



MINISTERO DELLO SVILUPPO ECONOMICO  
DIREZIONE GENERALE PER LA TUTELA DELLA PROPRIETA' INDUSTRIALE  
UFFICIO ITALIANO BREVETTI E MARCHI

# UIBM

<b>DOMANDA NUMERO</b>	<b>101999900809453</b>
<b>Data Deposito</b>	<b>21/12/1999</b>
<b>Data Pubblicazione</b>	<b>21/06/2001</b>

<b>Sezione</b>	<b>Classe</b>	<b>Sottoclasse</b>	<b>Gruppo</b>	<b>Sottogruppo</b>
B	64	D		

Titolo

**TRASMISSIONE AD INGRANAGGI PER APPLICAZIONI AEREAUTICHE.**

D E S C R I Z I O N E

del brevetto per invenzione industriale

di FIATAVIO S.P.A.

di nazionalità italiana,

con sede a 10127 TORINO, VIA NIZZA, 312

**F 099A 001131**

Inventori: ALTAMURA Paolo, ANDREI Gianluca

\*\*\* \*\*\*\*\*

La presente invenzione è relativa ad una trasmissione ad ingranaggi per applicazioni aeronautiche.

In campo aeronautico, e particolarmente nel settore motoristico, è noto trasmettere il moto da un albero di ingresso ad un albero di uscita, collegabili rispettivamente ad un'unità motrice e ad un'elica, tramite una pluralità di ingranaggi, il cui stato di sollecitazione in esercizio non è generalmente conoscibile con sicurezza. Pertanto, il dimensionamento di tali ingranaggi deve essere effettuato sulla base dei possibili valori massimi di carico, con conseguenti ingombri, pesi e costi relativamente elevati.

Scopo della presente invenzione è la realizzazione di una trasmissione ad ingranaggi per applicazioni aeronautiche, la quale sia di semplice ed economica realizzazione, di elevata affidabilità funzionale, e presenti ingombri e pesi contenuti.

REVELLI Giancarlo  
Iscrizione Albo nr. 545/BMJ

Il suddetto scopo è raggiunto dalla presente invenzione, in quanto essa è relativa ad una trasmissione ad ingranaggi per applicazioni aeronautiche comprendente un albero di ingresso ed un albero di uscita girevoli intorno a rispettivi assi, e mezzi di trasferimento del moto interposti tra i detti alberi di ingresso e di uscita, caratterizzata dal fatto che i detti mezzi di trasferimento del moto comprendono un primo stadio di ripartizione della coppia disposto in serie al detto albero di ingresso e suddividente la coppia ricevuta dall'albero di ingresso stesso in almeno due porzioni di coppia distinte avanzanti lungo rispettivi percorsi di trasmissione, e due secondi stadi di ripartizione della coppia associati ai rispettivi detti percorsi di trasmissione, disposti in serie al detto primo stadio e suddividenti, ciascuno, la relativa detta porzione di coppia ricevuta dal primo stadio stesso in frazioni distinte avanzanti lungo rispettive diramazioni del relativo detto percorso di trasmissione.

Per una migliore comprensione della presente invenzione viene descritta nel seguito una preferita forma di realizzazione, a puro titolo di esempio non limitativo e con riferimento ai disegni allegati, nei quali:

- la figura 1 illustra, in sezione, una

trasmissione ad ingranaggi per applicazioni aeronautiche realizzata secondo la presente invenzione; e

- la figura 2 è una vista prospettica della trasmissione di figura 1, con parti asportate per chiarezza.

Con riferimento alle figure allegate, è indicata nel suo complesso con 1 una trasmissione ad ingranaggi per un velivolo, in particolare per un'applicazione motoristica.

La trasmissione 1 è atta ad essere interposta tra un'unità motrice (non illustrata) ed un utilizzatore (anch'esso non illustrato), nella fattispecie un'elica.

Con particolare riferimento alla figura 1, la trasmissione 1 comprende un involucro 2 esterno fisso di supporto avente un asse A ed a sua volta comprendente un corpo 3 a campana internamente cavo definente opposte aperture 4, 5 circolari di estremità di asse A ed avente diametro crescente a partire dall'apertura 4, ed un coperchio 6 discoidale fissato al corpo 3 in chiusura dell'apertura 5.

Il coperchio 6 presenta, inoltre, un'apertura 7 circolare passante centrale di asse A e sei aperture 8 circolari passanti periferiche aventi rispettivi assi B paralleli all'asse A ed angolarmente equispaziate tra loro intorno all'apertura 7 stessa.

L'involucro 2 definisce al proprio interno una camera 9 di asse A comunicante con l'esterno, da una parte, attraverso l'apertura 4 e, dalla parte opposta, attraverso le aperture 7 e 8.

La trasmissione 1 comprende, inoltre, un albero di ingresso 10 di asse A disposto all'esterno dell'involucro 2 e collegabile all'unità motrice, un albero di uscita 11 montato passante attraverso le aperture 4 e 7 dell'involucro 2 e collegabile all'elica, ed un gruppo 12 di trasferimento del moto, di tipo epicicloidale, interposto tra gli alberi di ingresso e di uscita 10, 11 ed alloggiato in parte all'interno dell'involucro 2 stesso.

In particolare, l'albero di ingresso 10 è supportato dalla citata unità motrice in modo angolarmente girevole intorno all'asse A ed in posizione assialmente fissa secondo uno schema noto e non illustrato. L'albero di uscita 11 è accoppiato all'involucro 2 in modo girevole intorno all'asse A ed in posizione assialmente fissa tramite rispettivi cuscinetti 13a, 13b, 14, due dei quali (13a, 13b) sono impegnati entro l'apertura 4 ed un altro (14) è impegnato entro l'apertura 7.

Il gruppo 12 comprende una coppia di alberi ausiliari 15, 16 cavi coassiali all'asse A, montati uno

(15) all'interno dell'altro (16) con gioco radiale, fissati ad una flangia 22 di estremità dell'albero di ingresso 10 unicamente in corrispondenza di proprie flange 20, 21 di estremità adiacenti, e presentanti rispettive porzioni di estremità 18, 19 libere opposte flottanti.

Gli alberi ausiliari 15, 16 presentano rigidzze torsionali  $K_1$ ,  $K_2$  prefissate, vantaggiosamente uguali tra loro, per trasmettere all'albero di ingresso 10 una coppia  $C_i$  fornita dall'unità motrice.

Gli alberi ausiliari 15, 16 definiscono un primo stadio 29 di ripartizione della coppia suddividente la coppia  $C_i$  ricevuta dall'albero di ingresso 10 in due porzioni di coppia  $C_e$ ,  $C_f$  avanzanti lungo percorsi di trasmissione distinti all'interno del gruppo 12. Poiché gli alberi ausiliari 15, 16 sono dimensionati in modo da presentare rigidzze torsionali  $K_1$ ,  $K_2$  uguali, le porzioni di coppia  $C_e$ ,  $C_f$  trasmesse a regime dagli alberi ausiliari 15, 16 stessi sono necessariamente uguali tra loro.

Il gruppo 12 comprende, inoltre, una coppia di ingranaggi solari 23, 24, i quali sono ricavati integralmente in corrispondenza delle rispettive porzioni di estremità 18, 19 degli alberi ausiliari 15, 16 e sono disposti affiancati tra loro lungo l'asse A,

una pluralità di primi ingranaggi planetari 25 angolarmente equispaziati tra loro intorno all'asse A ed accoppiati con l'ingranaggio solare 23, ed una pluralità di secondi ingranaggi planetari 26 angolarmente equispaziati tra loro e rispetto agli ingranaggi planetari 25 stessi intorno all'asse A ed accoppiati con l'ingranaggio solare 24.

Gli ingranaggi planetari 25 e gli ingranaggi planetari 26 sono disposti rispettivamente su un primo e su un secondo piano di giacitura distinti e paralleli tra loro ed ortogonali all'asse A.

Gli ingranaggi planetari 25, 26 sono inoltre calettati su relativi perni 27 montati coassialmente attraverso le rispettive aperture 8 del coperchio 6 con l'interposizione di relative coppie di cuscinetti 28. Ciascun perno 27 è pertanto angolarmente girevole intorno all'asse B della relativa apertura 8 ed è supportato in posizione assialmente fissa dall'involucro 2.

Gli ingranaggi solari 23, 24 ed i rispettivi ingranaggi planetari 25, 26 definiscono due secondi stadi 30, 31 di ripartizione della coppia uguali uno all'altro, disposti in parallelo tra loro ed in serie al primo stadio 29 ed associati ai relativi alberi ausiliari 15, 16. Ciascun secondo stadio 30, 31

suddivide la relativa porzione di coppia Ce, Cf ricevuta dal primo stadio 29 in frazioni Cn distinte avanzanti lungo tre diramazioni del rispettivo percorso di trasmissione attraverso i relativi ingranaggi planetari 25, 26.

Vantaggiosamente, il supporto radiale di ciascun albero ausiliario 15, 16 in corrispondenza del rispettivo ingranaggio solare 23, 24 è realizzato esclusivamente dai relativi ingranaggi planetari 25, 26, rispetto ai quali può quindi autocentrarsi, consentendo in questo modo una ripartizione della relativa porzione di coppia Ce, Cf trasmessa agli ingranaggi planetari 25, 26 stessi in frazioni Cn uguali tra loro.

In maggiore dettaglio, ciascun perno 27 presenta una porzione di estremità 32 sporgente all'esterno dell'involucro 2, sulla quale è calettato il relativo ingranaggio planetario 25, 26, ed una porzione di estremità 33 opposta alloggiata all'interno dell'involucro 2 e definente integralmente una dentatura 34 esterna.

Il gruppo 12 comprende, infine, una corona 35 sostanzialmente conformata a campana, estendentesi all'interno dell'involucro 2, calettata sull'albero di uscita 11 e provvista di una dentatura 36 interna, la quale ingrana con le dentature 34 dei perni 27

consentendo alle frazioni di coppia Cn ripartite sui rispettivi ingranaggi planetari 25, 26 di riunirsi prima del trasferimento sull'albero di uscita 11 stesso.

In particolare, la corona 35 presenta in sezione assiale un profilo sostanzialmente conformato a C e comprende una porzione di attacco 37 sostanzialmente cilindrica impegnata rigidamente dall'albero di uscita 11, una porzione di accoppiamento 38 anch'essa sostanzialmente cilindrica, avente diametro maggiore rispetto al diametro della porzione di attacco 37 e provvista internamente, in prossimità di una propria estremità libera, della dentatura 36, ed una porzione di collegamento 39 sostanzialmente conformata a cupola e raccordante tra loro le porzioni 37 e 38.

In maggiore dettaglio, la porzione di accoppiamento 38 sporge assialmente a sbalzo rispetto alla porzione di attacco 37 ed è supportata radialmente dalle dentature 34 dei perni 27.

La particolare conformazione a campana assicura alla corona 35 un certo grado di flessibilità rispetto all'asse A che permette di minimizzare eventuali disallineamenti tra le varie parti componenti della trasmissione 1 dovuti ai carichi.

In uso, quando viene attivata l'unità motrice, una coppia Ci viene trasmessa dall'albero di ingresso 10

agli alberi ausiliari 15, 16, i quali, per il fatto di presentare rigidzze torsionali  $K_1$ ,  $K_2$  uguali tra loro, si deformano torsionalmente e trasmettono a regime ai relativi ingranaggi solari 23, 24 rispettive porzioni di coppia Ce, Cf uguali tra loro.

Pertanto, in corrispondenza del primo stadio 29 viene effettuata una prima suddivisione della coppia Ci nelle due porzioni Ce, Cf, le quali attraversano il gruppo 12 lungo rispettivi percorsi di trasmissione definiti dagli alberi ausiliari 15, 16 e dai relativi ingranaggi solari 23, 24.

Ciascuna porzione di coppia Ce, Cf viene poi trasmessa dal relativo ingranaggio solare 23, 24 agli ingranaggi planetari 25, 26 con cui è in presa. Poiché il supporto radiale degli alberi ausiliari 15, 16 è realizzato, in corrispondenza delle flange di estremità 20, 21, mediante il fissaggio all'albero di ingresso 10 e, in corrispondenza delle porzioni di estremità 18, 19 opposte, direttamente dai relativi ingranaggi planetari 25, 26, ciascun ingranaggio solare 23, 24 è libero di variare in uso la posizione del proprio asse in modo da autocentrarsi rispetto agli ingranaggi planetari 25, 26 stessi. Conseguentemente, la porzione di coppia Ce, Cf trasmessa da ciascun ingranaggio solare 23, 24 si ripartisce in frazioni Cn uguali tra loro sui rispettivi

ingranaggi planetari 25, 26.

Pertanto, in corrispondenza di ciascun secondo stadio 30, 31, viene effettuata un'ulteriore suddivisione della relativa porzione di coppia Ce, Cb in tre frazioni Cn, le quali attraversano il gruppo 12 lungo rispettive diramazioni del relativo percorso di trasmissione definite dai corrispondenti ingranaggi planetari 25, 26.

Una volta posti in rotazione, gli ingranaggi planetari 25, 26 trascinano con sé i relativi perni 27 ad essi solidali e le frazioni di coppia Cn possono ricongiungersi sulla corona 35 e, attraverso quest'ultima sull'albero di uscita 11, tramite ingranamento delle dentature 34 con la dentatura 36 interna della corona 35 stessa.

Da un esame delle caratteristiche della trasmissione 1 realizzata secondo la presente invenzione sono evidenti i vantaggi che essa consente di ottenere.

In particolare, l'architettura della trasmissione 1 consente una doppia ripartizione della coppia Ci trasmessa dall'albero di ingresso 10 all'albero di uscita 11, con conseguente ottimizzazione dei carichi gravanti sugli ingranaggi 23, 24, 25, 26 formanti la trasmissione 1 stessa ed ottenimento di ingombri estremamente contenuti, nonché pesi e costi realizzativi

estremamente bassi.

In particolare, grazie al fatto che l'entità delle porzioni di coppia Ce, Cf in cui viene suddivisa la coppia Ci dipendono esclusivamente dalle caratteristiche elastiche degli alberi ausiliari 15, 16, è possibile conoscere con esattezza lo stato di sollecitazione a cui sono sottoposti gli ingranaggi solari 23, 24, i quali possono pertanto essere dimensionati sulla base dei carichi effettivamente sopportati.

Analogamente, poiché è consentito un autocentramento degli ingranaggi solari 23, 24 sui relativi ingranaggi planetari 25, 26, anche lo stato di sollecitazione di questi ultimi è conoscibile a priori ed è nella fattispecie pari ad un terzo della porzione di coppia Ce, Cf trasmessa dal relativo ingranaggio solare 23, 24.

Pertanto, gli ingranaggi 23, 24, 25, 26 della trasmissione 1 possono essere tutti dimensionati sulla base dei minimi valori di resistenza richiesti per sopportare le sollecitazioni di esercizio, senza necessità di procedere a sovradimensionamenti dovuti ad incertezze sull'entità dei carichi gravanti sulla trasmissione 1 stessa.

Risulta chiaro che alla trasmissione 1 descritta ed illustrata possono essere apportate modifiche e varianti

REVELLI Giancarlo  
(iscrizione Albo nr. 545/BM)

che non escono dall'ambito di protezione delle rivendicazioni.

In particolare, gli ingranaggi planetari 25, 26 potrebbero anche essere dotati di un moto di rivoluzione intorno ai relativi ingranaggi solari 23, 24. Inoltre, la porzione di accoppiamento 38 della corona 35 potrebbe essere disposta radialmente interna rispetto agli ingranaggi planetari 25, 26 in modo da accoppiarsi angolarmente con gli ingranaggi planetari 25, 26 stessi tramite una propria dentatura esterna.

Infine, gli ingranaggi planetari 25 e 26 potrebbero ingranare direttamente con un'unica corona comune, la quale potrebbe essere angolarmente mobile, e quindi accoppiata angolarmente con l'albero di uscita 11, oppure fissa; in quest'ultimo caso, il moto di uscita verrebbe prelevato da un portatreno supportante gli ingranaggi planetari 25 e 26.

## R I V E N D I C A Z I O N I

1.- Trasmissione (1) ad ingranaggi per applicazioni aeronautiche comprendente un albero di ingresso (10) ed un albero di uscita (11) girevoli intorno a rispettivi assi (A), e mezzi di trasferimento del moto (12) interposti tra i detti alberi di ingresso e di uscita (10, 11), caratterizzata dal fatto che i detti mezzi di trasferimento del moto (12) comprendono un primo stadio (29) di ripartizione della coppia disposto in serie al detto albero di ingresso (10) e suddividente la coppia (Ci) ricevuta dall'albero di ingresso (10) stesso in almeno due porzioni di coppia (Ce, Cf) distinte avanzanti lungo rispettivi percorsi di trasmissione, e due secondi stadi (30, 31) di ripartizione della coppia associati ai rispettivi detti percorsi di trasmissione, disposti in serie al detto primo stadio (29) e suddividenti, ciascuno, la relativa detta porzione di coppia (Ce, Cf) ricevuta dal primo stadio (29) stesso in frazioni (Cn) distinte avanzanti lungo rispettive diramazioni del relativo detto percorso di trasmissione.

2.- Trasmissione secondo la rivendicazione 1, caratterizzata dal fatto che i detti secondi stadi (30, 31) sono uguali tra loro.

3.- Trasmissione secondo la rivendicazione 1 o 2, caratterizzata dal fatto che le dette porzioni di coppia

**REVELLI Giancarlo**  
(iscrizione Albo nr. 545/BM)

(Ce, Cf) sono uguali tra loro.

4.- Trasmissione secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, caratterizzata dal fatto che le dette frazioni (Cn) di ciascuna detta porzione di coppia (Ce, Cf) sono uguali tra loro.

5.- Trasmissione secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, caratterizzata dal fatto che i detti secondi stadi (30, 31) comprendono un primo e, rispettivamente, un secondo ingranaggio solare (23, 24) attraversati ciascuno da una relativa porzione di coppia (Ce, Cf), una pluralità di primi ingranaggi planetari (25) angolarmente distribuiti intorno al detto primo ingranaggio solare (23) ed accoppiati con il primo ingranaggio solare (23) stesso, ed una pluralità di secondi ingranaggi planetari (26) angolarmente distribuiti intorno al detto secondo ingranaggio solare (24) ed accoppiati con il secondo ingranaggio solare (24) stesso.

6.- Trasmissione secondo la rivendicazione 5, caratterizzata dal fatto che i detti primi ingranaggi planetari (25) ed i detti secondi ingranaggi planetari (26) sono disposti rispettivamente su un primo e su un secondo piano di giacitura distinti e paralleli tra loro.

7.- Trasmissione secondo la rivendicazione 5 o 6,

caratterizzata dal fatto che i detti primi e secondi ingranaggi planetari (25, 26) sono angolarmente equispaziati tra loro intorno all'asse (A) dei rispettivi detti primo e secondo ingranaggio solare (23, 24).

8.- Trasmissione secondo una qualsiasi delle rivendicazioni da 5 a 7, caratterizzata dal fatto che i detti secondi stadi (30, 31) comprendono tre detti primi ingranaggi planetari (25) e, rispettivamente, tre detti secondi ingranaggi planetari (26), ciascuna detta porzione di coppia (Ce, Cf) essendo suddivisa attraverso il relativo detto secondo stadio (30, 31) in tre dette frazioni (Cn) uguali tra loro.

9.- Trasmissione secondo una qualsiasi delle rivendicazioni da 5 a 8, caratterizzata dal fatto che il detto primo stadio (29) comprende un primo ed un secondo albero ausiliario (15, 16) presentanti prime porzioni di estremità (20, 21) fissate al detto albero di ingresso (10) e seconde porzioni di estremità (18, 19) opposte flottanti portanti rispettivamente i detti primo e secondo ingranaggio solare (23, 24) e supportate radialmente dai relativi detti primi e secondi ingranaggi planetari (25, 26).

10.- Trasmissione secondo la rivendicazione 9, caratterizzata dal fatto che i detti primo e secondo

albero ausiliario (15, 16) sono coassiali tra loro e montati uno all'interno dell'altro con gioco radiale, e presentano rispettive rigidezze torsionali (K1, K2) prefissate inferiori alla rigidezza torsionale necessaria per trasmettere l'intera coppia (Ci) ricevuta dall'albero di ingresso (10) stesso.

11.- Trasmissione secondo la rivendicazione 10, caratterizzata dal fatto che le dette rigidezze torsionali (K1, K2) dei detti primo e secondo albero ausiliario (15, 16) sono uguali tra loro.

12.- Trasmissione secondo una qualsiasi delle rivendicazioni da 5 a 11, caratterizzata dal fatto di comprendere una struttura di supporto (2), e dal fatto che i detti primi e secondi ingranaggi planetari (25, 26) sono montati sulla detta struttura di supporto (2) in modo angolarmente girevole intorno ai propri assi (B) ed in posizione assialmente fissa.

13.- Trasmissione secondo una qualsiasi delle rivendicazioni da 5 a 12, caratterizzata dal fatto che i detti mezzi di trasferimento del moto comprendono una corona (35) angolarmente solidale al detto albero di uscita (11) ed angolarmente accoppiata con i detti primi e secondi ingranaggi planetari (25, 26).

14.- Trasmissione secondo la rivendicazione 13, caratterizzata dal fatto che la detta corona (35)

comprende una porzione di attacco (37) angolarmente solidale al detto albero di uscita (11) ed una porzione di accoppiamento (38) provvista di una dentatura (36) angolarmente accoppiata con i detti primi e secondi ingranaggi planetari (25, 26), sporgente a sbalzo rispetto alla detta porzione di attacco (37) lungo l'asse del detto albero di uscita (11) e supportata radialmente da rispettivi perni (27) di supporto dei detti primi e secondi ingranaggi planetari (25, 26).

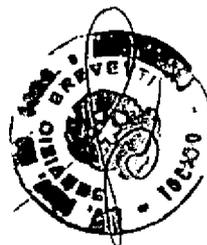
15.- Trasmissione ad ingranaggi per applicazioni aeronautiche, sostanzialmente come descritta con riferimento ai disegni allegati.

p. i. : FIATAVIO S.P.A.

REVELLI Giancarlo  
Iscrizione Albo nr. 545/BMI

*Giancarlo Revoli*

REVELLI Giancarlo  
Iscrizione Albo nr. 545/BMI



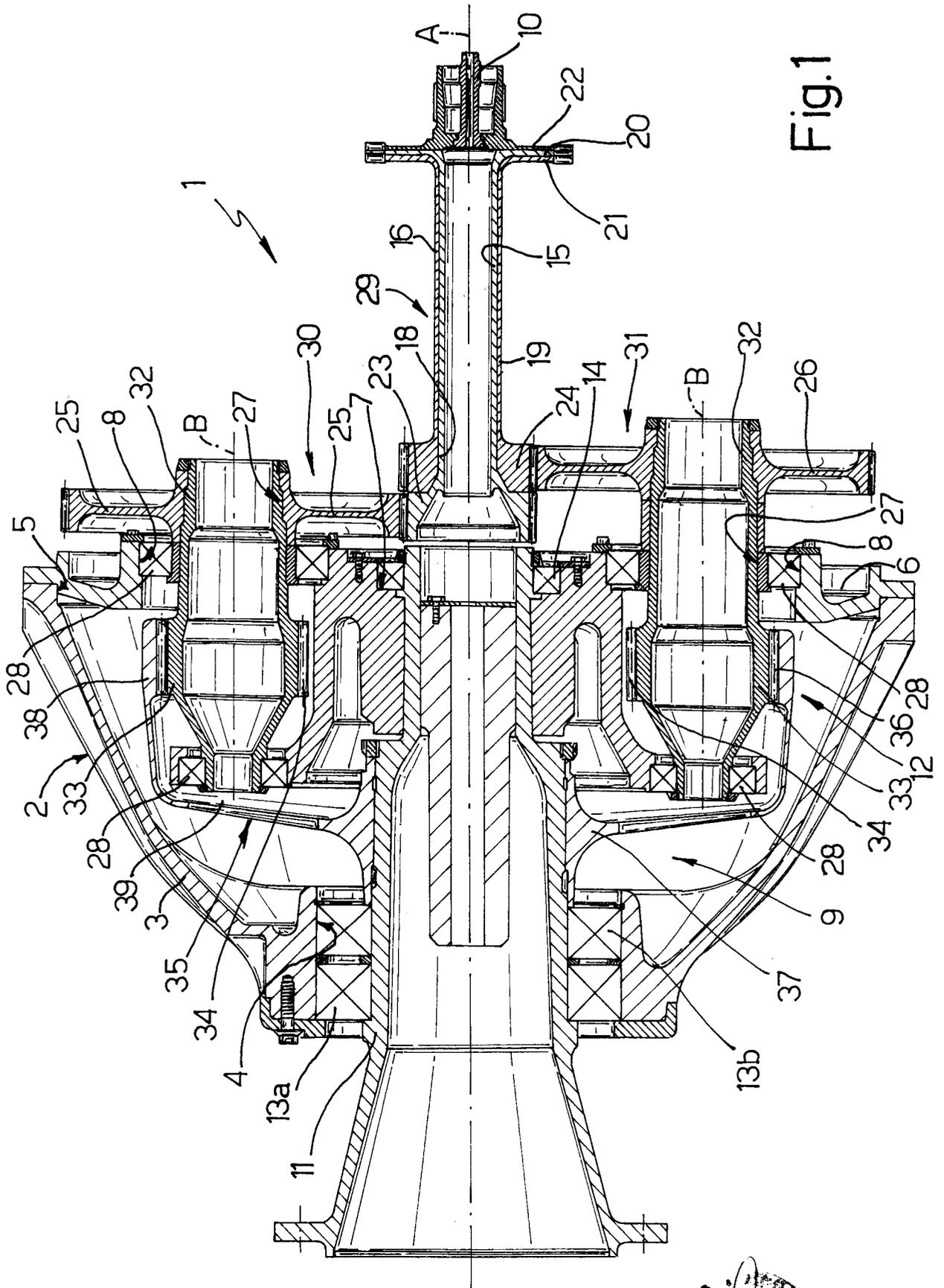


Fig.1

p.i.: FIATAVIO S.P.A.

REVELLI Giancarlo  
Iscrizione Albo nr. 545/BMI

*Giancarlo Revoli*



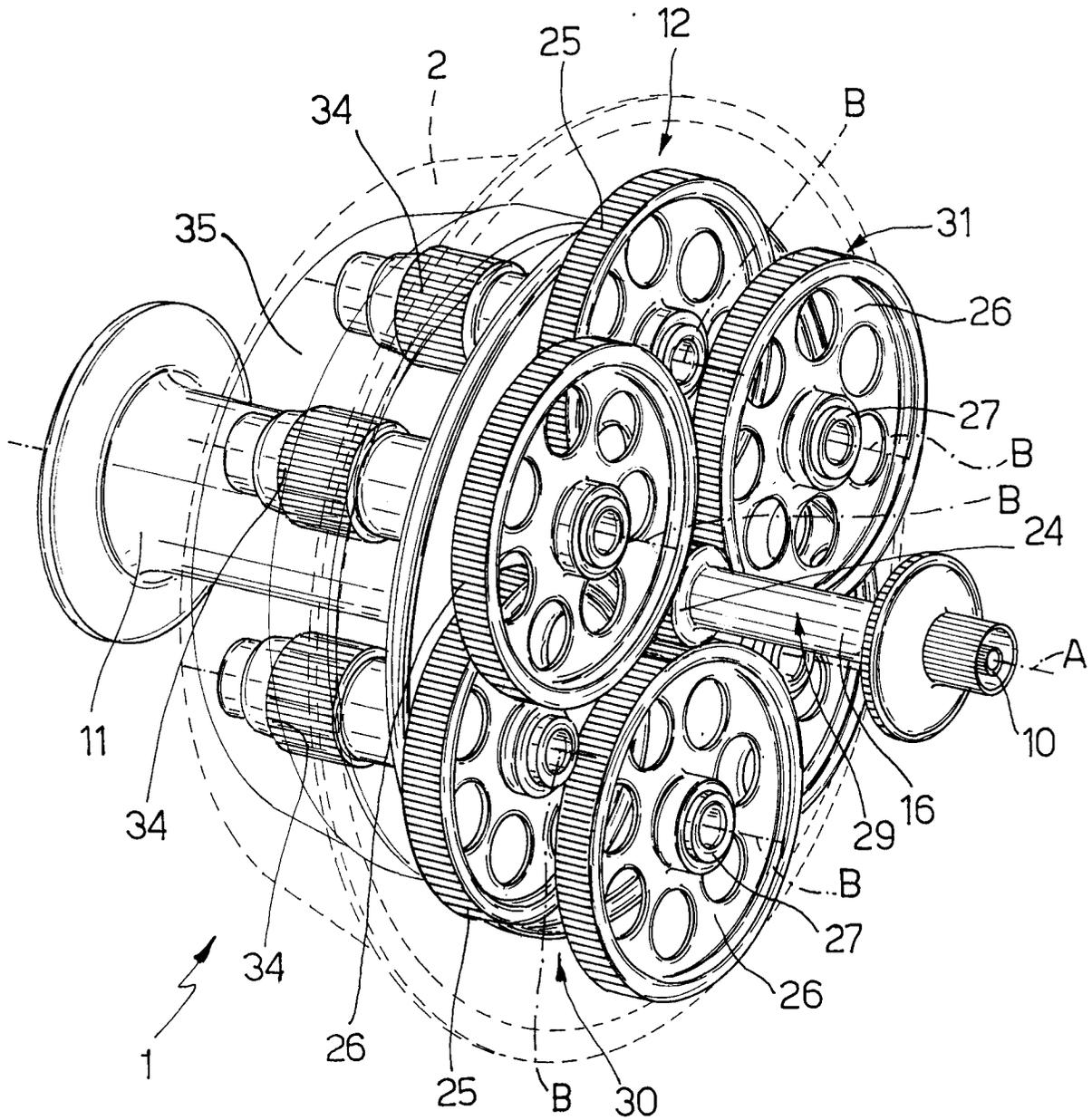


Fig.2

p.i.: FIATAVIO S.P.A.

REVELLI Giancarlo  
Iscrizione Albo nr. 545/BMI

*Giancarlo Revelli*

