

## Traduzione del testo del brevetto europeo

N. 4 389 587

a nome: Submersed Technologies PP2 AB

a: 167 14 Bromma - SVEZIA

dal titolo: Dispositivo di propulsione per esercitare una spinta su un liquido.

## DESCRIZIONE

### **SETTORE TECNICO**

La presente divulgazione si riferisce in generale al campo dei dispositivi di propulsione per la generazione di spinta a un liquido. Il dispositivo di propulsione qui descritto può essere utilizzato in varie applicazioni, come la propulsione di imbarcazioni, includendo imbarcazioni sia marine che aeree, compresi i droni, e la generazione di un flusso forzato di fluidi, come ventilatori, soffianti e pompe per liquidi.

### **CONTESTO**

Le eliche a vite tradizionali sono tipicamente costituite da un mozzo rotante con due o più pale che sono fissate al mozzo e sporgenti radialmente da esso. Le pale sono disposte con un passo tale da definire una spirale elicoidale simile a una linea di vite elicoidale.

Queste eliche a vite tradizionali presentano tipicamente una resistenza alla rotazione relativamente alta, che comporta un elevato carico del motore e una bassa efficienza energetica. Le eliche a vite tradizionali sono inoltre esposte alla cavitazione, che a sua volta può danneggiare le pale, causare vibrazioni indesiderate e generare rumore.

Inoltre, tali eliche a vite tradizionali presentano in genere uno slittamento sostanziale che riduce ulteriormente l'efficienza energetica.

GB 188.206 descrive un'elica a vite comprendente un mozzo e una pluralità di pale principali portanti radianti fissate al mozzo. Ogni pala principale è collegata a una prima pala ausiliaria disposta davanti alla pala principale e a una seconda pala ausiliaria disposta dietro la pala principale. Le punte delle pale principali e delle pale ausiliarie si estendono radialmente oltre le connessioni tra le pale principali e quelle ausiliarie.

US 2021/354801 A1 descrive un gruppo di eliche con gruppi di tre pale allineate assialmente collegate a un mozzo centrale che sono coperte da un elemento di guida esterno.

### **SOMMARIO**

L'obiettivo della presente invenzione è quello di fornire un dispositivo di propulsione potenziato per la generazione di spinta a un liquido.

Un altro obiettivo è quello di fornire un tale dispositivo di propulsione che presenti un'elevata efficienza.

Un ulteriore obiettivo è quello di fornire un dispositivo di propulsione che generi un flusso assiale con una separazione relativamente molto ridotta.

Un altro obiettivo ancora è quello di fornire un dispositivo di propulsione che presenti una resistenza relativamente bassa al liquido.

Un altro obiettivo ancora è quello di fornire un dispositivo di propulsione che impedisca la cavitazione.

Un ulteriore obiettivo è quello di fornire un tale dispositivo di propulsione che garantisca uno slittamento relativamente basso.

Generalmente, tutti i termini usati nelle rivendicazioni devono essere interpretati secondo il loro significato ordinario nel campo tecnico, salvo espressamente definito altrimenti nel presente documento. Tutti i riferimenti a “un/il/l’elemento, apparecchio, componente, mezzi, passaggio, ecc.” sono da interpretarsi in senso lato, facendo riferimento ad almeno un esempio dell’elemento, apparecchio, componente, mezzi, passaggio, ecc., salvo specificato diversamente in maniera esplicita. Le fasi di qualsiasi metodo qui descritto non devono essere eseguite nell’ordine esatto indicato, a meno che non sia esplicitamente indicato.

In base a un primo aspetto, la presente divulgazione fornisce un dispositivo di propulsione come indicato nella rivendicazione allegata 1. Il dispositivo di propulsione è predisposto per esercitare una spinta su un liquido. Il dispositivo di propulsione comprende un mozzo centrale con un'estremità anteriore e un'estremità posteriore, che ruota attorno a un asse di rotazione che si estende longitudinalmente tra le estremità anteriore e posteriore, e almeno due disposizioni propulsive che sporgono radialmente dal mozzo e che sono distribuiti uniformemente sulla circonferenza del mozzo. Ciascuna disposizione propulsiva comprende un elemento propulsivo anteriore che si estende radialmente da un'estremità interna anteriore a un'estremità esterna anteriore, un elemento propulsivo posteriore che si estende radialmente da un'estremità interna posteriore a un'estremità esterna posteriore. Un elemento di guida esterno si estende dall'estremità esterna anteriore

all'estremità esterna posteriore a una distanza di elemento di guida esterno radiale dall'asse di rotazione e un elemento di guida interno si estende dall'estremità interna anteriore all'estremità interna posteriore a una distanza di elemento di guida interno radiale dall'asse di rotazione. Un distanziatore anteriore allungato e un distanziatore posteriore allungato si estendono radialmente dal mozzo all'elemento di guida interno. Almeno un elemento propulsivo intermedio è disposto tra gli elementi propulsivi anteriori e posteriori e si estende radialmente dall'elemento di guida interno all'elemento di guida esterno. Le proiezioni longitudinali dell'elemento propulsivo anteriore, dell'elemento propulsivo intermedio e dell'elemento propulsivo posteriore si sovrappongono almeno parzialmente. L'elemento di guida interno, il distanziatore anteriore, il distanziatore posteriore e la periferia del mozzo definiscono uno spazio aperto che consente il libero passaggio del liquido.

Dotando il dispositivo di propulsione di un elemento propulsivo intermedio che si estende da un elemento di guida interno disposto radialmente a una certa distanza dal mozzo, il dispositivo di propulsione fornisce una superficie di generazione della spinta aggiuntiva in una porzione periferica del dispositivo di propulsione. L'area generatrice di spinta disposta nella porzione periferica del dispositivo di propulsione offre una maggiore spinta e una minore resistenza in direzione assiale e tangenziale rispetto all'area delle pale nella porzione centrale delle eliche a vite tradizionali. L'elemento propulsivo intermedio aumenta quindi l'efficienza del dispositivo di propulsione aumentando la spinta e mantenendo bassa la resistenza. L'elemento di guida interno e

l'elemento di guida esterno che si estendono longitudinalmente tra tutti gli elementi propulsivi in una disposizione propulsiva riducono il flusso radiale e favoriscono la generazione di flussi in direzione assiale. In questo modo, la componente assiale del flusso generato dal dispositivo di propulsione viene aumentata mantenendo bassa la separazione laterale del flusso. Ciò contribuisce anche ad aumentare l'efficienza del dispositivo di propulsione. L'elemento di guida esterno e l'elemento di guida interno aumentano inoltre la rigidità del dispositivo di propulsione, consentendo agli elementi di propulsione di essere relativamente sottili e riducendo le vibrazioni. L'elemento di guida esterno riduce ulteriormente la cavitazione nella parte periferica degli elementi propulsivi, riducendo così l'usura degli elementi propulsivi, il rumore e altre vibrazioni.

Il dispositivo di propulsione ha dimostrato di avere un'elevata efficienza, una bassa resistenza, sia in direzione assiale che circonferenziale, un flusso assiale altamente concentrato con una piccola separazione laterale, un basso grado di cavitazione e bassi livelli di rumore e altre vibrazioni.

In una forma di realizzazione del dispositivo di propulsione, le proiezioni longitudinali dell'elemento propulsivo anteriore, dell'elemento propulsivo intermedio e dell'elemento propulsivo posteriore si sovrappongono completamente. Ciò comporta un'ulteriore riduzione della resistenza assiale.

Le lunghezze della proiezione assiale delle linee di corda dell'elemento propulsivo anteriore, posteriore e intermedio possono essere essenzialmente costanti. La proiezione assiale degli elementi

propulsivi presenta quindi una forma rettangolare o romboidale. In questo modo l'area dell'elemento propulsivo attivo può essere ampia, mantenendo le linee di corda corte. Questo aumenta la spinta e riduce al minimo la cavitazione.

La linea di corda massima di ciascuno degli elementi propulsivi anteriori, posteriori e intermedi, può essere una linea di corda corta. Tale linea di corda corta è definita dalla nomenclatura standard NACA. In questo modo, gli elementi propulsivi presentano, nella regione attiva radialmente esterna all'elemento di guida interno, un'estensione relativamente breve in direzione circonferenziale, che riduce la cavitazione.

La distanza di elemento di guida interno (IG) può essere pari ad almeno il 40% della distanza di guida esterna (OG). Ciò significa che l'elemento propulsivo intermedio è posizionato a una distanza sufficiente dall'asse di rotazione per fornire una grande spinta rispetto alla resistenza.

L'elemento di guida esterno può sporgere all'indietro dall'estremità posteriore esterna. La porzione sporgente dell'elemento di guida esterno costituisce quindi una cosiddetta aletta che riduce efficacemente la cavitazione.

L'elemento di guida esterno e l'elemento di guida interno possono presentare una sezione trasversale longitudinale essenzialmente costante che è convessa verso l'esterno. In questo modo si riduce la resistenza in direzione circonferenziale.

L'elemento di guida esterno e l'elemento di guida interno possono presentare una sezione trasversale longitudinale essenzialmente costante che è concava verso l'interno. Questo riduce ulteriormente la resistenza in direzione circonferenziale.

Il raggio della curvatura convessa o concava può essere essenzialmente uguale alla distanza radiale dall'asse di rotazione ai rispettivi elemento di guida interno ed elemento di guida esterno. In questo modo si riduce anche la resistenza in direzione circonferenziale.

La distanza tra un bordo d'attacco e un bordo d'uscita di ciascun elemento propulsivo anteriore, posteriore e intermedio può essere essenzialmente costante. Questo consente anche di avere un'ampia area di elementi propulsivi attivi, mantenendo la linea di corda relativamente corta.

Il distanziatore anteriore e quello posteriore possono essere allineati longitudinalmente.

Il distanziatore anteriore e il distanziatore posteriore possono essere disposti come estensioni radiali rispettivamente dall'estremità interna anteriore e dall'estremità interna posteriore al mozzo.

Ciascuna disposizione propulsiva può comprendere una pluralità di, preferibilmente due o tre elementi propulsivi intermedi. In questo modo, il vantaggio di disporre l'area degli elementi propulsivi attivi alla periferia del dispositivo di propulsione è ulteriormente accentuato.

Il dispositivo di propulsione può comprendere due dispositivi di propulsione reciprocamente separati in direzione circonferenziale di 180° o tre dispositivi di propulsione reciprocamente separati in direzione

circonferenziale di 120° o quattro dispositivi di propulsione reciprocamente separati in direzione circonferenziale di 90° o cinque dispositivi di propulsione reciprocamente separati in direzione circonferenziale di 72° o sei dispositivi di propulsione reciprocamente separati in direzione circonferenziale di 60°.

Ulteriori obiettivi e vantaggi del dispositivo di propulsione secondo il primo, il secondo e il terzo aspetto risulteranno evidenti dalla seguente descrizione di forma di realizzazione esemplificative e dalle rivendicazioni allegate.

#### **BREVE DESCRIZIONE DEI DISEGNI**

Aspetti e forme di realizzazione sono ora descritti, a titolo esemplificativo, con riferimento ai disegni di accompagnamento, nei quali:

la Fig. 1 è una veduta prospettica del dispositivo di propulsione secondo una prima forma di realizzazione.

Le Figg. 2a-c sono viste dall'alto da un lato, dalla parte anteriore e dalla parte posteriore del dispositivo di propulsione mostrato in Figura 1.

La Fig. 3 è una vista prospettica del dispositivo di propulsione secondo una seconda forma di realizzazione.

La Fig. 4 è una vista prospettica del dispositivo di propulsione secondo una terza forma di realizzazione.

#### **DESCRIZIONE DETTAGLIATA**

Gli aspetti della presente divulgazione saranno descritti più dettagliatamente in seguito con riferimento ai disegni di

accompagnamento, nei quali sono mostrate alcune forme di realizzazione dell'invenzione.

Questi aspetti, tuttavia, possono essere realizzati in molte forme diverse e non devono essere interpretati come limitativi; piuttosto, queste forme di realizzazione sono fornite a titolo di esempio in modo che la presente divulgazione sia completa ed esaustiva e per trasmettere pienamente la portata di tutti gli aspetti dell'invenzione ai tecnici del ramo. I numeri simili si riferiscono a elementi simili in tutta la descrizione.

Il dispositivo di propulsione illustrato in tutte le figure 1 - 4 è destinato alla propulsione di imbarcazioni marine. Altre forme di realizzazione non illustrate che rientrano nell'ambito di applicazione della presente divulgazione possono essere utilizzate in altre applicazioni, come ad esempio per la propulsione di velivoli, compresi i droni, o per la generazione di flussi di liquidi forzati, ad esempio in ventilatori, soffianti e pompe.

Il dispositivo di propulsione marina secondo la forma di realizzazione illustrata nelle figure 1 - 2c comprende un mozzo centrale 10 che ruota attorno a un asse di rotazione centrale A. Nell'esempio illustrato, il mozzo 10 è predisposto per il passaggio dei gas di scarico di un motore fuoribordo o entro bordo (non mostrato) attraverso l'interno del mozzo. Il mozzo ha un'estremità conica che va da un'estremità anteriore 11 a un'estremità posteriore 12. Il mozzo 10 presenta un foro centrale 13 che si estende longitudinalmente dall'estremità anteriore 11 all'estremità posteriore 12. Un manicotto 14 cilindrico scanalato internamente si estende centralmente attraverso il foro 13. Il manicotto 14 è fissato alla

parete interna del foro 13 per mezzo di quattro puntoni radiali 15, in modo da formare nel foro 13 un canale anulare per l'espulsione di gas di scarico attorno al manicotto 14.

Il dispositivo di propulsione comprende inoltre due dispositivi di propulsione 20, fissati alla superficie periferica del mozzo 10 e separati di 180°. Entrambe le disposizioni propulsive sono identiche e nel prosieguo ne verrà descritta solo una per ragioni di semplicità.

Le disposizioni propulsive 20 comprendono ciascuna un elemento propulsivo anteriore 30, un elemento propulsivo posteriore 40 e un elemento propulsivo intermedio 50. L'elemento propulsivo anteriore 30 presenta un'estremità interna anteriore 31 e un'estremità esterna anteriore 32. Analogamente, l'elemento propulsivo posteriore 40 presenta un'estremità interna posteriore 41 e un'estremità esterna posteriore 42.

Un elemento di guida esterno 60 si estende parallelamente all'asse di rotazione A, dall'estremità anteriore esterna 32 all'estremità posteriore esterna 42. La guida esterna 60 è disposta a una distanza di elemento di guida esterno radiale OG dall'asse di rotazione A. L'elemento di guida esterno 60 sporge assialmente per una breve distanza all'indietro rispetto all'elemento di propulsione posteriore 40, formando un'aletta 61 sporgente all'indietro.

Un elemento di guida interno 70 si estende parallelamente all'asse di rotazione A dall'estremità interna anteriore 31 all'estremità interna posteriore 41. L'elemento di guida interno 70 è fissato alla periferia del mozzo per mezzo di un distanziatore anteriore allungato 35

e di un distanziatore posteriore allungato 45. I distanziatori 35, 45 si estendono ciascuno in senso radiale dal mozzo all'elemento di guida interno 70. Nell'esempio illustrato, il distanziatore anteriore 35 forma un'estensione diretta radialmente verso l'interno dell'elemento propulsivo anteriore 30 e il distanziatore posteriore forma un'estensione diretta radialmente verso l'interno dell'elemento propulsivo posteriore 40. Tuttavia, in altre forme di realizzazione non mostrate, i distanziatori possono essere disposti in altre posizioni longitudinali dell'elemento di guida interno, purché mantengano l'elemento di guida interno 70 a una certa distanza radiale dal mozzo 10.

L'elemento di guida interno 70 è disposto a una distanza radiale dell'elemento di guida interno IG dall'asse di rotazione A. La distanza di elemento di guida interno IG è inferiore alla distanza di guida esterna OG ma maggiore del diametro esterno massimo del mozzo 10. In altre parole l'elemento di guida interno 70 è disposto radialmente tra la periferia esterna del mozzo e l'elemento di guida esterno 60. Nell'esempio illustrato, la distanza di elemento di guida interno IG è circa il 60% della distanza di elemento di guida esterno OG. È preferibile che la distanza di elemento di guida interno IG sia compresa tra il 40% e il 75% della distanza di elemento di guida esterno OG.

La superficie radialmente esterna dell'elemento di guida esterno 60 è convessa con un raggio di curvatura che è sostanzialmente uguale alla distanza di elemento di guida esterno OG. La superficie interna radiale dell'elemento di guida esterno 60 è anch'essa concava con un

raggio di curvatura che è essenzialmente uguale alla distanza di elemento di guida esterno OG.

Analogamente, l'elemento di guida interno 70 presenta una superficie esterna convessa e una superficie interna concava, entrambe con un raggio di curvatura sostanzialmente uguale alla distanza di elemento di guida interno IG. In questo modo si riduce la resistenza circonferenziale del dispositivo di propulsione.

L'elemento propulsivo intermedio 50 è disposto longitudinalmente al centro tra l'elemento propulsivo anteriore 30 e l'elemento propulsivo posteriore 40 e si estende in senso radiale dall'elemento di guida interno 70 all'elemento di guida esterno 60. L'elemento propulsivo intermedio 50 ha un'estremità interna intermedia 51, fissata alla guida interna 70, e un'estremità esterna intermedia 52, fissata alla guida esterna 60.

Dalla descrizione precedente si capisce che il distanziatore anteriore 35, il distanziatore posteriore 45, la periferia del mozzo 10 e l'elemento di guida interno 70 definiscono uno spazio aperto attraverso il quale il liquido, che in questo caso è l'acqua, può scorrere liberamente e che non presenta alcuna resistenza assiale o circonferenziale durante la rotazione del dispositivo di propulsione.

La parte anteriore 30, quella posteriore 40 e gli elementi propulsivi intermedi 50 presentano geometrie essenzialmente identiche. In ciascun elemento propulsivo 30, 40, 50 il bordo d'attacco è disposto essenzialmente in parallelo al bordo d'uscita. Inoltre, la proiezione assiale degli elementi propulsivi è essenzialmente rombica. Inoltre, le

larghezze in direzione circonferenziale degli elementi propulsivi 30, 40, 50, dell'elemento di guida interno 70 e dell'elemento di guida esterno 60 sono sostanzialmente uguali.

La larghezza in direzione circonferenziale degli elementi propulsivi 30, 40, 50 può essere espressa anche dalla lunghezza della linea di corda (o corda) che attraversa il rispettivo elemento propulsivo dal bordo d'attacco al bordo d'uscita e dalla proiezione assiale di questa linea di corda. Con un dispositivo di propulsione secondo la presente divulgazione è possibile mantenere la linea di corda e la sua proiezione assiale corte rispetto alle eliche a vite tradizionali, pur ottenendo una spinta soddisfacente. Questo è un grande vantaggio, poiché le linee di corda corte o piccole riducono il rischio di cavitazione. È stato dimostrato che la linea di corda degli elementi propulsivi 30, 40, 50 è preferibilmente una cosiddetta linea di corda corta o piccola secondo la terminologia standard NACA.

La Figura 3 illustra una seconda forma di realizzazione del dispositivo di propulsione comprendente un mozzo 110 e tre dispositivi di propulsione 120 distribuiti lungo la periferia del mozzo 110 e separati di 120°.

La Figura 4 illustra una terza forma di realizzazione del dispositivo di propulsione comprendente un mozzo 210 e quattro dispositivi di propulsione 220 distribuiti lungo la periferia del mozzo 210 e separati di 90°.

Nelle Figure 3 e 4, il mozzo 110, 210 e ciascuna disposizione propulsiva 120, 220 sono sostanzialmente uguali al mozzo 10 e alla

disposizione propulsiva 20 illustrati nelle Figg. 1 - 2c e descritti in precedenza e la descrizione non viene ripetuta in questa sede.

In una forma di realizzazione non illustrata, ciascuna disposizione propulsiva può comprendere più di un elemento propulsivo intermedio disposto tra un elemento propulsivo anteriore e uno posteriore. Anche in questi casi, gli elementi propulsivi intermedi si estendono radialmente tra un elemento di guida interno, che è disposto a una certa distanza dal mozzo, e un elemento di guida esterno, che si estende tra l'estremità esterna degli elementi propulsivi anteriori e posteriori. In queste forme di realizzazione, ogni dispositivo di propulsione comprende un numero totale di elementi propulsivi attivi disposti tra l'elemento di guida interno e l'elemento di guida esterno pari alla somma degli elementi propulsivi intermedi più due.

In un'altra forma di realizzazione non illustrata, ciascun dispositivo di propulsione può comprendere più di due distanziatori allungati che collegano l'elemento di guida interno al mozzo.

In tutte le disposizioni propulsive illustrate e descritte in precedenza, è preferibile che tutti gli elementi propulsivi di una disposizione propulsiva siano allineati longitudinalmente e si sovrappongano completamente l'uno all'altro in direzione longitudinale.

Gli aspetti della presente divulgazione sono stati descritti principalmente con riferimento ad alcuni esempi e forme di realizzazione. Tuttavia, come facilmente apprezzato da un tecnico del ramo, altre forme di realizzazione rispetto a quelle divulgate sopra sono ugualmente

possibili entro la portata dell'invenzione, come definito dalle rivendicazioni brevettuali allegate.

### RIVENDICAZIONI

1. Dispositivo di propulsione per esercitare una spinta su un liquido, che comprende un mozzo centrale (10, 110, 210) avente un'estremità anteriore (11) e un'estremità posteriore (12), che ruota attorno a un asse di rotazione (A) che si estende longitudinalmente tra le estremità anteriore (11) e posteriore (12), e almeno due disposizioni propulsive (20, 120, 220) che sporgono radialmente dal mozzo (10, 110, 210) e che sono distribuite uniformemente sulla circonferenza del mozzo (10, 110, 210), in cui ciascuna disposizione propulsiva ((20, 120, 220)

comprende:

- un elemento propulsivo anteriore (30) che si estende radialmente da un'estremità interna anteriore (31) a un'estremità esterna anteriore (32),

- un elemento propulsivo posteriore (40) che si estende radialmente da un'estremità interna posteriore (41) a un'estremità esterna posteriore (42),

- un elemento di guida esterno (60) che si estende dall'estremità esterna anteriore (32) all'estremità esterna posteriore (42) a una distanza di elemento di guida esterno radiale (OG) dall'asse di rotazione (A),

- un elemento di guida interno (70) che si estende dall'estremità interna anteriore (31) all'estremità interna posteriore (41) a una distanza di elemento di guida radiale interno (IG) dall'asse di rotazione (A),

- un distanziatore anteriore allungato (35) e un distanziatore posteriore allungato (45), i quali distanziatori (35, 45) si estendono radialmente dal mozzo (10) all'elemento di guida interno (60), e

- almeno un elemento propulsivo intermedio (50) disposto tra gli elementi propulsivi anteriore (30) e posteriore (40) ed estendentesi radialmente, dall'elemento di guida interno (70), all'elemento di guida esterno (60), in cui

- le proiezioni longitudinali dell'elemento propulsivo anteriore (30), dell'elemento propulsivo intermedio (50) e dell'elemento propulsivo posteriore (40) si sovrappongono almeno in parte, e in cui

- l'elemento di guida interno (70), il distanziatore anteriore (35), il distanziatore posteriore (45) e la periferia del mozzo (10) definiscono uno spazio aperto che consente il libero passaggio del liquido.

2. Dispositivo di propulsione secondo la rivendicazione 1, in cui le proiezioni longitudinali dell'elemento propulsivo anteriore (30), dell'elemento propulsivo intermedio (50) e dell'elemento propulsivo posteriore (40) si sovrappongono completamente.

3. Dispositivo di propulsione secondo le rivendicazioni 1 o 2, in cui le lunghezze delle proiezioni assiali delle linee di corda degli elementi propulsivi anteriore (30), posteriore (40) e intermedio (50) sono essenzialmente costanti.

4. Dispositivo di propulsione secondo qualsiasi delle rivendicazioni 1-3, in cui la linea di corda massima di ciascuno degli elementi propulsivi anteriore (30), posteriore (40) e intermedio (50) è una linea di corda corta definita dall'estensione al massimo del 60% dell'intervallo angolare.

5. Dispositivo di propulsione secondo qualsiasi delle rivendicazioni 1-4, in cui la distanza di guida interna (IG) è almeno il 40% e preferibilmente tra il 40% e il 75% della distanza di guida esterna (OG).

6. Dispositivo di propulsione secondo qualsiasi delle rivendicazioni 1-5, in cui l'elemento di guida esterno (60) sporge all'indietro dall'estremità posteriore esterna (42).

7. Dispositivo di propulsione secondo qualsiasi delle rivendicazioni 1-6, in cui l'elemento di guida esterno (60) e/o l'elemento di guida interno (70) hanno una sezione longitudinale essenzialmente costante e convessa verso l'esterno.

8. Dispositivo di propulsione secondo qualsiasi delle rivendicazioni 1-7, in cui l'elemento di guida esterno (60) e/o l'elemento di guida interno (70) hanno una sezione longitudinale essenzialmente costante e concava verso l'interno.

9. Dispositivo di propulsione secondo le rivendicazioni 7 o 8, in cui il raggio della curvatura convessa o concava è essenzialmente uguale alla distanza radiale (OG, IG) dall'asse di rotazione (A) al rispettivo elemento di guida esterno (60) e/o interno (70).

10. Dispositivo di propulsione secondo qualsiasi delle rivendicazioni 1-9, in cui la distanza tra un bordo d'attacco e un bordo d'uscita di ciascun elemento propulsivo anteriore (30), posteriore (40) e intermedio (50) è essenzialmente costante lungo l'estensione radiale degli elementi propulsivi (30, 40, 50).

11. Dispositivo di propulsione secondo qualsiasi delle rivendicazioni 1-10, in cui il distanziatore anteriore (35) e il distanziatore posteriore (45) sono allineati longitudinalmente.

12. Dispositivo di propulsione secondo una delle rivendicazioni 1-11, in cui il distanziatore anteriore (35) e il distanziatore posteriore (45) sono disposti come estensioni radiali rispettivamente dall'estremità interna anteriore (31) e dall'estremità interna posteriore (41) al mozzo (10).

13. Dispositivo di propulsione secondo qualsiasi delle rivendicazioni 1-12, in cui ciascuna disposizione propulsiva comprende una pluralità di, preferibilmente due o tre elementi propulsivi intermedi.

14. Dispositivo di propulsione secondo qualsiasi delle rivendicazioni 1-13, comprendente due disposizioni propulsive (20) reciprocamente separate in direzione circonferenziale di  $180^\circ$  o tre disposizioni propulsive (120) reciprocamente separate in direzione circonferenziale di  $120^\circ$  o quattro disposizioni propulsive (220) reciprocamente separate in direzione circonferenziale di  $90^\circ$  o cinque dispositivi di propulsione reciprocamente separati in direzione circonferenziale di  $72^\circ$  o sei dispositivi di propulsione reciprocamente separati in direzione circonferenziale di  $60^\circ$ .



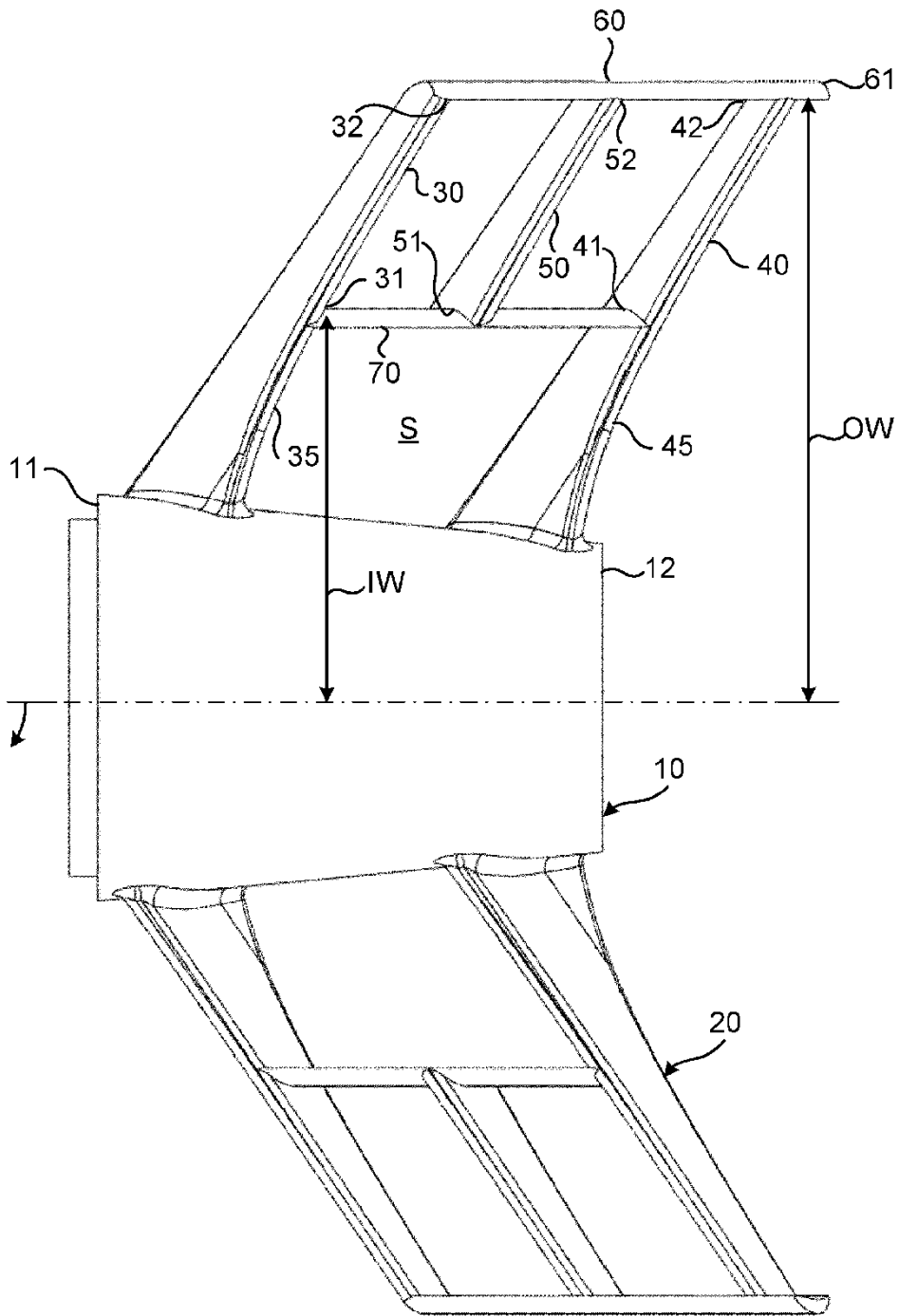


Fig. 2a

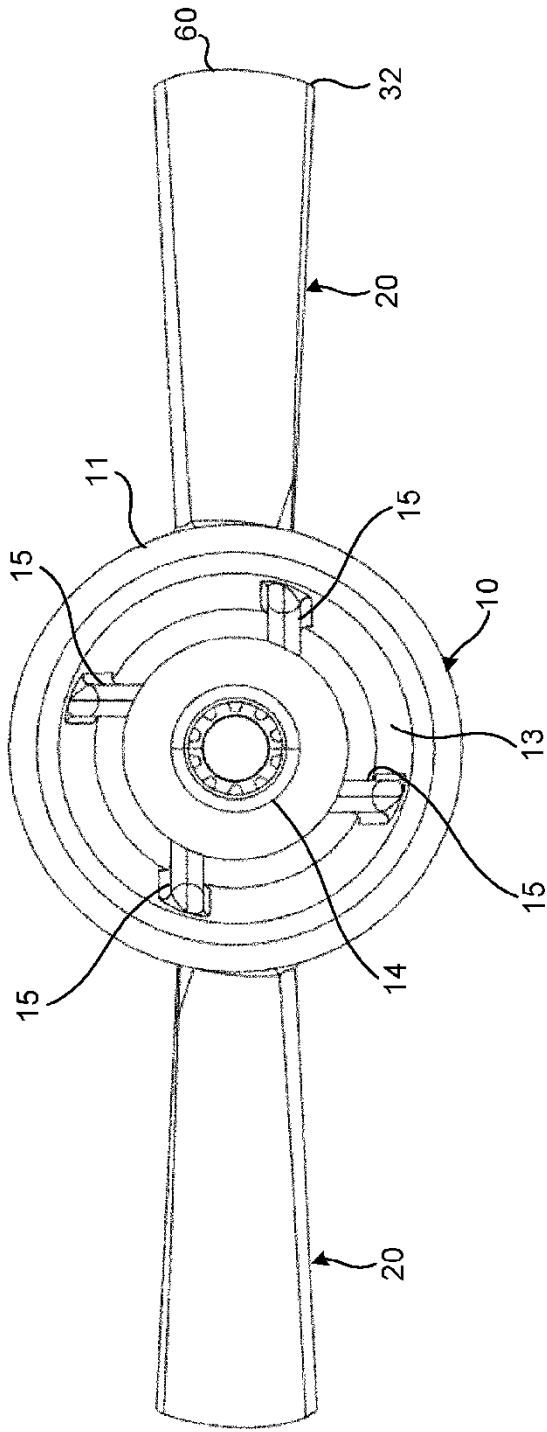


Fig. 2b

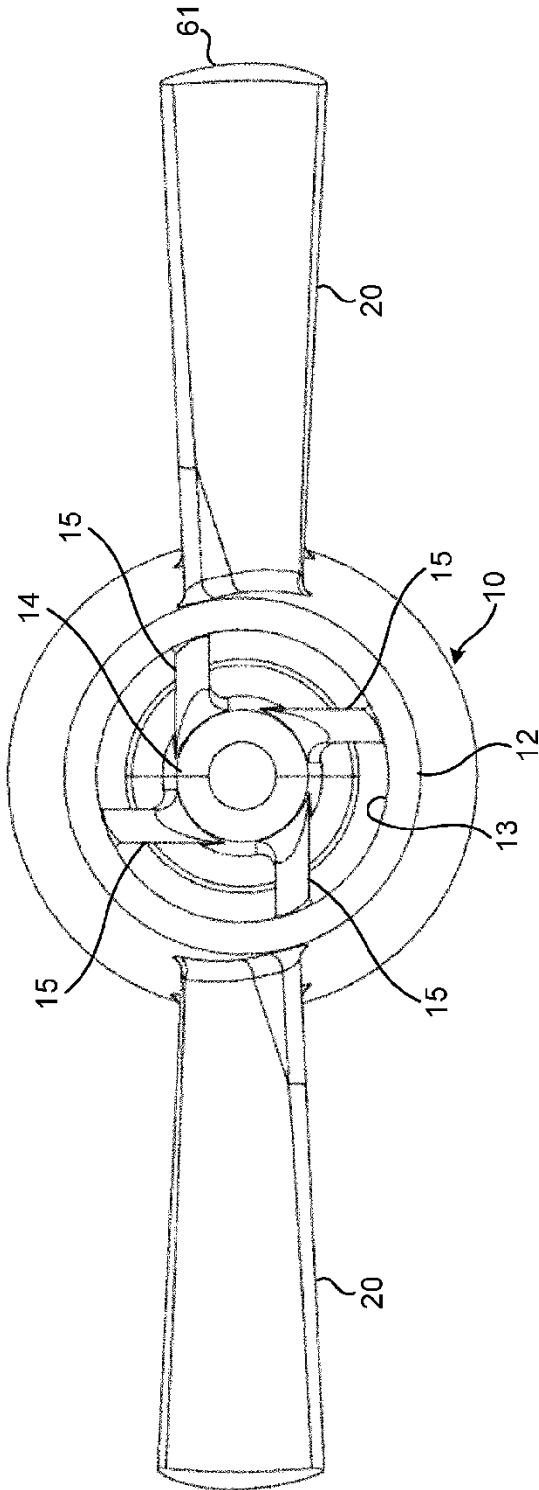


Fig. 2c

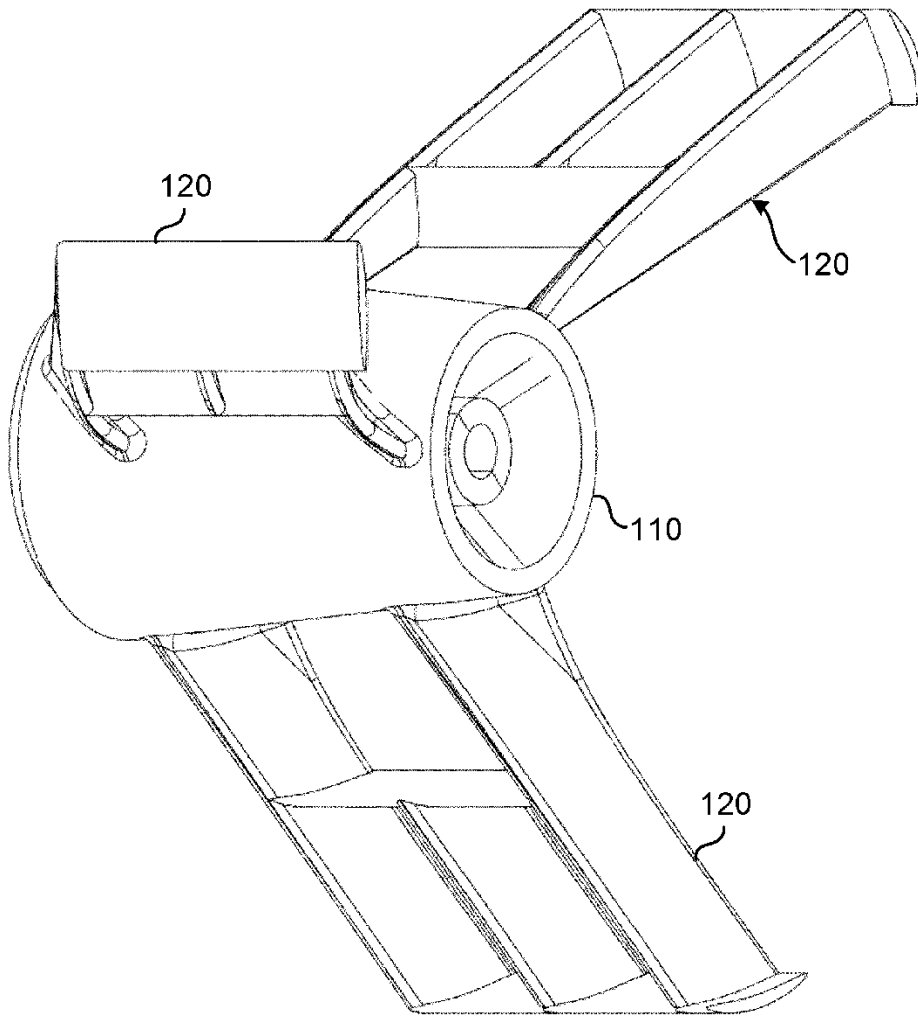


Fig. 3

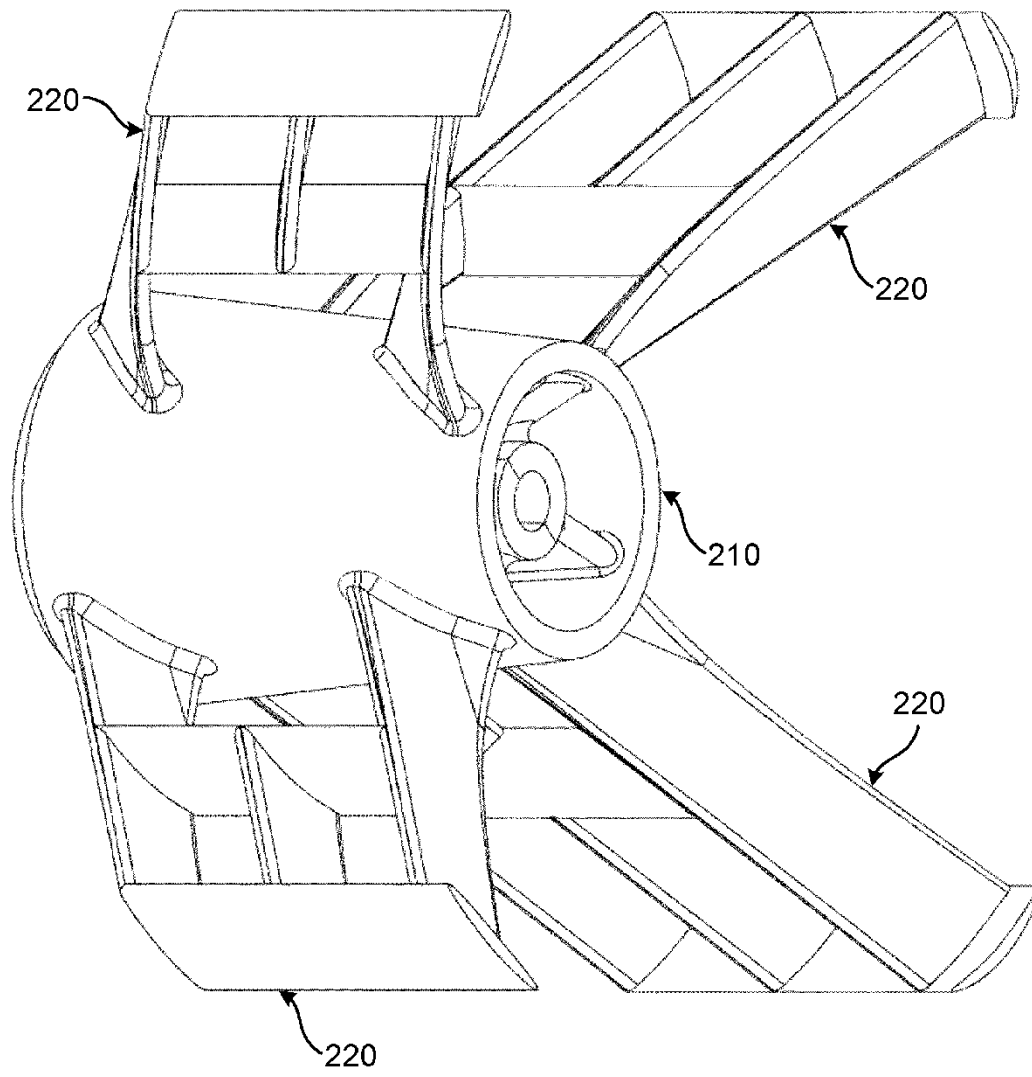


Fig. 4