



MINISTERO DELLO SVILUPPO ECONOMICO
DIREZIONE GENERALE PER LA LOTTA ALLA CONTRAFFAZIONE
UFFICIO ITALIANO BREVETTI E MARCHI

DOMANDA NUMERO	102001900906230
Data Deposito	02/02/2001
Data Pubblicazione	02/08/2002

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
B	64	C		

Titolo

ROTORE CON GRUPPO DI TRASMISSIONE OMOCINETICO PER UN AEROMOBILE.

D E S C R I Z I O N E

di brevetto per invenzione industriale
di AGUSTA S.P.A., di nazionalità italiana,
con sede a 21017 SAMARATE, CASCINA COSTA (VARESE),
VIA GIOVANNI AGUSTA, 520

Inventore: CARAMASCHI Vittorio

TO 2001A 000101

§ § §

*** **

La presente invenzione si riferisce ad un rotore per un aeromobile provvisto di un gruppo di trasmissione omocinetico. L'invenzione trova un preferito campo di applicazione negli aeromobili a rotore orientabile ("tilt rotor") o convertiplani, ma può essere impiegata anche negli elicotteri convenzionali, ad esempio nel rotore di coda.

Allo scopo di combinare le caratteristiche di velocità, autonomia ed efficienza dei velivoli a turboelica ad ala fissa con la capacità peculiare degli elicotteri di decollare e atterrare verticalmente e di rimanere in volo stazionario, sono stati sviluppati aeromobili convertibili o convertiplani, caratterizzati da una struttura esternamente analoga a quella di un aeroplano a turboelica, ma dotati di rotor i quali possono essere orientati verso l'alto per fornire la sustentazione in modo elicottero, ed in avanti per

parte imputabili ad effetti giroscopici determinati dall'effetto concomitante dell'inclinazione dell'asse del rotore rispetto a quello dell'albero di trasmissione e delle variazioni di velocità angolare che si verificano qualora il gruppo di trasmissione del rotore non assicuri una trasmissione perfettamente omocinetica del moto dall'albero di trasmissione principale al mozzo del rotore stesso.

Sono note varie tipologie di gruppi di trasmissione per rotorii di aeromobili. Secondo una prima soluzione nota, il mozzo è supportato da un cuscinetto sferico in modo da poter ruotare intorno ad un polo ed è vincolato ad un organo trascinatore solidale all'albero principale da un elemento di trasmissione a membrana flessibile, sostanzialmente toroidale, realizzato in materiale composito. Questa soluzione è relativamente semplice dal punto di vista costruttivo, ma nelle configurazioni deformate dell'elemento di trasmissione, sotto carico, i problemi dinamici sopra descritti determinano moti di nutazione del mozzo, che si traducono a loro volta in forze di inerzia e aerodinamiche addizionali sulle pale.

Sono altresì note soluzioni in cui il mozzo è collegato all'organo trascinatore solidale all'albero di trasmissione in modo articolato mediante una pluralità di compassi o aste tangenziali. Queste soluzioni

MB/702/6/100/100/100

condotto rigidamente collegato con il detto mozzo, ed una pluralità di trasmettitori di coppia vincolati, ciascuno, ad un primo attacco portato dall'organo conduttore e ad un secondo attacco portato dall'organo condotto mediante una prima cerniera e, rispettivamente, una seconda cerniera; dette prime e seconde cerniere avendo assi giacenti, rispettivamente, su un primo ed un secondo piano disposti da parti opposte e simmetricamente rispetto ad un piano bisettore coincidente, in condizioni stazionarie di riposo, con il detto piano di giacitura del detto mozzo.

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

la figura 1 è una vista in pianta dall'alto di un rotore realizzato secondo la presente invenzione;

la figura 2 è una sezione secondo la linea II-II di figura 1;

la figura 3 è una sezione secondo la linea III-III di figura 2;

la figura 4 è una sezione assiale di un organo condotto di un gruppo di trasmissione del rotore di figura 1;

la figura 5 è una vista in elevazione laterale e di un elemento trasmettitore di coppia del gruppo di trasmissione del rotore di figura 1;

la figura 6 è una sezione secondo la linea VI-VI di figura 5;

la figura 7 è uno schema illustrante una variante di realizzazione del rotore, in sezione assiale; e

la figura 8 è uno schema analogo a quello di figura 7, in una diversa condizione operativa del rotore.

Con riferimento alle figure da 1 a 3, è indicato nel suo complesso con 1 un rotore per un aeromobile, in particolare un convertiplano.

Il rotore 1 comprende essenzialmente un albero 2 principale di asse A, quattro pale 3 supportate da un mozzo 4, ed un gruppo di trasmissione 5 collegante il mozzo 3 all'albero 2.

Il gruppo di trasmissione 5 comprende un organo trascinatore 6 anulare calettato sull'albero 2, un supporto 7 per il mozzo 4 (nel seguito, il supporto 7) rigidamente collegato al mozzo stesso e vincolato all'albero 2 da uno snodo sferico 9 definente un polo 0 fisso attorno al quale il mozzo 4 può inclinarsi, ed una pluralità di trasmettitori di coppia 11 colleganti l'organo trascinatore 6 al supporto 7, il quale costituisce un organo condotto.

PUBBLICAZIONE
1952/53 N. 402/BM

Con particolare riferimento alla figura 3, il mozzo 4 è costituito da una piastra piana estendentesi lungo un piano α mediano di giacitura ed avente sostanzialmente forma di stella a quattro punte con un'apertura 13 centrale a forma di croce. Il mozzo comprende, in particolare, quattro bracci 14 radiali angolarmente equispaziati fra loro, definenti le "punte" della forma a stella, ai quali sono collegate le rispettive pale 3, e quattro porzioni intermedie 15 di trascinamento intercalate fra i bracci 14 e rigidamente fissate al supporto 7.

Le porzioni di trascinamento presentano forma allungata in direzione tangenziale, e sono disposte radialmente all'interno rispetto ai bracci 14, ai quali sono integralmente collegate da coppie di travi 16. Più in particolare, ciascun braccio 14 presenta forma sostanzialmente trapezoidale isoscele con una base maggiore rivolta verso l'asse A e una base minore disposta verso l'esterno, ed è collegato alle due porzioni intermedie 15 adiacenti da una coppia di travi 16 le quali divergono fra loro a partire dal braccio 14, in direzione inclinata sostanzialmente lungo il prolungamento dei lati obliqui del braccio 14 stesso. Le porzioni intermedie 15, le travi 16 e le basi maggiori dei bracci 14 delimitano perifericamente l'apertura 13

del mozzo 4.

Il supporto 7 del mozzo 4 presenta una struttura cava sostanzialmente a gabbia ed è costituito da due flange 19, 20, rispettivamente superiore ed inferiore (figura 4), sostanzialmente simmetriche rispetto al piano α e comprendenti, ciascuna, una base 22 anulare piana e quattro bracci 23 angolarmente equispaziati fra loro, estendentisi radialmente ed assialmente a sbalzo dalla base 22.

Le basi 22 delle due flange 19, 20 sono parallele fra loro e provviste di rispettive aperture 24 circolari centrali attraverso le quali è montato passante l'albero 2. I bracci 23 delle due flange 19, 20 combaciano fra loro lungo il piano α alle proprie estremità 25 libere, collegate da viti 26, e definiscono internamente rispettive sedi 27 a C nelle quali sono alloggiato e rigidamente bloccate le porzioni intermedie 15 del mozzo 4.

Il polo O dello snodo sferico 8 è definito dall'intersezione fra l'asse A ed il piano α . Lo snodo sferico 8 è costituito da un cuscinetto elastomerico 30 interno e da un cuscinetto elastomerico 31 esterno, entrambi aventi centro geometrico nel polo O, i quali sono disposti da parti assialmente opposte della base 22 della flangia 19, coassialmente all'albero A, e formano

con la base 22 un assieme bloccato assialmente a pacco da una ghiera 32 contro uno spallamento 33 dell'albero 2.

I cuscinetti 30, 31 hanno la funzione, oltre che di consentire la rotazione del supporto 7 intorno al polo O, di trasmettere i carichi assiali, rispettivamente verso il basso e verso l'alto, dal supporto 7 all'albero 2.

Ciascuna delle pale 3 è collegata al mozzo 4, ad una propria porzione di estremità 34, mediante uno snodo sferico 35 avente centro C sul piano α , ed una coppia rotoidale 36 di asse R radiale passante per i punti C ed O; il collegamento delle pale 3 al mozzo 4 è descritto in maggiore dettaglio nel seguito, con riferimento ad un'unica pala 3, essendo evidente che tutti i collegamenti sono uguali fra loro.

Più in particolare, la porzione di estremità 34 della pala 3 collegata al mozzo 4 comprende essenzialmente una coppia di piastre 37, 38 parallele e collegate integralmente fra loro da una parete 39 verticale. La porzione di estremità 34 è collegata ad una leva 40 di comando della variazione del passo, la quale si estende in direzione sostanzialmente tangenziale all'interno del supporto 7 ed ha una propria estremità 44 montata fra le piastre 37, 38 della pala 3

ed una propria estremità 45 opposta vincolata ad una biella 46 facente parte di un gruppo di comando del passo 47 di tipo convenzionale e pertanto non descritto in dettaglio.

La porzione di estremità 44 della leva 40 è inserita fra le piastre 37, 38, ed è vincolata ad esse da un perno 48 di trasmissione della forza centrifuga avente asse T ortogonale alle piastre 37, 38 ed all'asse R, in modo tale da essere solidale alla pala 4 nella rotazione intorno all'asse R. L'estremità 44 alloggia un primo elemento 49 dello snodo sferico 35, un cui secondo elemento 50 è rigidamente fissato al mozzo 4.

Più in particolare, il primo elemento 49 dello snodo sferico 35 è costituito da una sfera attraversata diametralmente dal perno 48 e bloccata assialmente fra rispettive battute interne 52 della porzione di estremità 44 della leva 40.

Il secondo elemento 50 dello snodo sferico 35 è rigidamente fissato al rispettivo braccio 14 del mozzo 4 in corrispondenza della base maggiore di quest'ultimo (figura 3).

Il mozzo 4 è provvisto di quattro perni 54 radiali di asse R estendentisi a sbalzo dai rispettivi bracci 14 ed impegnanti in modo angolarmente ed assialmente scorrevole rispettive sedi 55 passanti realizzate nelle

pareti 39 delle pale 3, con le quali definiscono le rispettive coppie rotoidali 36.

I perni 54 e gli snodi sferici 35 definiscono i punti di trasmissione degli sforzi di taglio scambiati fra le pale 3 ed il mozzo 4.

L'organo trascinatore 6 comprende un elemento anulare 55 calettato in modo convenzionale sull'albero 2 al di sotto del supporto 7 e quattro appendici estendentisi a sbalzo dall'elemento anulare 55 verso l'esterno e verso l'alto, in modo da definire alle proprie estremità rispettivi attacchi inferiori 56 per i trasmettitori di coppia 11.

Dai bracci 23 della flangia superiore 19 del supporto 8 si originano rispettive appendici definenti attacchi superiori 57 per gli elementi trasmettitori di coppia 11.

I trasmettitori di coppia 11 sono definiti da elementi a balestra vincolati alle proprie estremità agli attacchi superiori 57 ed inferiori 56 mediante rispettive cerniere 58 superiori e 59 inferiori. Le cerniere 58 e 59 hanno i rispettivi assi D ed E disposti tangenzialmente rispetto all'asse A e giacenti su rispettivi piani δ , ϵ simmetricamente fra loro rispetto al piano α , in una condizione stazionaria di riposo in cui il piano α del mozzo è perpendicolare all'asse A.

MATERIALE
ARCHIVATO IN 10/02/84

Con riferimento alle figure 5 e 6, i trasmettitori di coppia 11 comprendono una coppia di attacchi 60 di estremità, collegati rispettivamente agli attacchi superiori 57 ed agli attacchi inferiori 56 in modo assialmente fisso e con possibilità di rotazione relativa intorno ai rispettivi assi D, E, ed una pluralità di lamine 64 parallele fra loro e fissate ad incastro agli attacchi 60 alle proprie estremità. Le lamine 64 presentano una forma incurvata con due porzioni di estremità 64a sostanzialmente rettilinee ed una porzione intermedia 64b curva con la convessità rivolta verso l'esterno, e presentano una sezione rettangolare molto allungata in direzione tangenziale cioè uno spessore molto minore della larghezza (figura 6). Le lamine 64 sono accostate l'una all'altra in direzione radiale con un gioco g relativo, in modo che ciascuna lavori individualmente sotto i carichi di esercizio. Le lamine 64 sono convenientemente realizzate in materiale composito a base di fibre di carbonio. Preferibilmente, lo spessore delle lamine 64 è differenziato, e cresce progressivamente dalla lamina esterna alla lamina interna; ciò consente di ottenere sollecitazioni unitarie di taglio uniformi in tutte le lamine 64 e quindi di sfruttare la resistenza del materiale in modo ottimale.

Lo spessore ridotto delle lamine 64 in relazione alla loro larghezza determina una bassa resistenza alla flessione lungo un piano assiale; anche la rigidezza torsionale è ridotta. Da un punto di vista cinematico, i trasmettitori di coppia 11 possono pertanto essere schematizzati con (o sostituiti da) meccanismi a compasso 11' (figura 7) costituiti da un'asta superiore 65 incernierata all'attacco superiore 57, un'asta inferiore 66 incernierata all'attacco inferiore 56, ed uno snodo sferico 67 collegante le estremità libere delle aste 65, 66 fra loro. Questa variante è illustrata nelle figure 7 ed 8 ed è utile per comprendere il comportamento cinematico del rotore 1 sotto carico.

In uso, la coppia torcente viene trasmessa dall'organo trascinatore 6 al supporto 7 tramite i trasmettitori di coppia 11 o 11'. Il mozzo è rigidamente collegato al supporto 7 e pertanto ruota solidalmente con esso. La disposizione a cono delle pale 3 è resa possibile dalla flessibilità degli elementi a trave 15 del mozzo 4.

Le variazioni di assetto del rotore 1 sono ottenute in modo in sé noto tramite il dispositivo 47 di comando del passo. In particolare, a seguito di uno sbandamento del mozzo 4 intorno al polo O per il quale il piano α di giacitura del mozzo 4 non è più perpendicolare all'asse

A dell'albero 2 ma ad un asse B di rotazione del mozzo stesso passante per O (figura 8), varia la distanza fra gli attacchi inferiori e superiori 56, 57 dei trasmettitori di coppia 11 o 11'. Come illustrato in figura 8 con particolare riferimento alla soluzione con meccanismi a compasso 11', i centri degli snodi 67 si vengono a trovare su un piano β distinto da α ma costituente ancora un piano di bisezione, rispetto al quale i piani δ ed ϵ sono simmetrici. Essendo verificata questa condizione, il gruppo di trasmissione 5 risulta perfettamente omocinetico, ossia la velocità angolare del mozzo 4 intorno all'asse B per un osservatore sul piano α è costante ed uguale alla velocità angolare dell'albero 2.

I trasmettitori di coppia 11 realizzano strutturalmente, ossia tramite la deformazione delle lamine 64, uno schema cinematico del tutto analogo a quello sopra descritto. Anche in questo caso, in qualsiasi condizione sbandata del mozzo 4, è possibile definire un piano β di bisezione dei trasmettitori 11, costituente un piano di simmetria fra i piani δ ed ϵ . Come sopra descritto, se questa condizione è verificata, il dispositivo 5 è perfettamente omocinetico in qualsiasi condizione operativa del rotore 1. La forma di realizzazione dei trasmettitori di coppia 11 approssima

in modo praticamente perfetto lo schema cinematico ottenuto con i meccanismi a compasso 11', in quanto le lamine 64 oppongono una resistenza molto ridotta alla torsione ed alla flessione e si deformano sotto carico in modo complesso, a flesso-torsione, assumendo una configurazione deformata rispetto alla quale il piano β è un piano bisettore.

Da un esame delle caratteristiche del rotore 1 realizzato secondo la presente invenzione sono evidenti i vantaggi che essa consente di ottenere.

Il rotore, per quanto sopra esposto, risulta perfettamente omocinetico in qualsiasi condizione operativa. Vengono pertanto eliminate o ridotte a livelli trascurabili le vibrazioni indotte da effetti giroscopici, e l'assetto del rotore è fisso, in condizioni stabilizzate, senza moti di nutazione.

Questi vantaggi sono ottenuti con un gruppo di trasmissione 5 relativamente semplice, con un numero di componenti ridotto e con ingombro e peso contenuto.

La soluzione con trasmettitori di coppia 11 a balestra consente di ridurre il numero di componenti in moto relativo e gli effetti negativi con ciò connessi (usura, "fretting"). Inoltre, è possibile modificare facilmente il momento di controllo e la stabilità del rotore variando la rigidezza delle lamine 64.

Infine, lo schema cinematico adottato consente di ottenere la massima affidabilità e sicurezza grazie ai differenti percorsi di carico attraverso i quali vengono trasmesse le varie componenti di sollecitazione. In particolare, i carichi assiali e di taglio nel piano vengono trasmessi dai soli cuscinetti elastomerici 30, 31, la coppia torcente dai soli trasmettitori di coppia 11 o 11', i momenti di controllo in parte dai cuscinetti elastomerici 30, 31, in parte dai trasmettitori di coppia 11 o 11', comunque in modo ridondante per tutte le componenti.

Risulta infine chiaro che al rotore 1 descritto possono essere apportate modifiche e varianti che non escono dall'ambito di tutela delle rivendicazioni.

MAZZONI
/scritto il 10/02/04

RIVENDICAZIONI

1.- Rotore per un aeromobile comprendente un albero (2) motore, una pluralità di pale (3) estendentisi in direzione sostanzialmente radiale rispetto all'albero (2), ed un gruppo di trasmissione collegante dette pale (3) al detto albero (2) motore, il gruppo di trasmissione comprendendo un mozzo (4) supportato in modo orientabile intorno ad un polo (0) fisso, mezzi di articolazione (35, 36) colleganti ciascuna delle dette pale (3) al detto mozzo (4), e mezzi trasmettitori di coppia (6, 7, 11) colleganti il detto albero (2) motore con il detto mozzo (4), caratterizzato dal fatto che il detto mozzo (4) è simmetrico rispetto ad un proprio piano di giacitura (α) passante per il detto polo (0), e che detti mezzi trasmettitori di coppia (6, 7, 11) comprendono un organo conduttore (6) rotazionalmente solidale al detto albero (2), un organo condotto (7) rigidamente collegato con il detto mozzo (4), ed una pluralità di trasmettitori di coppia (11) vincolati, ciascuno, ad un primo attacco (56) portato dall'organo conduttore (6) e ad un secondo attacco (57) portato dall'organo condotto (7) mediante una prima cerniera (59) e, rispettivamente, una seconda cerniera (58); dette prime e seconde cerniere (59, 58) avendo assi (E, D) giacenti, rispettivamente, su un primo ed un secondo

coppia (11) sono costituiti da elementi a balestra provvisti di rispettivi attacchi (60) di estremità vincolati, ciascuno, ad un rispettivo detto primo attacco (56) e ad un' rispettivo detto secondo attacco (57).

6.- Rotore secondo la rivendicazione 5, caratterizzato dal fatto che i detti elementi a balestra (11) comprendono una pluralità di lamine (64) aventi una sezione trasversale rettangolare allungata in direzione tangenziale ed accostate fra loro in direzione radiale.

7.- Rotore secondo la rivendicazione 6, caratterizzato dal fatto che le dette lamine (64) sono separate l'una dall'altra da un gioco (g).

8.- Rotore secondo la rivendicazione 6 o 7, caratterizzato dal fatto che le dette lamine (64) presentano una forma incurvata con la convessità rivolta verso l'esterno del detto rotore (1).

9.- Rotore secondo una delle rivendicazioni da 6 a 8, caratterizzato dal fatto che le dette lamine (64) sono realizzate in un materiale composito a base di fibre di carbonio.

10.- Rotore secondo la rivendicazione 4, caratterizzato dal fatto che i detti trasmettitori di coppia comprendono rispettivi meccanismi a compasso (11') costituiti, ciascuno, da una coppia di aste (65,

66) incernierate ad un rispettivo detto primo attacco (56) e ad un rispettivo detto secondo attacco (57), e vincolate fra loro da uno snodo sferico (67).

11.- Rotore secondo una qualsiasi delle rivendicazioni da 3 a 10, caratterizzato dal fatto di comprendere una coppia di cuscinetti elastomerici (30, 31) sferici aventi centro nel detto polo (O), detti cuscinetti (30, 31) essendo disposti da parti assialmente opposte di una (19) delle dette flange (19, 20) del detto organo condotto (7) e vincolando la detta flangia (19) al detto albero (2) bidirezionalmente in senso assiale.

12.- Rotore secondo una delle rivendicazioni da 2 a 11, caratterizzato dal fatto che i detti mezzi di articolazione (35, 36) vincolanti le dette pale (3) al detto mozzo (4) comprendono, per ciascuna pala (3), uno snodo sferico (35) avente centro (C) sul rispettivo detto asse (R) di variazione del passo.

13.- Rotore secondo la rivendicazione 12, caratterizzato di comprendere, per ciascuna pala (3), una leva (40) di comando della variazione del passo vincolata alla detta pala (3) in modo rotazionalmente solidale intorno al detto asse (R) di variazione del passo, il detto snodo sferico (35) essendo interposto fra la detta leva (40) di comando della variazione del

FRANCIONI Leg.
Divisione Albo n° 482/BMI

passo ed il detto mozzo (4).

14.- Rotore secondo una delle rivendicazioni da 3 a 13, caratterizzato dal fatto che il detto mozzo (4) presenta forma sostanzialmente a stella con una pluralità di bracci (14) radiali, in numero pari al numero delle pale (3), ai quali le rispettive dette pale (3) sono collegate mediante i detti mezzi di articolazione (35, 36), e un uguale numero di porzioni intermedie (15) di trascinamento intercalate fra i detti bracci (14) e rigidamente fissate al detto organo condotto (7).

15.- Rotore secondo la rivendicazione 14, caratterizzato dal fatto che ciascuno di detti bracci (14) è integralmente collegato alle dette porzioni intermedie (15) di trascinamento ad esso adiacenti mediante una coppia di elementi a trave (16).

16.- Rotore secondo la rivendicazione 15, caratterizzato dal fatto che il detto mozzo (4) presenta un'apertura (13) centrale, e che il detto organo condotto (7) presenta una struttura cava sostanzialmente a gabbia.

17.- Rotore secondo la rivendicazione 16, caratterizzato dal fatto che dette leve (40) di comando della variazione del passo si estendono in direzione sostanzialmente tangenziale e sono alloggiare

INTELLIGENT MAIL
RECEIVED
FEBRUARY 1978

all'interno del detto organo condotto (7) e della detta
apertura del detto mozzo (4).

18.- Rotore per un aeromobile, sostanzialmente come
descritto ed illustrato nei disegni allegati.

p.i. AGUSTA S.P.A.

FRANCINI Luigi
iscrizione Albo n. 482/AM
Luigi Francini

FRANCINI Luigi
iscrizione Albo n. 482/AM

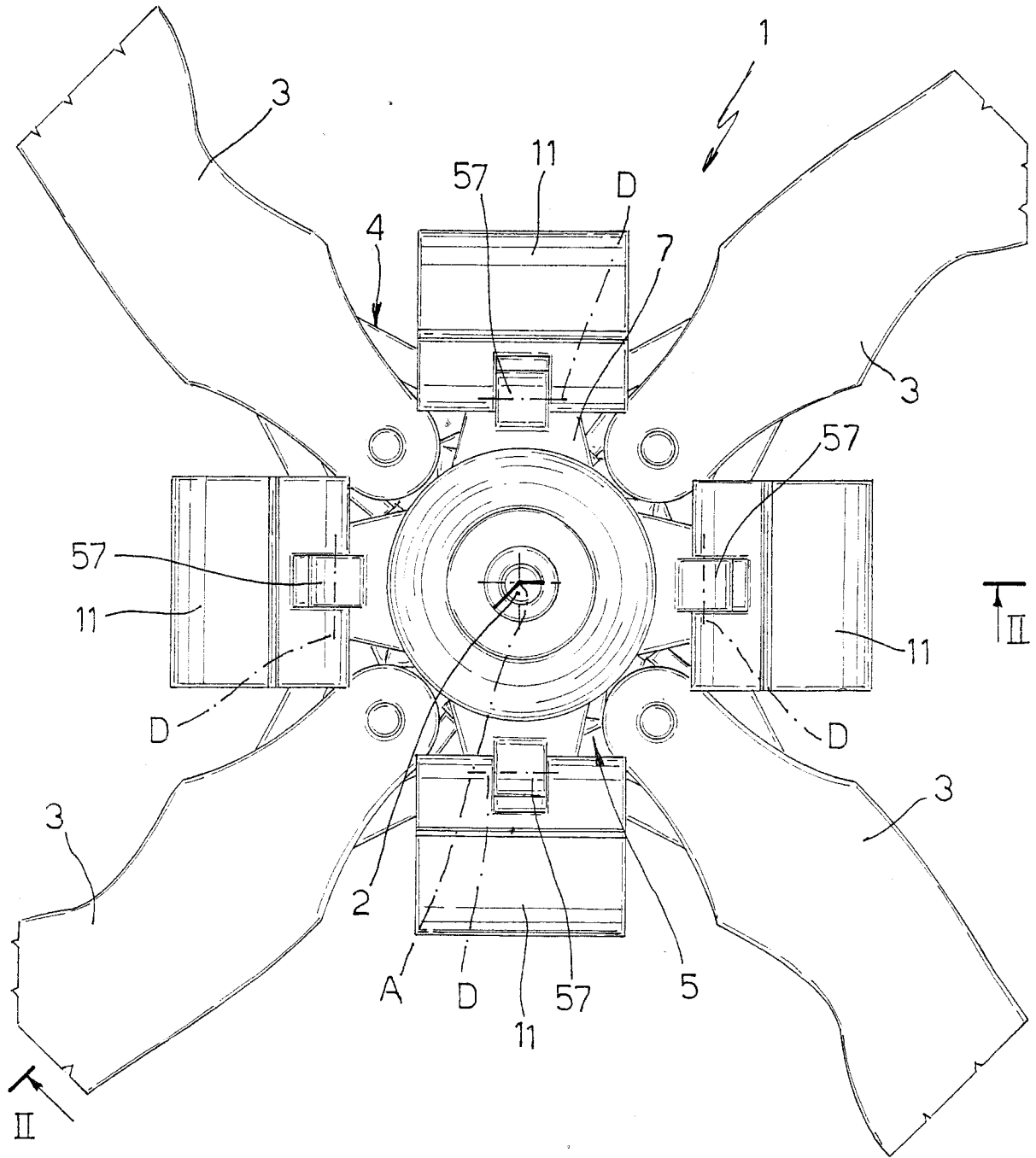
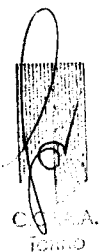


Fig. 1

Luigi Franzini
p.i.: AGUSTA S.P.A.
FRANZINI Luigi
Iscrizione Albo nr 482/BMI



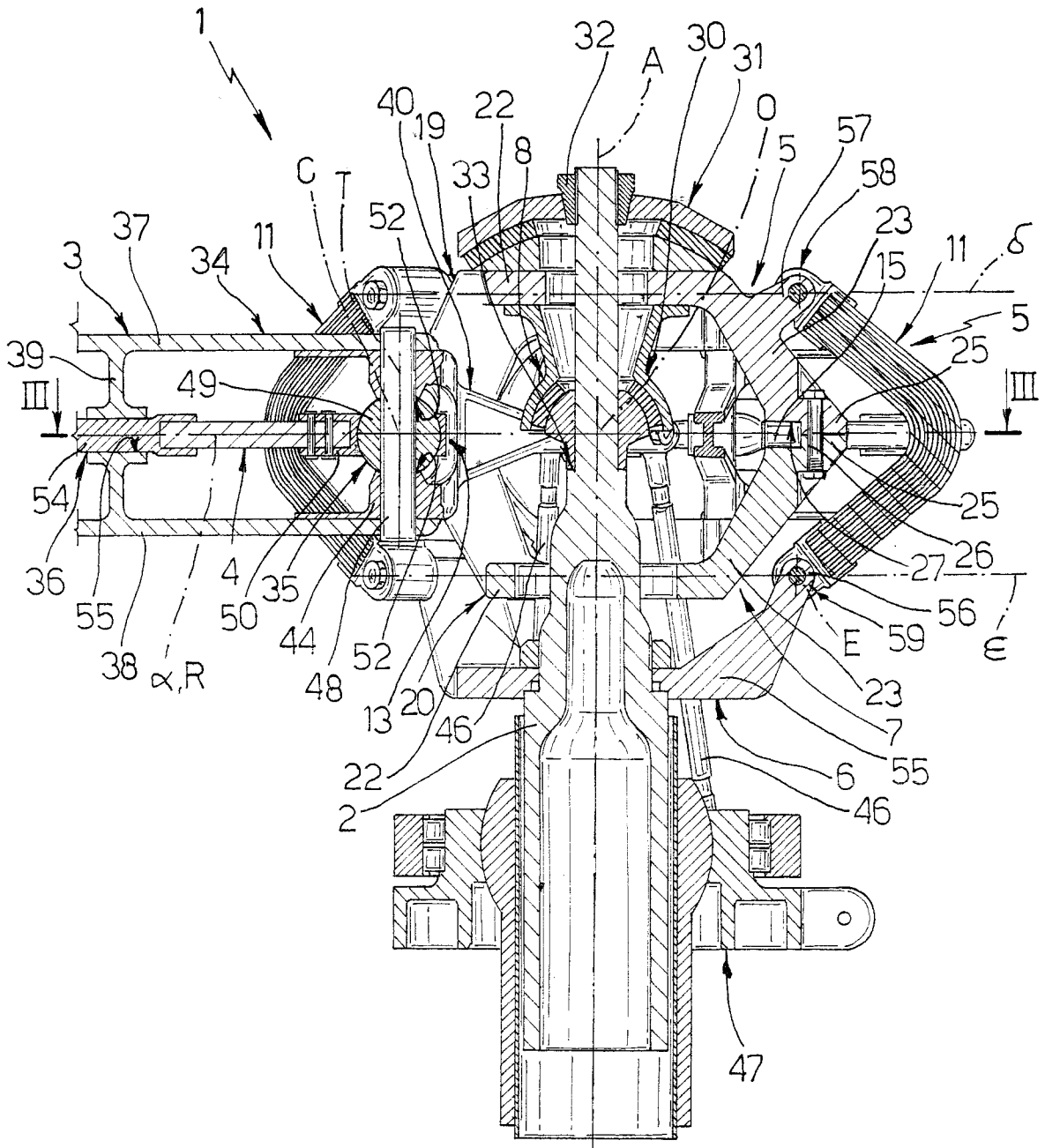
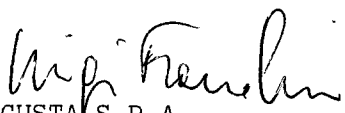


Fig. 2


 p.i.: AGUSTA S.P.A.
 FRANCINI Luigi
 (iscrizione Albo nr 482/8M)



TO 2001A 0001011

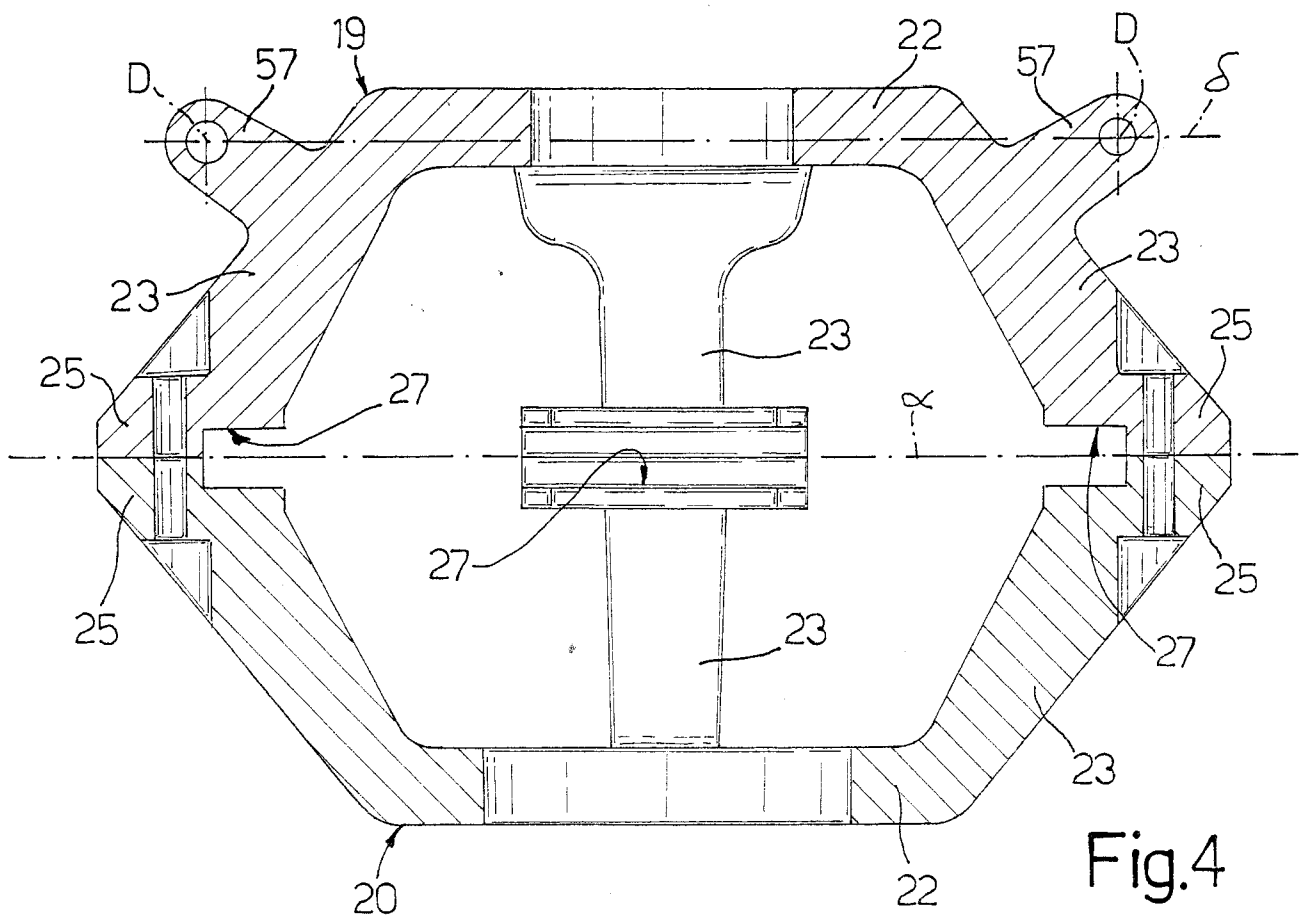


Fig. 4

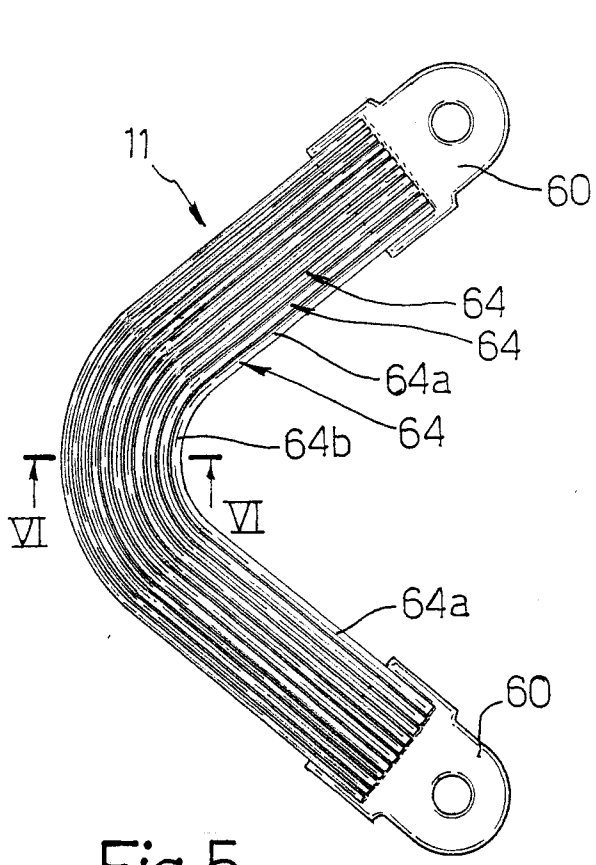


Fig. 5

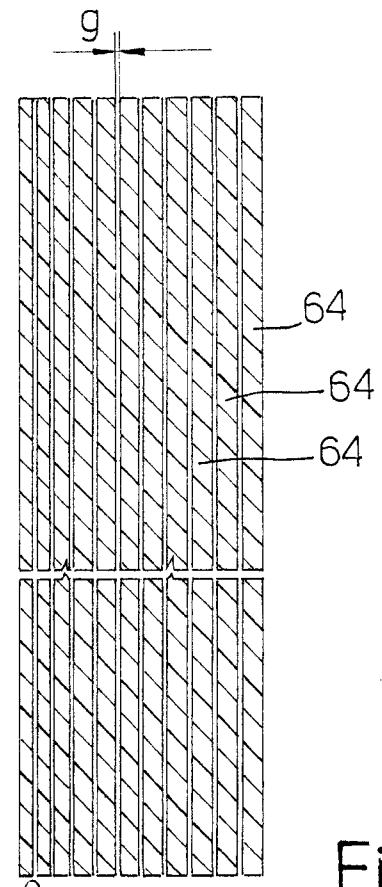


Fig. 6

Ing. Franklin
FRANCINI Luigi
(iscrizione Albo di LCZ/DM)
p.i.: AGUSTA S.P.A.

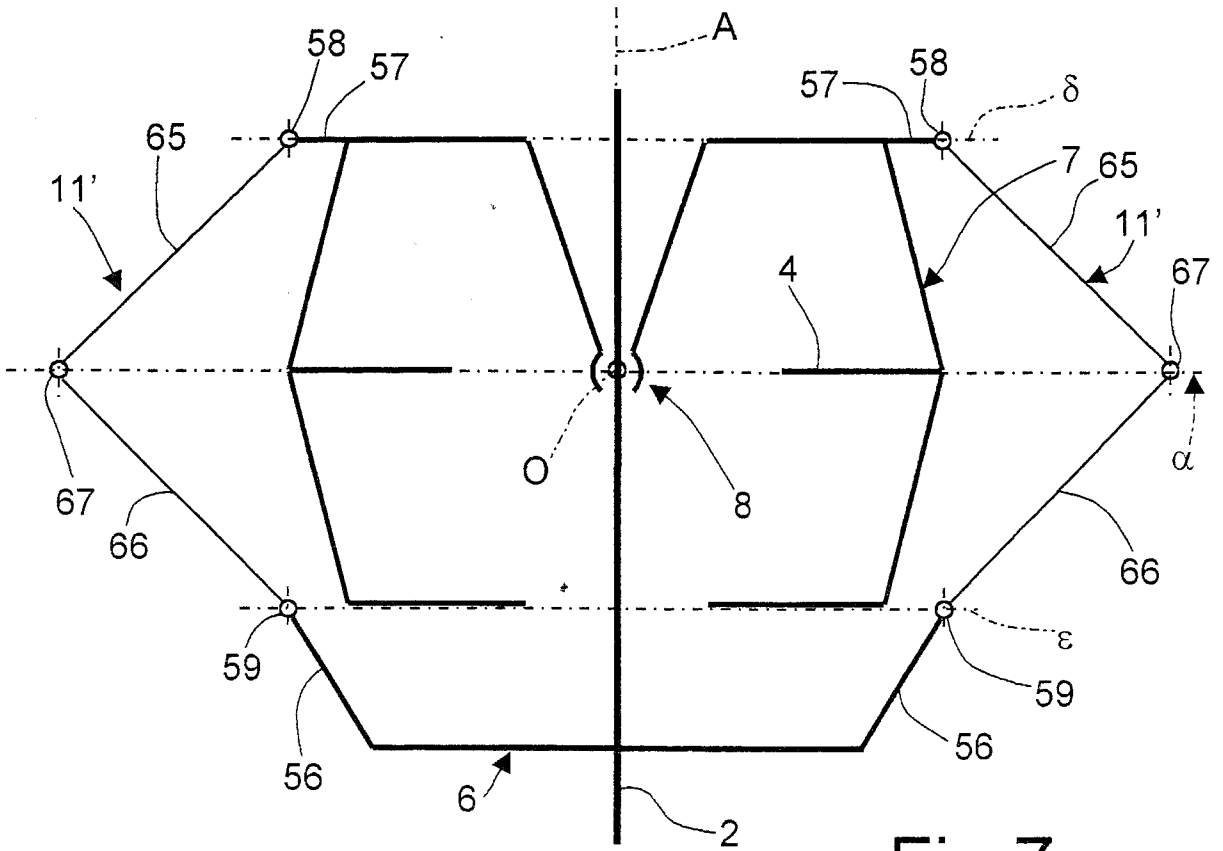


Fig. 7

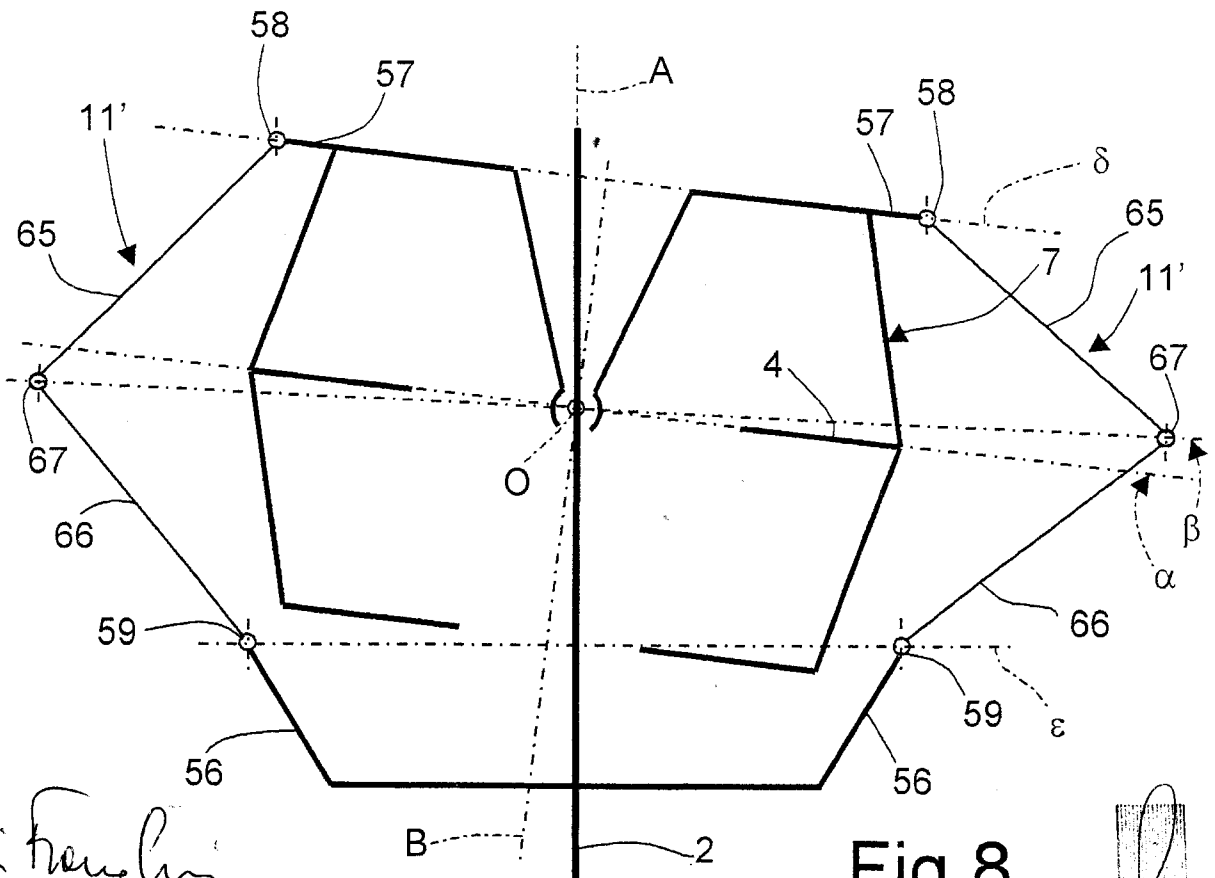
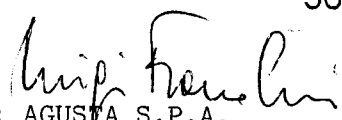


Fig. 8


 p.i.: AGUSTA S.P.A.
FRANZOLIN Luigi
 (iscrizione Albo nr 482/BM)

