffen, welche unter Verwendung einer Turbine bei einfachem Aufbau und betriebssicherer Handhabbarkeit in einem Modellhubschrauber einsetzbar ist.

**[0009]** Erfindungsgemäß wird die Aufgabe durch die

Merkmale des Hauptanspruchs gelöst, die Unteransprüche zeigen weitere Vorteile auf die Ausgestaltung der Erfindung.

**[0010]** Die erfindungsgemäße Antriebseinheit zeichnet sich durch eine Reihe erheblicher Vorteile aus.

**[0011]** Durch die horizontale Anordnung der Turbine ist es zum Einen möglich, die Durchströmungsrichtung der Turbine des Modellhubschraubers den Original-Vorbildern von Hubschraubern anzupassen und insbesondere die Rumpfgestaltung entsprechend modellgetreu auszuführen. Dies gilt insbesondere für den Einlaufbereich und die Luftzuführung zu der Turbine.

**[0012]** Durch die verlängerte Ausgestaltung der Turbinenwelle im Einlaufbereich ist es auf besonders einfache Weise möglich, die Turbine betriebssicher zu lagern und die Abtriebskraft auf das Getriebe zu übertragen. Zugleich führt der Einlauf-Luftstrom zu der Turbine zu einer effektvollen Kühlung des Getriebes.

**[0013]** Besonders vorteilhaft ist es, dass die Turbinenwelle an einem Träger gelagert ist, der das Getriebe trägt. Hierdurch ist eine sichere Zuordnung zwischen der Turbine und dem Getriebe gewährleistet.

**[0014]** Die Lagerung der Turbinenwelle an dem Träger erfolgt bevorzugter Weise mittels einem vorgespannten Lagers. Dieses ist in günstiger Ausgestaltung am freien Endbereich der Turbinenwelle montiert, so dass das Getriebe an dem hinter dem Lager befindlichen Bereich der Turbinenwelle angeflanscht werden kann. Durch diese Maßnahme erhöht sich die Gesamtstabilität der Anordnung.

**[0015]** Sowohl aus Gründen einer optimalen Schwerpunktslage und um die Abgase günstig ableiten zu können, ist vorgesehen, dass die Turbine in Durchströmungsrichtung hinter der Rotorwelle eingebaut ist.

**[0016]** Das Getriebe ist erfindungsgemäß bevorzugter Weise dreistufig ausgebildet, es kann als Riemengetriebe, als Zahnradgetriebe oder als Reibradgetriebe ausgeführt sein.

**[0017]** Bevorzugter Weise hat das Getriebe eine Umdrehung von 100.000 U/min auf 1.200 bis 1.800 U/min.

**[0018]** Zwischen dem Getriebe und der Rotorwelle ist bevorzugter Weise eine Kupplung angeordnet, um eine Trennung zwischen dem Getriebe und dem Rotor vornehmen zu können, insbesondere wenn es zu Betriebsstörungen des Getriebes beziehungsweise Turbine kommt. In diesem Falle kann der Modellhubschrauber durch Autorotation des Rotors sicher gelandet werden.

**[0019]** Besonders günstig ist es, wenn die Turbine mit einer Drehzahlbegrenzungseinrichtung versehen ist. Diese kann beispielsweise eine Steuerung für eine Treibstoffpumpe umfassen.

**[0020]** Im Folgenden wird die Erfindung anhand eines Ausführungsbeispiels in Verbindung mit der Zeichnung beschrieben. Damit zeigt:

Fig. 1 eine schematische Teil-Seiten-Ansicht der erfindungsgemäßen Antriebseinheit,

- Fig. 2 eine vereinfachte Teil-Seiten-Ansicht, analog der Darstellung der Figur 1,
- Fig. 3 eine stirnseitige Ansicht, der in Figur 2 gezeigten Anordnung unter Darstellung des Getriebes,
- Fig. 4 eine Ansicht einer hinteren Trägerplatte des Trägers,
- Fig. 5 eine Ansicht einer vorderen Trägerplatte des Trägers,
- Fig. 6 eine perspektivische Ansicht, teils im demontierten Zustand, eines Ausführungsbeispiels der erfindungsgemäßen Antriebseinheit,
- Fig. 7 eine Seitenansicht, teils im Schnitt, der in Fig. 6 gezeigten Antriebseinheit, und
- Fig. 8 eine stirnseitige Ansicht der in den Figuren 6 und 7 gezeigten Antriebseinheit.

**[0021]** In den Figuren wurde darauf verzichtet, den Rumpf des Modellhubschraubers im Einzelnen zu zeigen, da dieser in unterschiedlichster Weise ausgestaltet werden kann und im Übrigen aus dem Stand der Technik bekannt ist. Der Modellhubschrauber umfasst einen Hauptrotor sowie einen Heckrotor.

**[0022]** Wie sich aus den Figuren 1 und 2 ergibt, ist eine Turbine 2 horizontal in Durchströmungsrichtung und damit auch in Flugrichtung hinter einer vertikal gelagerten Rotorwelle 1 angeordnet. Eine Turbinenwelle 3 der Turbine 2 ist in Durchströmungsrichtung nach vorne verlängert und wird mittels eines Lagers 6 an einem Träger 5 gelagert.

**[0023]** Der Träger 5 umfasst sowohl die Lagerung eines Getriebes 4 als auch der Rotorwelle 1.

**[0024]** Im Einzelnen ist die Turbinenwelle 3 an einer Jochplatte 10 mittels des Lagers 6 gelagert. Das Lager 6 kann als Schulterkugellager ausgebildet sein, es wird mittels eines Federpaketes 11 vorgespannt. Das Federpaket 11 umfasst Tellerfedern.

**[0025]** Die Jochplatte 10 ist mit einer vorderen Trägerplatte 8 verbunden, welche Teil des Trägers 5 ist. Eine hintere Trägerplatte 9 dient zur weiteren Halterung der Turbine 2.

**[0026]** Wie sich aus Figur weiterhin ergibt, ist ein Lagerkäfig 12 vorgesehen, an welchem mittels Lagern 13 und 14 die Rotorwelle 1 gelagert ist. An ihrem unteren Ende trägt die Rotorwelle 1 ein Kegelrad 15 welches als Zahnrad oder als Reibrad ausgebildet sein kann. Dieses Kegelrad 15 kämmt mit einem weiteren Kegelrad 16, welches zwischen der vorderen und der hinteren Trägerplatte 8, 9 gelagert ist und mit einem Abtrieb 18 für den Heckrotor versehen ist.

**[0027]** Auf der Hilfswelle 17 sitzt eine Kupplung 7, welche als Freilaufkupplung ausgebildet ist. Diese wie-

derum steht in Verbindung mit einem Rad 19, welches einen Teil einer zweiten Getriebestufe bildet. Hierzu ist ein Rad 21 auf einer Zwischenwelle 20 gelagert, welche wiederum von den beiden Trägerplatten 8, 9 gelagert wird. Ein weiteres Rad 22, welches auf der Zwischenwelle 20 befestigt ist, bildet einen Teil einer ersten Getriebestufe, deren zugeordnetes Rad 23 auf der Turbinenwelle 3 sitzt. Es versteht sich, dass die Räder 19, 21, 22, 23 als Zahnräder oder als Reibräder ausgebildet sein können. In dem vorliegenden Ausführungsbeispiel ist ein Riemengetriebe vorgesehen, so wie sich dies aus der Darstellung der Figur 3 ergibt. Aus der Figur 3 ist dabei insbesondere ersichtlich, dass die Zwischenwelle 20 auf einem Schlitten 24 gelagert ist, welcher relativ zu dem Träger 5, insbesondere zu der vorderen Trägerplatte 8 verschiebbar ist. Hierdurch ist es möglich, die Riemenspannung entsprechend einzustellen.

**[0028]** Die Figuren 4 und 5 zeigen jeweils die Trägerplatten 8 beziehungsweise 9.

**[0029]** Es versteht sich, dass der Träger 5 insgesamt so ausgebildet ist, dass er an Anlenkpunkten des Rumpfes in üblicher Weise befestigbar ist, so dass die Antriebseinheit als gesamte Einheit in einfacher Weise aus dem Modellhubschrauber entnommen werden kann.

**[0030]** Die Kupplung 7 ist so ausgebildet, dass bei einer Beschädigung oder einem Stillstand der Turbine sowie des Getriebes der Heckrotor mit dem Hauptrotor weiterhin fest verbunden sind, so dass eine sichere Landung des Modellhubschraubers durch Autorotation möglich ist.

**[0031]** Die beiden Kegelräder 15 und 16 bilden ein Getriebe mit  $i = 1:4$ , so dass der Heckrotor beispielsweise mit 7.200 U/min antreibbar ist, wenn die Rotorwelle 1 sich mit 1.800 U/min dreht. Bei diesem Beispiel ist eine Turbinendrehzahl von 100.000 U/min zugrundegelegt.

**[0032]** Auf die Darstellung einer Treibstoffpumpe sowie von Zusatzaggregaten wurde bei dem Ausführungsbeispiel verzichtet.

**[0033]** Erfindungsgemäß ist es weiterhin auf besonders einfache Weise möglich, mittels einen angeflanschten Elektro-Motors die Antriebseinheit zu starten.

**[0034]** Die Figuren 6 bis 8 zeigen ein weites Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Antriebseinheit. Gleiche Teile sind mit gleichen Bezugsziffern wie bei den vorangegangenen Figuren versehen.

**[0035]** Bei dem Ausführungsbeispiel der Figuren 6 bis 8 ist das Getriebe als Riementrieb ausgebildet. Dabei sind zwei Getriebestufen vorgesehen, nämlich eine Getriebestufe mit einem ersten Zahnriemen 25 sowie eine zweite Stufe mit einem zweiten Zahnriemen 26. Der Zahnriemen 25 der ersten Stufe läuft über verzahnte Räder 27; 28, während der Zahnriemen 26 der zweiten Stufe über verzahnte Räder 29; 30 läuft.

**[0036]** Die dritte Getriebestufe wird gebildet durch die Kegelräder 15; 16, wobei das Kegelrad 15 koaxial zu der Rotorwelle 1 angeordnet ist, während das Kegelrad 16 auf einer Hilfswelle 17 sitzt. Die Hilfswelle 17 ist mit

einer Fliehkraftkupplung 31 verbunden, welche wiederum in lösbarer Verbindung mit dem Rad 30 steht.

[0037] Der durch die Kegelräder 15;16 gebildete Kegelradtrieb (dritte Getriebestufe) kann unterschiedlich ausgestaltet und angeordnet sein. Hierdurch ist die Drehrichtung eines weiteren Kegelrads 32, welches auf einer Heckrotorwelle 33 sitzt, änderbar. Es ist somit möglich, eine Drehänderung für den Hauptrotor und den Heckrotor vorzusehen.

[0038] Die Turbine dreht beispielsweise mit einer Drehzahl von  $85000 \text{ min}^{-1}$ , die Heckrotorwelle weist eine Drehzahl von  $5886 \text{ min}^{-1}$  auf, während die Hauptrotorwelle sich mit  $1260 \text{ min}^{-1}$  dreht. Es versteht sich, dass diese Drehzahlangaben beispielhaft ca-Angaben sind. Insgesamt liegt somit ein Gesamtübersetzungsverhältnis des Getriebes von  $i = 67,29$  vor. Die erste Stufe weist eine Übersetzung von 3,8:1 auf, während die zweite Stufe ein Übersetzungsverhältnis von 3,8:1 hat. Für die dritte Stufe, die durch das Kegelrad 15 gebildet wird, beträgt die Übersetzung 4,66:1.

[0039] Aus den Darstellungen ergibt sich, dass die Rotorwelle 1 durch eine eigenständige Domplatte 34 mit einem entsprechenden Lager gelagert wird.

[0040] Weiterhin ergibt sich aus den Abbildungen, dass die Turbinenwelle 3 direkt, ohne ein vorgespanntes Lager mit der Zahnriemenscheibe (Rad 27) verbunden ist und somit direkt an das Getriebe angeflanscht ist.

[0041] Zum Starten der Turbine kann ein Elektrostarter 34 vorgesehen sein, der fest mit der erfindungsgemäßen Antriebseinheit verbunden ist.

[0042] Mit dem Bezugszeichen 35 ist eine Wellenkupplung bezeichnet, die der Verbindung zwischen der Turbinenwelle 3 und dem Getriebe dient. Weiterhin ist an der Rotorwelle 1 ein Freilauf 36 vorgesehen.

[0043] Weiterhin ergibt sich aus den Darstellungen der Figuren 6 bis 8, dass insgesamt zwei Seitenplatten 37 vorgesehen sind, wobei eine der beiden Seitenplatten 37 zum Zwecke der deutlicheren Darstellung entfernt wurde. Die beiden Seitenplatten 37 werden durch Lagerstreben 38 verbunden, welche auch zusätzliche Funktionen, wie etwa die Befestigung von Lagern oder ähnlichem ermöglichen. Wie insbesondere aus der Figur 8 ersichtlich ist, ist zum Spannen der Riementriebe ein Schlitten 39 vorgesehen, an welchem die Zwischenwelle 21 gelagert ist. Durch seitliches Verschieben des Schlittens 39 kann eine Spannung der Zahnriemen 25; 26 erfolgen. Zu diesem Zwecke weist der Schlitten 39 Langlöcher auf, in denen Schrauben geführt sind, die gegen einen Querträger 40 verspannbar sind.

[0044] Weitere konstruktive Details ergeben sich aus den Figuren 6 bis 8.

[0045] Die Erfindung ist nicht auf die gezeigten Ausführungsbeispiele beschränkt, vielmehr ergeben sich im Rahmen der Erfindung vielfältige Abwandlungs- und Modifikationsmöglichkeiten.

## Patentansprüche

1. Antriebseinheit für einen Modellhubschrauber mit einem Rumpf und einem in den Rumpf einbaubaren Träger (5), welcher eine Rotorwelle (1), ein Getriebe (4) und eine Antriebseinheit lagert, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Antriebseinheit eine horizontal angeordnete Turbine (2) umfasst, deren Turbinenwelle (3) im Einlaufbereich der Turbine (2) verlängert ist und mit dem Riementriebe umfassenden Getriebe (4) verbunden ist.
2. Antriebseinheit nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Turbinenwelle (3) an dem Träger (5) gelagert ist, der das Getriebe (4) trägt.
3. Antriebseinheit nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Turbinenwelle (3) mittels eines vorgespannten Lagers (6) an dem Träger (5) gelagert ist.
4. Antriebseinheit nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Getriebe (4) in Durchströmungsrichtung vor der Turbine (2) angeordnet ist.
5. Antriebseinheit nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Turbine (2) in Durchströmungsrichtung hinter der Rotorwelle (1) eingebaut ist.
6. Antriebseinheit nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Getriebe (4) dreistufig ausgebildet ist.
7. Antriebseinheit nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Getriebe (4) eine Untersetzung von 100.000 U/min auf 1.200 bis 1.800 U/min hat.
8. Antriebseinheit nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen dem Getriebe (4) und der Rotorwelle (1) eine Kupplung (7) angeordnet ist.
9. Antriebseinheit nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kupplung (7) als Fliehkraftkupplung ausgebildet ist.
10. Antriebseinheit nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kupplung (7) als Freilaufkupplung für die Autorotation des Rotors ausgebildet ist.
11. Antriebseinheit nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Turbine (2) mit einer Drehzahl-Begrenzungseinrichtung versehen ist.

12. Antriebseinheit nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Drehzahl-Begrenzungseinrichtung eine Steuerung für eine Treibstoffpumpe umfasst.

## Claims

1. Drive unit for a model helicopter with a fuselage and a carrier (5) capable of being installed in the fuselage, which bears a rotor shaft (1), a gearbox (4) and a drive unit, **characterised in that** the drive unit comprises a horizontally-arranged turbine (2), of which the turbine shaft (3) is extended in the intake region and connected to the gearbox (4), which surrounds the belt drives.

2. Drive unit according to claim 1, **characterised in that** the turbine shaft (3) is mounted on the carrier (5), which bears the gearbox (4).

3. Drive unit according to claim 2, **characterised in that** the turbine shaft (3) is mounted on the carrier (5) by means of a pre-stressed bearing (6).

4. Drive unit according to any one of claims 1 to 3, **characterised in that** the gearbox (4) is arranged in the through-flow direction in front of the turbine (2).

5. Drive unit according to any one of claims 1 to 4, **characterised in that** the turbine (2) is installed in the through-flow direction behind the rotor shaft (1).

6. Drive unit according to any one of claims 1 to 5, **characterised in that** the gearbox (4) is designed in three stages.

7. Drive unit according to any one of claims 1 to 6, **characterised in that** the gearbox (4) has a step-down ratio of 100,000 rpm to 1,200 to 1,800 rpm.

8. Drive unit according to any one of claims 1 to 7, **characterised in that** a clutch (7) is arranged between the gearbox (4) and the rotor shaft (1).

9. Drive unit according to claim 8, **characterised in that** the clutch (7) is designed as a centrifugal clutch.

10. Drive unit according to claim 9, **characterised in that**

the clutch (7) is designed as an overrunning clutch for the autorotation of the rotor.

11. Drive unit according to any one of claims 1 to 10, **characterised in that** the turbine (2) is provided with a rotational-speed limiting device.

12. Drive unit according to claim 11, **characterised in that** the rotational-speed limiting device comprises a control for a fuel pump.

## Revendications

1. Unité d'entraînement pour un modèle réduit d'hélicoptère, comportant un fuselage et un support (5), qui est apte à être mis en place dans le fuselage et sur lequel sont montés un arbre de rotor (1), un train d'engrenages (4) et une unité d'entraînement, **caractérisée en ce que** l'unité d'entraînement comporte une turbine (2), qui est agencée dans le sens horizontal et dont l'arbre (3) est prolongé dans la zone d'entrée de la turbine (2) et est relié au train d'engrenages (4) comportant des transmissions à courroie.

2. Unité d'entraînement selon la revendication 1, **caractérisée en ce que** l'arbre de turbine (3) est monté sur le support (5), qui porte le train d'engrenages (4).

3. Unité d'entraînement selon la revendication 2, **caractérisée en ce que** l'arbre de turbine (3) est monté sur le support (5) au moyen d'un palier (6) précontraint.

4. Unité d'entraînement selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, **caractérisée en ce que** le train d'engrenages (4) est agencé en amont de la turbine (2) par référence au sens d'écoulement.

5. Unité d'entraînement selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, **caractérisée en ce que** la turbine (2) est montée en aval de l'arbre du rotor (1) par référence au sens d'écoulement.

6. Unité d'entraînement selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, **caractérisée en ce que** le train d'engrenages (4) est conçu à trois étages.

7. Unité d'entraînement selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, **caractérisée en ce que** le train d'engrenages (4) a une démultiplication passant de 100 000 tr/min à 1 200 jusqu'à 1 800 tr/min.

8. Unité d'entraînement selon l'une quelconque des

revendications 1 à 7, **caractérisée en ce qu'**un embrayage (7) est agencé entre le train d'engrenages (4) et l'arbre du rotor (1).

9. Unité d'entraînement selon la revendication 8, **caractérisée en ce que** l'embrayage (7) est conçu sous forme d'embrayage centrifuge. 5
10. Unité d'entraînement selon la revendication 9, **caractérisée en ce que** l'embrayage (7) est conçu sous forme d'embrayage à roue libre pour l'auto-rotation du rotor. 10
11. Unité d'entraînement selon l'une quelconque des revendications 1 à 10, **caractérisée en ce que** la turbine (2) est munie d'un dispositif de limitation de la vitesse de rotation. 15
12. Unité d'entraînement selon la revendication 11, **caractérisée en ce que** le dispositif de limitation de la vitesse de rotation comporte une commande pour une pompe à carburant. 20

25

30

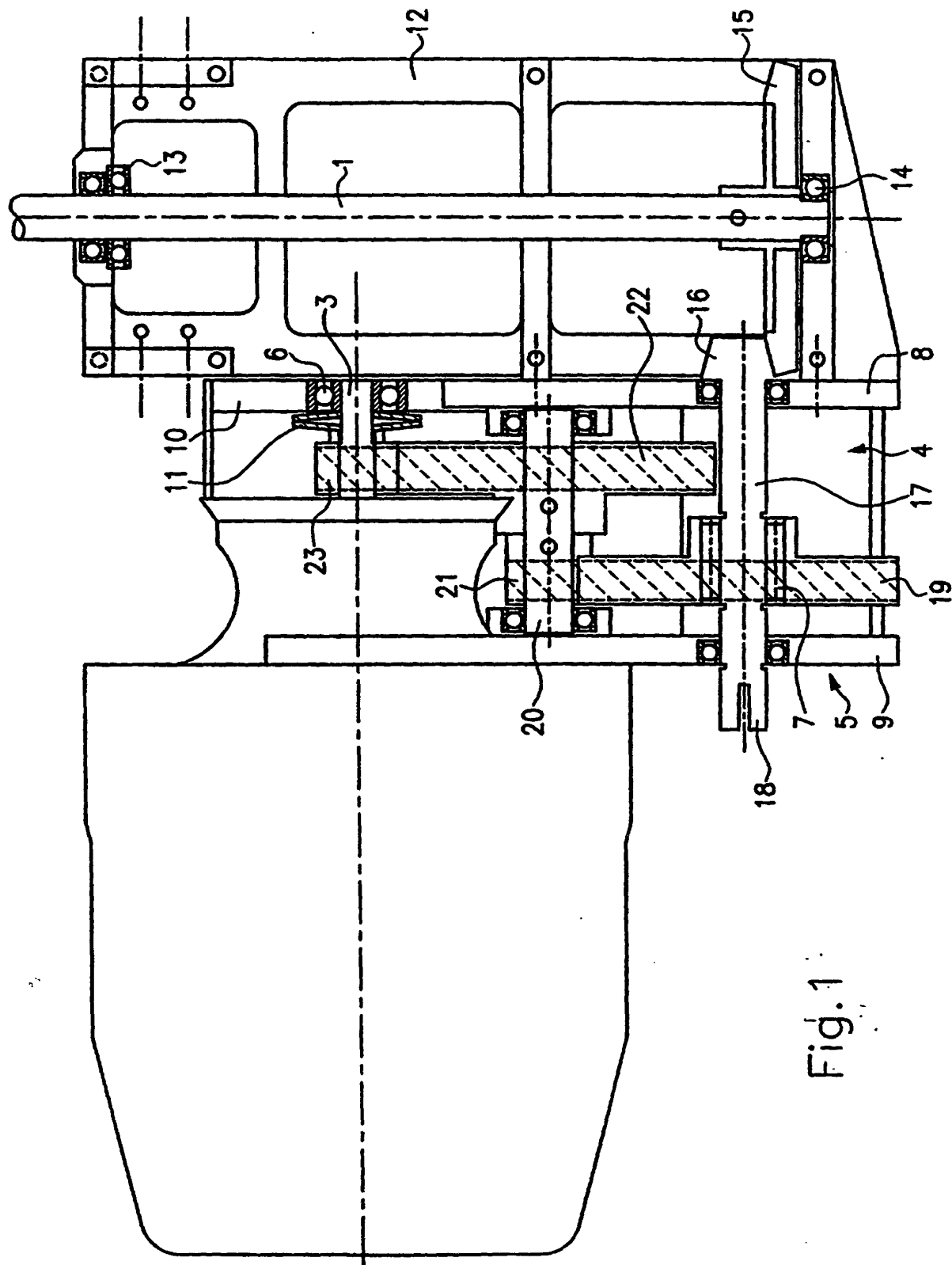
35

40

45

50

55



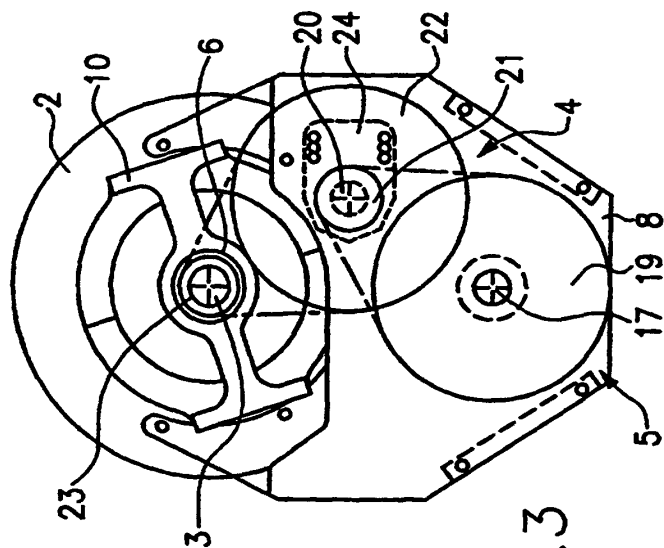


Fig. 3

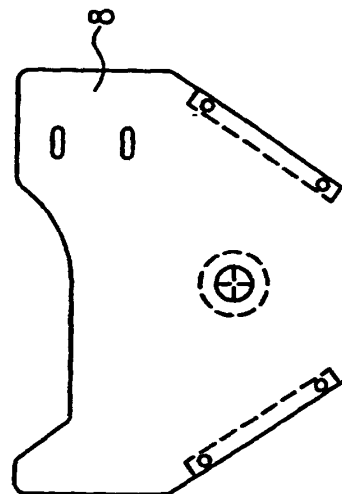


Fig. 5

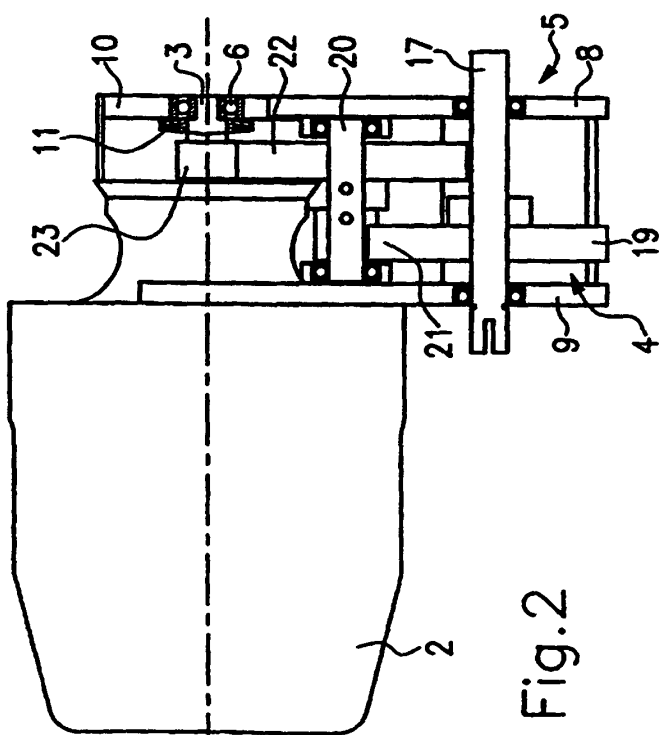


Fig. 2

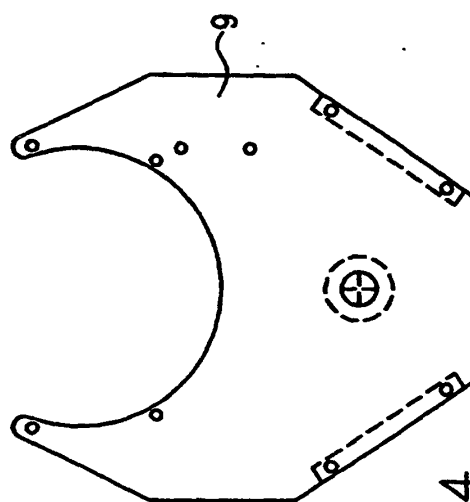


Fig. 4

