

DOCUMENT MADE AVAILABLE UNDER THE PATENT COOPERATION TREATY (PCT)

International application number:	PCT/IB2019/056536
International filing date:	31 July 2019 (31.07.2019)
Document type:	Certified copy of priority document
Document details:	Country/Office: EP
	Number: 18187392.8
	Filing date: 03 August 2018 (03.08.2018)
Date of receipt at the International Bureau:	19 September 2019 (19.09.2019)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a),(b) or (b-bis)

IB 19/56536



Bescheinigung

Die angehefteten
Unterlagen stimmen mit der
als ursprünglich eingereicht
geltenden Fassung der auf
dem nächsten Blatt
bezeichneten europäischen
Patentanmeldung überein.

Certificate

The attached documents are
exact copies of the text in
which the European patent
application described on the
following page is deemed to
have been filed.

Attestation

Les documents joints à la
présente attestation sont
conformes au texte,
considéré comme
initialement déposé, de la
demande de brevet
européen qui est spécifiée à
la page suivante.

Patentanmeldung Nr.

Patent application No.

Demande de brevet n°

18187392.8 / EP18187392

The organisation code and number of your priority application, to be used for filing abroad under the Paris Convention, is EP18187392.

Der Präsident des Europäischen Patentamts;
Im Auftrag

For the President of the European Patent Office

Le Président de l'Office européen des brevets
p.o.

V. Joseph

Anmeldung Nr:
Application no.: 18187392.8
Demande no :

Anmeldetag:
Date of filing: 03.08.18
Date de dépôt :

Anmelder / Applicant(s) / Demandeur(s):

i3b srl
Piazza Castello 16
20093 Cologno Monzese (MI)/IT

Bezeichnung der Erfindung / Title of the invention / Titre de l'invention:

(Falls die Bezeichnung der Erfindung nicht angegeben ist, oder falls die Anmeldung in einer Nicht-Amtssprache des EPA eingereicht wurde, siehe Beschreibung bezüglich ursprünglicher Bezeichnung.

If no title is shown, or if the application has been filed in a non-EPO language, please refer to the description for the original title.

Si aucun titre n'est indiqué, ou si la demande a été déposée dans une langue autre qu'une langue officielle de l'OEB, se référer à la description pour le titre original.)

In Anspruch genommene Priorität(en) / Priority(Priorities) claimed / Priorité(s) revendiquée(s)

Staat/Tag/Aktenzeichen / State/Date/File no. / Pays/Date/Numéro de dépôt:

Am Anmeldetag benannte Vertragstaaten / Contracting States designated at date of filing / Etats contractants désignés lors du dépôt:

AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL
PT RO RS SE SI SK SM TR

DISPOSITIVO DI PROPULSIONE A IDROGETTO FUORIBORDO

PER VEICOLI NAVALI

DESCRIZIONE

Campo di applicazione

5 Il presente trovato concerne un dispositivo di propulsione a idrogetto fuoribordo per veicoli navali secondo il preambolo della rivendicazione indipendente n. 1.

Il dispositivo di propulsione di cui trattasi si inserisce nel campo dei sistemi di propulsione a getto per impiego navale.

Vantaggiosamente, il dispositivo di propulsione in oggetto è adatto ad applicazioni navali
10 ad alta velocità (preferibilmente per velocità maggiori di 30-40 nodi) ed è destinato ad essere impiegato, ad esempio, in navi veloci da diporto o commerciali.

Stato della tecnica

Come è noto, nel campo della propulsione è da tempo impiegata la tecnologia della propulsione ad elica, la quale presenta tradizionalmente una configurazione fuoribordo,
15 in cui il propulsore ad elica è esterno alla carena della nave ed è movimentato mediante un sistema di trasmissione meccanica che collega l'elica ad un motore a combustione interna. Questa tecnologia di propulsione, sebbene presenti importanti vantaggi in termini di flessibilità e semplicità costruttiva, presenta forti limiti in termini di velocità raggiungibili e quindi di concentrazione di potenza per unità di asse propulsivo. La
20 ragione di tali limiti è legata al fatto che il propulsore ad elica è una macchina libera (cioè non ha un involucro che la separa dall'ambiente esterno) e, quindi, il massimo carico che riesce a concentrare, in termini di potenza per unità di albero dell'elica, è relativamente modesto.

È altresì diffusa in ambito navale, anche se di introduzione relativamente più recente, la
25 tecnologia di propulsione ad idrogetto, che sfrutta in sostanza il principio di azione e

reazione per far avanzare la nave pompando l'acqua dell'ambiente.

I propulsori a idrogetto attualmente diffusi in ambito navale veloce (ovvero con velocità di navigazione maggiori di 30-40 nodi) sono, come noto, del tipo cosiddetto ad imbocco obliquo (o di tipo flush-intake).

- 5 I suddetti propulsori ad idrogetto sono tradizionalmente inseriti in una configurazione entro bordo, ossia all'interno della carena della nave, nella cui carena viene ricavato un condotto di aspirazione che si sviluppa da un'apertura di ingresso (spesso denominata "bocca di presa" o più semplicemente "bocca"), ricavata in prossimità della poppa dell'imbarcazione, seguito da un tratto ove si colloca una pompa il quale, a sua volta, è
- 10 connesso ad un ugello di scarico. All'interno del condotto di aspirazione, o per meglio dire, ad una opportuna distanza dalla bocca, è disposta una pompa collegata ad un motore (tipicamente a combustione interna) ed azionabile da quest'ultimo per pressurizzare l'acqua al fine di veicolarla, attraverso il medesimo condotto di aspirazione, fino all'ugello di scarico dove la velocità aumenta creando l'effetto propulsivo che genera la
- 15 spinta di avanzamento della nave.

I propulsori ad idrogetto entro bordo di tipo noto, sebbene liberino l'imbarcazione da pressanti vincoli d'ingombro, soffrono di limitazioni circa l'entità del rendimento propulsivo, della spinta specifica e del margine anticavitante del propulsore, in misura tanto più significativa quanto più è elevata la velocità richiesta all'imbarcazione.

- 20 Infatti, nei propulsori a idrogetto entro bordo, il flusso d'acqua nel condotto di aspirazione è sfavorito dallo sviluppo complessivo molto lungo di quest'ultimo, da cui segue l'incidenza massiccia di perdite idrauliche di carico nel condotto stesso, penalizzando notevolmente il rendimento propulsivo.

- Sono altresì noti propulsori ad imbocco dinamico fuoribordo, i quali tuttavia non sono in
- 25 alcun modo concepiti per l'impiego ad alta velocità di navigazione. Più in dettaglio,

questi ultimi propulsori di tipo noto, anche detti thrusters (bow-thruster, azimuth thruster, ecc.), prevedono l'impiego di una o più eliche intubate in condotti cilindrici o di forma tronco-conica. Tali propulsori thruster (in cui le eliche sono azionate, sia da sistemi di trasmissione meccanici, sia da sistemi elettrici) non consentono una concentrazione di spinta (ossia una spinta per unità di portata fluida elaborata) sufficiente a garantire velocità di navigazione in alcun modo superiori ai 20 nodi, e sono pertanto adatti solo all'impiego per la propulsione a bassa velocità (minore di 20 nodi), ad esempio per le operazioni di manovra in porto o per navigazioni lente. I suddetti propulsori thruster, a prescindere dalla forma che assumono, non possono tecnicamente rientrare nella categoria degli idrogetti, in quanto adottano una semplice configurazione ad elica intubata, senza l'impiego di alcun propulsore a getto.

È pertanto sentito nel settore della propulsione navale, l'esigenza di sistemi di propulsione fuoribordo ad imbocco dinamico che consentano di incrementare le prestazioni in termini di velocità e potenza propulsiva, in rapporto a precise scelte progettuali.

Presentazione dell'invenzione

In questa situazione, il problema alla base della presente invenzione è pertanto quello di ovviare agli inconvenienti manifestati dalle soluzioni di tipo noto sopra citate, mettendo a disposizione un dispositivo di propulsione a idrogetto fuoribordo per veicoli navali in grado di garantire elevate velocità di avanzamento.

Ulteriore scopo della presente invenzione è quello di mettere a disposizione un dispositivo di propulsione a idrogetto fuoribordo per veicoli navali in grado di garantire un elevato rendimento propulsivo.

Ulteriore scopo della presente invenzione è quello di mettere a disposizione un dispositivo di propulsione a idrogetto fuoribordo per veicoli navali in grado di evitare

problematiche legate al fenomeno della cavitazione.

Ulteriore scopo della presente invenzione è quello di mettere a disposizione un dispositivo di propulsione a idrogetto fuoribordo per veicoli navali operativamente del tutto efficiente ed affidabile.

5

Breve descrizione dei disegni

Le caratteristiche tecniche dell'invenzione, secondo i suddetti scopi, sono chiaramente riscontrabili dal contenuto delle rivendicazioni sotto riportate ed i vantaggi della stessa risulteranno maggiormente evidenti nella descrizione dettagliata che segue, fatta con riferimento ai disegni allegati, che ne rappresentano alcune forme di realizzazione

10 puramente esemplificative e non limitative, in cui:

– la figura 1 mostra una rappresentazione schematizzata del dispositivo di propulsione in una vista in sezione secondo un piano meridiano, in accordo con una prima forma realizzativa della presente invenzione avente in particolare palettamento statorico di raddrizzamento di tipo fisso e girante del tipo con mozzo;

15 – la figura 2 mostra una rappresentazione schematizzata del dispositivo di propulsione in una vista in sezione secondo un piano meridiano, in accordo con una seconda forma realizzativa della presente invenzione avente in particolare palettamento statorico di raddrizzamento di tipo fisso e girante del tipo senza mozzo;

– la figura 3 mostra una rappresentazione schematizzata del dispositivo di propulsione in una vista in sezione secondo un piano meridiano, in accordo con una terza forma realizzativa della presente invenzione in particolare priva di palettamento statorico di raddrizzamento di tipo fisso ed avente girante del tipo con mozzo;

20 – la figura 4 mostra una rappresentazione schematizzata del dispositivo di propulsione in una vista in sezione secondo un piano meridiano, in accordo con una quarta forma realizzativa della presente invenzione in particolare priva di palettamento statorico di
25

raddrizzamento di tipo fisso ed avente girante del tipo senza mozzo.

Descrizione dettagliata di alcuni esempi di realizzazione preferita

Con riferimento agli uniti disegni è stato indicato nel suo complesso con 1 un dispositivo di propulsione a idrogetto fuoribordo per veicoli navali, oggetto della presente invenzione.

In particolare, il dispositivo di propulsione 1 in oggetto è predisposto per realizzare una configurazione interamente fuoribordo, in cui il dispositivo di propulsione 1 è installato all'esterno della carena dello scafo di una nave, in modo tale da essere investito frontalmente dall'acqua durante l'avanzamento della nave.

Secondo la presente invenzione, il dispositivo di propulsione 1 comprende una gondola 2 (chiamata in gergo tecnico anche "nacelle" o "navicella") ed un propulsore 3 alloggiato all'interno di tale gondola 2.

Più in dettaglio, la gondola 2 comprende un corpo di contenimento 4, preferibilmente di forma idrodinamica, (in particolare di forma sostanzialmente tubolare) e preferibilmente ma non necessariamente interamente, assialsimmetrica, con asse longitudinale destinato ad essere disposto sostanzialmente orizzontale.

In particolare, il corpo di contenimento 4 si sviluppa assialmente tra un'estremità anteriore 5 ed un'opposta estremità posteriore 6 lungo una direzione di sviluppo X vantaggiosamente rettilinea e preferibilmente coincidente con l'asse longitudinale del corpo di contenimento 4 medesimo.

Inoltre, il corpo di contenimento 4 della gondola 2 è dotato di un canale di convogliamento 7, il quale si estende lungo la suddetta direzione di sviluppo X tra un'apertura di ingresso 8, la quale è disposta in corrispondenza dell'estremità anteriore 5 del corpo di contenimento 4, ed un'opposta apertura di uscita 9, la quale è disposta in corrispondenza dell'estremità posteriore 6 del corpo di contenimento 4.

La gondola 2 è destinata ed essere connessa all'esterno della carena della nave, in modo tale da essere completamente immersa all'interno del fluido (in particolare un liquido) dello specchio d'acqua su cui è destinata ad avanzare la nave medesima.

In particolare, la gondola 2 è destinata ad essere fissata alla carena della nave ad esempio
5 mediante una pinna di supporto 10, in maniera di per sé nota al tecnico del settore.

Il propulsore 3 è disposto all'interno del canale di convogliamento 7 del corpo di contenimento 4 della gondola 2 ed è azionabile per generare un getto di fluido che esce dall'apertura di uscita 9 del corpo di contenimento 4 e che determina, per reazione, una propulsione in una determinata direzione di avanzamento $V1$ sostanzialmente
10 trasversale all'apertura di ingresso 8 del corpo di contenimento 4.

In accordo con l'idea alla base della presente invenzione, il propulsore 3 comprende almeno una pompa 11 azionabile per generare un flusso di fluido attraverso il canale di convogliamento 7 del corpo di contenimento 4 secondo un verso di deflusso VF che va dall'apertura di ingresso 8 (anteriore) all'apertura di uscita 9 (posteriore) del corpo di
15 contenimento 4.

In particolare, la pompa 11 è predisposta per pressurizzare il fluido in maniera considerevole consentendo di realizzare un aumento di pressione, netto e finito, tra il fluido che sta a monte della pompa 11 ed il fluido a valle della stessa.

La gondola 2 del dispositivo di propulsione 1, secondo l'invenzione, comprende una
20 presa dinamica 12, anteriore, atta a ricevere il fluido che proviene dall'apertura di ingresso 8 del corpo di contenimento 4.

Più in dettaglio, la presa dinamica 12 comprende un tratto anteriore 13 (preferibilmente tubolare) del corpo di contenimento 4, detto tratto anteriore 13 essendo profilato in maniera opportunamente idrodinamica, il quale si estende assialmente lungo la direzione
25 di sviluppo X del corpo di contenimento 4 medesimo tra l'apertura di ingresso 8 di

quest'ultimo e la pompa 11.

La presa dinamica 12, ed in particolare il suo tratto anteriore 13, si sviluppa a partire dall'apertura di ingresso 8 del corpo di contenimento 4 verso la pompa 11. L'apertura di ingresso 8 è predisposta in modo tale che il suo piano di giacitura sia, preferibilmente ma non necessariamente, ortogonale alla direzione di avanzamento V1, cosicché tale apertura di ingresso 8 (e la presa dinamica 12) sia esposta direttamente alla corrente durante l'avanzamento della nave.

Il tratto anteriore 13 della presa dinamica 12 ha sezioni di passaggio, ottenute trasversalmente alla direzione di sviluppo X del corpo di contenimento 4, che sono sostanzialmente crescenti secondo il verso di deflusso VF del fluido, cioè secondo un verso della direzione di sviluppo X che va dall'estremità anteriore 5 verso l'estremità posteriore 6 del corpo di contenimento 4. In questo modo, tale configurazione a sezione crescente della presa dinamica 12 causa al suo interno un rallentamento medio della velocità del fluido ed un conseguente aumento di pressione, ossia una diffusione, del fluido medesimo. Ovviamente, senza per questo uscire dall'ambito di tutela della presente privativa, la presa dinamica 12 può essere dotata di ulteriori tratti (a valle e/o a monte del suddetto tratto anteriore 13) che possono essere a sezione non crescente (ad esempio costante).

Vantaggiosamente, la necessità, peraltro, di garantire adeguata flessibilità operativa del dispositivo di propulsore 1 in funzione della velocità di navigazione, impone che il tratto anteriore 13 della presa dinamica 12 sia raccordato alla superficie esterna del corpo di contenimento 4 della gondola 2 mediante un labbro 27 di forma opportunamente arrotondata che delimita il bordo dell'apertura di ingresso 8 della gondola 2. Detto arrotondamento del labbro 27 può determinare, secondo la propria conformazione, un limitato e circoscritto restringimento locale delle sezioni di passaggio a partire

dall'apertura di ingresso 8 della gondola 2 senza, peraltro, determinare uno stravolgimento delle funzioni diffusive della presa dinamica 12 nel suo complesso.

Operativamente, la presa dinamica 12, con le sue sezioni di passaggio progressivamente crescenti, diffonde la corrente di fluido rallentandone la velocità e recuperando pressione,
5 ed eventualmente eliminando o mitigando eventuali disuniformità che dovessero essere presenti nella corrente che arriva dentro al canale di convogliamento 7 della gondola 2.

In sostanza, quindi, la funzione della presa dinamica 12 è quella di rallentare la corrente recuperando pressione statica, mantenendo uniforme il flusso del fluido e consentendo a quest'ultimo di arrivare di fronte alla pompa 11 con una velocità minore rispetto di
10 quella di un flusso indisturbato all'esterno della gondola 2.

La gondola 2 comprende inoltre un ugello di scarico 14, posteriore, atto ad accelerare la corrente di fluido pressurizzato dalla pompa 11 a velocità significativamente maggiori di quella di navigazione, consentendo così di ottenere un effetto reattivo che permette la propulsione nella direzione di avanzamento V1.

15 Più in dettaglio, l'ugello di scarico 14 comprende un tratto posteriore 15 (preferibilmente tubolare), sostanzialmente assialsimmetrico, del corpo di contenimento 4, il quale si estende assialmente lungo la direzione di sviluppo X tra la pompa 11 e l'apertura di uscita 9 del corpo di contenimento 4, terminando in particolare in corrispondenza dell'apertura di uscita 9 medesima.

20 Il tratto posteriore 15 dell'ugello di scarico 14 ha sezioni di passaggio, ottenute trasversalmente alla direzione di sviluppo X, che sono decrescenti nel verso di deflusso VF, in modo da causare, all'interno dell'ugello di scarico 14, un aumento della velocità locale del fluido ed una conseguente diminuzione di pressione di quest'ultimo, creando un getto di spinta propulsiva in uscita dall'apertura di uscita 9 del corpo di contenimento
25 4 della gondola 2.

In questo modo, in particolare, l'ugello di scarico 14 ha la funzione di accelerare in maniera efficiente, e al contempo estremamente compatta nello spazio, la corrente di fluido per poter ottenere l'effetto reattivo per la propulsione.

Ovviamente, senza per questo uscire dall'ambito di tutela della presente privativa, l'ugello di scarico 14 può essere dotato di ulteriori tratti (a valle e/o a monte del suddetto tratto posteriore 15) che possono essere a sezione non decrescente (ad esempio costante).

Vantaggiosamente, la gondola 2 comprende un corpo centrale 16 disposto tra la presa dinamica 12 e l'ugello di scarico 14 e contenente al suo interno la pompa 11.

10 Più in dettaglio, il suddetto corpo centrale 16 comprende un tratto intermedio 17 (preferibilmente tubolare) del corpo di contenimento 4, il quale si estende assialmente lungo la direzione di sviluppo X tra il tratto anteriore 13 della presa dinamica 12 ed il tratto posteriore 15 dell'ugello di scarico 14. Tale tratto intermedio 17, che alloggia al suo interno la pompa 11, ha sezioni di passaggio, ottenute trasversalmente alla direzione
15 di sviluppo X del corpo di contenimento 4, aventi vantaggiosamente (ma non necessariamente) area sostanzialmente costante lungo tale direzione di sviluppo X.

Vantaggiosamente, la pompa 11 è dotata di almeno una girante 18 avente asse di rotazione Y parallelo alla direzione di sviluppo X del corpo di contenimento 4 della gondola 2.

20 Opportunamente, l'apertura di ingresso 8, e preferibilmente anche l'apertura di uscita 9, del corpo di contenimento 4 giacciono su corrispondenti piani di giacitura sostanzialmente ortogonali all'asse di rotazione Y della girante 18, il quale in particolare attraversa tali aperture 8, 9. La girante 18 della pompa 11 è dotata di pale 19 aventi profilo, in particolare con la corda preferibilmente crescente che cresce in funzione del
25 raggio della girante 18, tale da pressurizzare il fluido in maniera considerevole all'interno

della gondola 2, e che consente di realizzare un salto finito di pressione tra il fluido a monte ed a valle della pompa 11.

Vantaggiosamente, la girante 18 può essere dotata di un mozzo centrale 24 il quale porta fissate le pale 19 (come negli esempi delle figure 1 e 3), oppure può essere del tipo

5 “hubless” (come negli esempi delle figure 2 e 4). In particolare, la girante 18 di tipo “hubless” è priva di mozzo e comprende un anello periferico il quale si estende attorno all’asse di rotazione Y, è girevolmente vincolato nel canale di convogliamento 7 del corpo di contenimento 4 per ruotare attorno a detto asse di rotazione Y, e porta fissate le pale 19; più in dettaglio, ciascuna pala 19 si sviluppa tra un’estremità interna (libera)

10 rivolta verso l’asse di rotazione Y ed un’estremità esterna fissata al suddetto anello periferico.

Preferibilmente, la pompa 11 è una pompa assiale, oppure una pompa semiassiale (detta anche pompa a flusso misto). La conformazione della palettatura della girante 18 prevede la presenza di un mozzo 24, ovvero di un disco, porta pale nella configurazione

15 tradizionale di pompa assiale o a flusso misto. D’altra parte, nel caso in cui la pompa 11 sia hubless, la conformazione palettata risponde ancora ai requisiti idrodinamici propri delle giranti a flusso assiale o misto, salvo che la palettatura è fissata perifericamente ad un anello porta pale.

La predisposizione della pompa 11 di tipo assiale o semiassiale consente di elaborare

20 portate volumetriche relativamente elevate in rapporto alla prevalenza, condizione questa indispensabile per garantire un valore il più possibile elevato del rendimento propulsivo e, di conseguenza, un contenimento dei consumi.

Vantaggiosamente, la pompa 11 comprende due o più stadi disposti in successione lungo la direzione di sviluppo X del corpo di contenimento 4 della gondola 2, ciascuno

25 dei quali stadi è dotato di una corrispondente girante 18.

Ovviamente, le giranti 18 dei diversi stadi della pompa 11 possono avere configurazioni diverse in funzione in particolare delle loro caratteristiche operative.

Preferibilmente, in accordo con le forme realizzative illustrate nelle allegate figure, la pompa 11 comprende un primo stadio 20 con funzione principalmente anticavitante, ed
5 un successivo secondo stadio 21 con funzione principalmente di potenza.

In particolare, il primo stadio 20 è posizionato, lungo la direzione di sviluppo X del corpo di contenimento 4, subito a valle della presa dinamica 12 (rispetto al verso di deflusso VF) ed è predisposto per generare un primo aumento di pressione del fluido al fine di pressurizzare parzialmente il flusso di fluido ad una pressione tale da evitare la
10 cavitazione all'interno dei canali palari del primo stadio 20 e a valle di questi ultimi, mantenendo una prevalenza relativamente bassa. Il secondo stadio 21, è posizionato tra il primo stadio 20 e l'ugello di scarico 14, in particolare subito a monte di quest'ultimo. Tale secondo stadio 21 è predisposto per generare un secondo aumento pressione del fluido maggiore del primo aumento di pressione generato dal primo stadio 20, in modo
15 tale da ottenere una maggiore prevalenza ed ottenere la spinta propulsiva desiderata, senza incorrere sostanzialmente in problematiche di cavitazione.

In questo modo, in particolare, i due stadi 20, 21 disposti in serie consentono di suddividere la prevalenza in due parti, affidando al primo stadio 20 la funzione di induttore anticavitante, attribuendone una frazione opportunamente minore del 50%
20 della prevalenza complessiva della pompa 11 in modo da evitare comunque la cavitazione del flusso entrante, mentre al successivo secondo stadio 21 la funzione di potenza vera e propria, essendo attraversato da una corrente di fluido adeguatamente pressurizzata e perciò sostanzialmente immune dalla cavitazione.

Con riferimento a tale soluzione a doppio stadio (verosimilmente la più idonea allo
25 scopo), risulta importante definire il "legame" tra i due stadi 20, 21, ossia la frazione di

prevalenza complessivamente richiesta alla propulsione da attribuire a ciascuno stadio 20, 21. In particolare, poiché risulta differente la funzione dei due stadi 20, 21, in rapporto alle caratteristiche del flusso che li attraversa, distinte risultano le problematiche che ne condizionano la procedura progettuale.

- 5 Più nello specifico, la girante 18 del primo stadio 20, essendo esposta ad un flusso a pressione modesta (comparabile con quella dell'ambiente esterno in cui lavora il dispositivo di propulsore 1), è configurata per impedire il fenomeno cavitazionale, mediante il contenimento dell'NPSH (Net Positive Suction Head, prevalenza netta di aspirazione positiva di una pompa) richiesta dalla pompa 11 e, a parità di ogni altra
- 10 condizione, mediante uno stretto controllo delle velocità fluide relative alla periferia. Quindi, la girante 18 del primo stadio 20 ha la funzione di "preinduttore anticavitante", ovvero di "booster", attribuendone una frazione relativamente modesta della prevalenza della pompa 11, per evitare il pericolo di stallo palare e, nel contempo, al fine di evitare il pericolo di cavitazione. La girante 18 del secondo stadio 21, essendo soggetta ad un
- 15 flusso già pressurizzato e facendosi carico della maggior quota di prevalenza, è configurata in modo da contrastare soprattutto lo stallo palare. Tale secondo stadio 21 svolge il compito di vera e propria funzione di potenza.

Preferibilmente, con riferimento in particolare agli esempi delle figure 1 e 2, il dispositivo di propulsione 1 comprende almeno un diffusore (o raddrizzatore) palettato

20 22 fissato al corpo di contenimento 4 della gondola 2, disposto all'interno del canale di convogliamento 7 a valle della girante 18 della pompa 11 rispetto del verso di deflusso VF. In particolare, con riferimento alle forme realizzative esemplificate nelle figure 1 e 2, sono previsti due diffusori palettati 22, uno per ciascuno stadio 20, 21, e disposti a valle delle giranti 18 dei corrispondenti stadi 20, 21.

- 25 Ciascun diffusore palettato 22 è predisposto per convogliare il fluido, pressurizzato dalla

girante 18, in direzione assiale lungo la direzione di sviluppo X del corpo di contenimento 4.

In particolare, il diffusore palettato 22 ha la funzione di annullare sostanzialmente la componente tangenziale della velocità del fluido e di convogliarlo in direzione assiale.

5 Vantaggiosamente, il dispositivo di propulsione 1 comprende più pale predistributrici 23 fissate al corpo di contenimento 4 della gondola 2 e disposte all'interno del canale di convogliamento 7 tra l'apertura di ingresso 8 del corpo di contenimento 4 e la pompa 11, in particolare all'interno della presa dinamica 12.

Tali pale predistributrici 23 sono predisposte per deflettere il fluido secondo almeno una
10 componente di velocità tangenziale rispetto alla rotazione della girante 18 della pompa 11 attorno all'asse di rotazione Y.

In dettaglio, le pale predistributrici 23 comprendono più pale fisse disposte a monte della girante 18, in particolare del primo stadio 20 della pompa 11. La funzione di tali pale predistributrici 23, oltre che di irrigidimento strutturale, può assimilarsi a quella di
15 un pre-distributore (Inlet Guide Vanes). In tale caso, le pale predistributrici 23 possono essere conformate mediante profili aerodinamici simmetrici oppure a linea media curvilinea. In entrambi i casi, le pale predistributrici 23 hanno la funzione di deflettere la corrente di fluido conferendone una componente di velocità tangenziale in ingresso alla girante 18 del primo stadio 20, con l'obiettivo di ridurre l'entità della velocità fluida
20 relativa proprio in ingresso alla girante 18 di tale primo stadio 20, con positivi effetti sul comportamento a stallo e a cavitazione della pompa 11.

Vantaggiosamente, il dispositivo di propulsione 1 comprende almeno un motore operativamente collegato al propulsore 3 per azionare la pompa 11 di quest'ultimo. In particolare, il motore è operativamente collegato alla girante 18 della pompa 11 per farla
25 ruotare attorno al suo asse di rotazione Y.

Il motore del dispositivo di propulsione 1 è preferibilmente di tipo elettrico ed è vantaggiosamente collegabile alla girante 18 della pompa 11 mediante rinvii meccanici (analogamente ai sistemi ad elica) oppure mediante una configurazione direct-drive ed in particolare rim-driven (descritta in dettaglio nel seguito).

- 5 In particolare, detto motore elettrico può essere in configurazione entro bordo, in cui il motore è disposto all'interno della carena della nave ed è collegato alla girante 18 della pompa 11 mediante rinvii meccanici, oppure il motore elettrico può essere in configurazione fuoribordo, in cui il motore è disposto fuori dalla carena della nave ed in particolare all'interno della gondola 2. Nella configurazione fuoribordo, ad esempio, il
- 10 motore elettrico può essere disposto all'interno del mozzo 24 della girante 18 (nel caso di girante 18 con mozzo) oppure attorno alla girante 18 stessa nella configurazione rim-driven (sia nel caso di girante con mozzo che priva di mozzo).

In particolare, con riferimento agli esempi delle figure figura 2 e 4, il motore elettrico in configurazione rim-driven comprende uno statore anulare 25 fissato al corpo di

15 contenimento 4 della gondola 2 e disposto attorno alla girante 18 coassialmente all'asse di rotazione Y di quest'ultima, ed un rotore anulare 26, il quale è girevolmente montato all'interno del canale di convogliamento 7 del corpo di contenimento 4, è disposto coassialmente all'asse di rotazione Y e porta fissate le pale 19 della girante 18. Il rotore 26 è accoppiato allo statore 25, in modo tale che, quando quest'ultimo è alimentato con

20 corrente elettrica genera un campo magnetico che porta in rotazione il rotore 26 (e quindi la girante 18) attorno all'asse di rotazione Y, in accordo con il principio di funzionamento noto dei motori elettrici. Preferibilmente, nel caso di girante 18 di tipo "hubless", il rotore 26 è associato all'anello periferico della girante 18 medesima o costituisce tale anello periferico.

- 25 Preferibilmente, nel caso di più pompe o pompa 11 a più stadi, il dispositivo di

propulsione 1 può comprendere più motori, operativamente indipendenti, ciascuno dei quali è collegato alla girante 18 del corrispondente stadio 20, 21 della pompa 11, al fine di configurare il funzionamento dei due stadi 20, 21 in modo da configurare le specifiche funzioni di questi ultimi (in particolare anticavitante e di potenza) sopra descritte.

Vantaggiosamente, ogni girante 18 è azionabile in maniera indipendente dal corrispondente motore elettrico, cosicché la coppia erogata alla girante 18 del primo stadio 20 può essere indipendente da quella fornita alla girante 18 del secondo stadio 21, permettendo in tal modo una gestione ottimale nell'erogazione di potenza durante i transitori di funzionamento del propulsore 3 o in condizioni di velocità di navigazione diverse da quelle nominali.

Sono descritti nel seguito in dettaglio alcuni dei possibili esempi realizzativi della presente invenzione illustrati nelle allegate figure.

La figura 1 illustra una prima forma realizzativa della presente invenzione, in cui le giranti 18 della pompa 11 sono dotate di mozzo 24 su cui sono fissate le corrispondenti pale 19. In particolare, in tale prima forma realizzativa la gondola 2 è provvista di pale fisse del diffusore/raddrizzatore palettato 22.

Vantaggiosamente, con riferimento all'esempio di figura 1, i due stadi 20, 21 della pompa 11 sono composti, ciascuno, da una successione di una girante 18 (palettata) e da una schiera anulare di pale fisse che fungono da diffusore/raddrizzatore palettato 22. Vantaggiosamente, le pale del diffusore palettato 22 di entrambi gli stadi 20, 21 sono conformate impiegando sezioni palari costituite da profili aerodinamici specificamente studiati.

L'azionamento delle due giranti 18 può essere ottenuto mediante una trasmissione a rinvii meccanici (ad esempio del tipo impiegato nei sistemi ad elica), oppure,

preferibilmente e in alternativa, mediante un sistema direct-drive tramite motori elettrici, esterni alla gondola 2 o interni ad essa. In quest'ultimo caso, il motore elettrico può essere eventualmente alloggiato all'interno del mozzo 24 della girante 18 e la trasmissione del moto può avvenire con o senza l'interposizione di organi di riduzione.

5 Sempre con riferimento ai possibili esempi realizzativi, un'altra possibile collocazione del motore elettrico può essere, sempre all'interno della gondola 2, disposto esternamente alle giranti 18 e collegato ad esse (rim-driven).

La configurazione bistadio così delineata, consente di ottenere una corrente fluida che, a valle del diffusore palettato 22 del secondo stadio 21, sia disposta in direzione assiale, massimizzando l'efficienza propulsiva del dispositivo di propulsione 1. In tale
10 configurazione, il tratto anteriore 13 della presa dinamica 12, sostanzialmente assialsimmetrico, ha la funzione di guidare il flusso dall'apertura di ingresso 8 della gondola 2 al piano di interfaccia con la girante 18 del primo stadio 20 consentendo un adeguato rallentamento della corrente, con conseguente recupero di pressione statica e,
15 nel contempo, con le minime perdite di carico e con il minimo grado di distorsione del flusso (essendo minimizzate le disuniformità della corrente in ingresso alla girante 18). Inoltre, l'ugello di scarico 14, posto a valle del secondo stadio 21, ha la funzione di accelerare la corrente pressurizzata dalla girante 18 del secondo stadio 21 a valori di velocità significativamente superiori alla velocità di navigazione, consentendo così di
20 ottenere un effetto reattivo che permette una propulsione ad alta velocità (superiore a 30-40 nodi).

In accordo con una seconda forma realizzativa della presente invenzione, illustrata in figura 2, la girante 18 della pompa 11 è priva di mozzo (hubless). In particolare, anche in tale seconda forma realizzativa la gondola 2 è provvista di pale fisse del
25 diffusore/raddrizzatore palettato 22.

I vantaggi della configurazione hubless della girante 18 possono risultare chiari in ragione delle seguenti considerazioni. Nella configurazione fuoribordo del dispositivo di propulsione 1, pressanti esigenze di ingombro radiale della gondola 2 possono determinare dimensioni troppo esigue del mozzo della girante 18. Infatti, fermo restando
5 il valore della portata confluita (che, come detto, deve essere cospicua) ogni tentativo di ridurre la sezione maestra del propulsore 3, per una contestuale diminuzione della sua resistenza idrodinamica all'avanzamento, può dare luogo, in alcuni casi, ad una drastica quanto pericolosa riduzione delle dimensioni del mozzo: infatti, la configurazione della corrente entro la pompa 11, ad esempio secondo il modello del "vortice libero" (free-
10 vortex), implicherebbe un eccesso di deflessione angolare della corrente relativa, proprio nella zona del mozzo, esponendo così i profili palari ad esso attigui al pericolo dello stallo palare. Nel contempo, è possibile il pericolo della cavitazione che può facilmente coinvolgere il palettaggio periferico, ove il fluido è interessato da velocità relative tanto più alte quanto più sia alta la cifra caratteristica della pompa, come generalmente accade,
15 in presenza di elevate portate e di regimi di rotazione pure relativamente elevati (se si vuole evitare l'impiego di un riduttore o, quantomeno, contenerne il rapporto di riduzione). Ed anche a tale proposito la configurazione della corrente secondo il modello del vortice libero, ovvero di distribuzioni vorticali assimilabili al vortice semi-forzato, si rivela piuttosto "rigida", consentendo modesti margini per il contenimento dell'NPSH
20 richiesta dalla pompa.

In ragione delle sopracitate motivazioni, nonché in base ad altri criteri quali, ad esempio, l'opportunità di poter facilmente evacuare oggetti relativamente voluminosi che dovessero insinuarsi all'interno del propulsore 3, ovvero ancora in base a criteri che mirano a ridurre la rumorosità del propulsore 3, risulta particolarmente vantaggiosa la
25 configurazione della girante 18 della pompa 11 priva di mozzo (hubless), un cui esempio

è rappresentato dalla seconda forma realizzativa dell'invenzione illustrata in figura 2.

Vantaggiosamente, anche in tale seconda forma realizzativa sono preferibilmente previsti due stadi 20, 21 della pompa 11 composti, ciascuno, da una successione di una girante 18 (palettata) e da una schiera anulare di pale fisse, che fungono da diffusore/raddrizzatore

5 palettato 22. In assenza di un mozzo entro cui alloggiare un albero di trasmissione meccanica del moto alle giranti 18, in questo caso, l'azionamento delle due giranti 18 avviene tramite un sistema a motori elettrici. Nell'esempio di figura 2 è illustrata la soluzione di tipo rim-driven, già nota nell'arte, in cui il rotore 26 del motore elettrico funge da supporto per l'alloggiamento delle pale 19 della girante 18. In particolare, la

10 pala 19 della girante 18, di uno o più degli stadi 20, 21, risulta ancorata alla propria base solidalmente alla superficie dell'anello del rotore 26 del motore elettrico, mentre lo statore 25 del motore elettrico è alloggiato all'interno del corpo di contenimento 4 della gondola 2. In questo modo, le pale 19 della girante 18, anziché essere calettate solidalmente ad un mozzo e svilupparsi in direzione radiale dal centro di questo verso la

15 periferia, come in una turbopompa assiale convenzionale, sono solidamente fissate all'anello del rotore 26 e si sviluppano in direzione opposta alla precedente, ossia sostanzialmente dall'esterno verso l'interno. Vantaggiosamente, nella soluzione hubless esemplificata nella seconda forma realizzativa di figura 2 (ed in una quarta forma realizzativa illustrata in figura 4, trattata nel seguito) le pale 19 della girante 18 terminano

20 in prossimità di una quota radiale finita e non nulla, con estremità (tip) dotate di profili aerodinamici disposti su una superficie immaginaria di tipo sostanzialmente cilindrico.

Preferibilmente, anche nella suddetta seconda forma realizzativa di figura 2, la pompa 11 presenta una configurazione a doppia pompa o pompa bistadio che consente facilmente di ottenere una corrente che, a valle del diffusore palettato 22 del secondo stadio 21, sia

25 disposta in direzione assiale, massimizzando l'efficienza propulsiva del dispositivo di

propulsione 1.

Anche in tale seconda forma realizzativa di figura 2, la presa dinamica 12 e l'ugello di scarico 14 consentono di ottenere gli effetti tecnici ed i vantaggi sopra indicati ad esempio nella trattazione della prima forma realizzativa di figura 1.

5 L'invenzione così concepita raggiunge pertanto gli scopi prefissi.

Le figure 3 e 4 illustrano rispettivamente una terza ed una quarta forma realizzativa della presente invenzione nelle quali le due giranti 18 della pompa 11 sono in una configurazione controrotante, rispettivamente con giranti 18 del tipo con mozzo (esempio di figura 3) e del tipo senza mozzo (esempio di figura 4).

10 Tale terza e quarta forma realizzative, per le caratteristiche comuni, sono basate sui principi di funzionamento e sulle considerazioni realizzative già ampiamente citate e descritte nei precedenti paragrafi e dettagliati poi nella trattazione della prima e seconda forma realizzativa preferita.

Vantaggiosamente, nella suddetta terza e quarta forma realizzativa preferita
15 dell'invenzione, le due giranti 18 della pompa 11 ruotano in senso opposto tra loro (giranti controrotanti), consentendo così l'eliminazione delle schiere di diffusori/raddrizzatori palettati 22 presenti negli esempi delle figure 1 e 2. In tal modo, è possibile ottenere una concentrazione di prevalenza riducendo in modo significativo lo sviluppo assiale del propulsore 3, con evidenti benefici in termini di riduzione di pesi ed
20 ingombri. Ad ulteriore vantaggio, la soluzione munita di giranti 18 controrotanti permette il raddrizzamento pressoché completo (deswirl) della corrente assoluta in uscita dalla girante 18 del secondo stadio 21, che si dispone quindi pressoché parallelamente alla direzione dell'asse longitudinale della gondola 2, con evidenti vantaggi in termini di rendimento propulsivo.

25 Anche con l'adozione delle giranti 18 controrotanti, risulta particolarmente vantaggiosa

la configurazione della girante 18 della pompa 11 priva di mozzo (hubless), il cui esempio è rappresentato nella quarta forma realizzativa illustrata in figura 4.

Vantaggiosamente, l'eliminazione dei diffusori/raddrizzatori palettati può essere totale, come rappresentato negli esempi delle figure 3 e 4, o può essere selettiva andando cioè
5 ad eliminare soltanto uno o più diffusori/raddrizzatori palettati 22 presenti negli esempi delle figure 1 e 2, andando così a configurare dei trovati che siano a loro volta delle nuove e diverse varianti fra quanto descritto per la prima e la seconda forma realizzativa preferita esemplificate nelle figure 1 e 2, e quanto descritto per la terza e quarta forma realizzativa preferita esemplificate nelle figure 3 e 4.

10 L'invenzione raggiunge pertanto gli scopi prefissi, sia nelle forme realizzative preferite sopra trattate sia in tutte le possibili varianti derivanti da quanto descritto.

RIVENDICAZIONI

1. Dispositivo di propulsione (1) a idrogetto fuoribordo per veicoli navali, il quale comprende:

- una gondola (2) comprendente un corpo di contenimento (4), il quale si sviluppa assialmente secondo una direzione di sviluppo (X) tra una estremità anteriore (5) ed una estremità posteriore (6), ed è dotato di un canale di convogliamento (7), il quale si estende lungo detta direzione di sviluppo (X) tra un'apertura di ingresso (8), disposta in corrispondenza di detta estremità anteriore (5), ed un'opposta apertura di uscita (9) disposta in corrispondenza di detta estremità posteriore (6); detta gondola (2) essendo destinata ed essere connessa all'esterno di una carena di una nave per essere immersa all'interno di un fluido in cui è destinata ad avanzare detta nave;
- un propulsore (3) disposto all'interno del canale di convogliamento (7) di detto corpo di contenimento (4) ed azionabile per determinare una propulsione in una determinata direzione di avanzamento (V1) sostanzialmente trasversale all'apertura di ingresso (8) di detto corpo di contenimento (4);

detto dispositivo di propulsione (1) essendo caratterizzato dal fatto che:

- detto propulsore (3) comprende una pompa (11) azionabile per generare un flusso di detto fluido attraverso detto canale di convogliamento (7) secondo un verso di deflusso (VF) che va da detta apertura di ingresso (8) a detta apertura di uscita (9);
- detta gondola (2) comprende:
 - una presa dinamica (12), la quale comprende almeno un tratto anteriore (13) di detto corpo di contenimento (4); in cui detto tratto anteriore (13) si estende assialmente lungo detta direzione di sviluppo (X) tra detta apertura di ingresso (8) e detta pompa (11), e ha sezioni di passaggio, trasversali a detta direzione di sviluppo (X), crescenti secondo detto verso di deflusso (VF), in modo tale da

- causare, in detta presa dinamica (12), un rallentamento della velocità locale di detto fluido ed un aumento di pressione di detto fluido;
- un ugello di scarico (14), il quale comprende un tratto posteriore (15) sostanzialmente assialsimmetrico di detto corpo di contenimento (4); in cui detto tratto posteriore (15) si estende assialmente lungo detta direzione di sviluppo (X) tra detta pompa (11) e detta apertura di uscita (9), e ha sezioni di passaggio, trasversali a detta direzione di sviluppo (X), decrescenti in detto verso di deflusso (VF), in modo tale da causare, in detto ugello di scarico (14), un aumento della velocità locale di detto fluido ed una diminuzione di pressione di detto fluido, creando un getto di spinta propulsiva in uscita da detta apertura di uscita (9).
2. Dispositivo di propulsione (1) secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che detta pompa (11) è dotata di almeno una girante (18) avente asse di rotazione (Y) parallelo alla direzione di sviluppo (X) di detto corpo di contenimento (4).
3. Dispositivo di propulsione (1) secondo la rivendicazione 2, caratterizzato dal fatto che l'apertura di ingresso (8) di detto corpo di contenimento (4) giace su un piano di giacitura sostanzialmente ortogonale all'asse di rotazione (Y) di detta girante (18).
4. Dispositivo di propulsione (1) secondo la rivendicazione 2 o 3, caratterizzato dal fatto che detta pompa (11) è una pompa assiale o una pompa semiassiale.
5. Dispositivo di propulsione (1) secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti dalla 2 alla 4, caratterizzato dal fatto che detta pompa (11) comprende due o più stadi (20, 21) disposti in successione lungo la direzione di sviluppo (X) di detto corpo di contenimento (4), ciascuno dei quali stadi (20, 21) è dotato di una corrispondente detta girante (18).
6. Dispositivo di propulsione (1) secondo la rivendicazione 5, caratterizzato dal fatto

che detta pompa (11) comprende:

- un primo stadio (20), predisposto per generare un primo aumento di pressione di detto fluido;
- un secondo stadio (21), posizionato tra detto primo stadio (20) e detto ugello di scarico (14), e predisposto per generare un secondo aumento di pressione di detto fluido maggiore di detto primo aumento di pressione.

7. Dispositivo di propulsione (1) secondo le rivendicazioni 2 e 6, caratterizzato dal fatto che ciascun detto stadio (20, 21) comprende una corrispondente detta girante (18), e la girante (18) di detto primo stadio (20) è predisposta per ruotare in verso opposto al verso della girante (18) di detto secondo stadio (21).

8. Dispositivo di propulsione (1) secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti dalla 2 alla 7, caratterizzato dal fatto di comprendere almeno un motore elettrico operativamente collegato a detta pompa (11) per azionare la rotazione di detta girante (18).

9. Dispositivo di propulsione (1) secondo la rivendicazione 8 e secondo la rivendicazione 6 o 7, caratterizzato dal fatto di comprendere più detti motori elettrici, operativamente indipendenti, ciascuno dei quali è collegato alla girante (18) di un corrispondente detto stadio (20, 21) di detta pompa (11).

10. Dispositivo di propulsione (1) secondo la rivendicazione 8 o 9, caratterizzato dal fatto che detto motore è un motore elettrico comprendente:

- uno statore anulare (25) fissato a detto corpo di contenimento (4) coassialmente all'asse di rotazione (Y) di detta girante (18);
- un rotore anulare (26) girevolmente montato all'interno del canale di convogliamento (7) di detto corpo di contenimento (4), disposto coassialmente a detto asse di rotazione (Y), portante fissata detta girante (18), ed accoppiato a detto statore anulare

(25).

11. Dispositivo di propulsione (1) secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti dalla 2 alla 10, caratterizzato dal fatto di comprendere un diffusore palettato (22) fissato al corpo di contenimento (4) di detta gondola (2), disposto all'interno di detto canale di convogliamento (7) a valle di detta girante (18) rispetto a detto verso di deflusso (VF), e predisposto per convogliare detto fluido in direzione assiale lungo la direzione di sviluppo (X) di detto corpo di contenimento (4).

12. Dispositivo di propulsione (1) secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti dalla 2 alla 11, caratterizzato dal fatto di comprendere più pale predistributrici (23) fissate al corpo di contenimento (4) di detta gondola (2), disposte all'interno di detto canale di convogliamento (7) a tra detta apertura di ingresso (8) e detta pompa (11), e predisposte per deflettere detto fluido secondo almeno una componente di velocità tangenziale rispetto alla rotazione di detta girante (18).

13. Dispositivo di propulsione (1) secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti dalla 2 alla 12, caratterizzato dal fatto che detta girante (18) comprende un mozzo centrale (24) allineato a detto asse di rotazione (Y) e più pale (19) fissate a detto mozzo centrale (24).

14. Dispositivo di propulsione (1) secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti dalla 2 alla 12, caratterizzato dal fatto che detta girante (18) comprende:

- un anello periferico estendentesi attorno a detto asse di rotazione (Y), girevolmente vincolato nel canale di convogliamento (7) di detto corpo di contenimento (4) per ruotare attorno a detto asse di rotazione (Y);
- più pale (19) ciascuna delle quali si sviluppa tra una estremità interna rivolta verso detto asse di rotazione (Y) ed una estremità esterna fissata a detto anello periferico.

15. Dispositivo di propulsione (1) secondo una qualsiasi delle rivendicazioni

precedenti, caratterizzato dal fatto che detta gondola (2) comprende un corpo centrale (16) comprendente un tratto intermedio (17) di detto corpo di contenimento (4); in cui tratto intermedio (17) si estende lungo detta direzione di sviluppo (X) tra detta presa dinamica (12) e detto ugello di scarico (14), alloggia al suo interno detta pompa (11) e

5 ha sezioni di passaggio, trasversali a detta direzione di sviluppo (X), aventi area costante lungo detta direzione di sviluppo (X).

Riassunto

Dispositivo di propulsione a idrogetto fuoribordo per veicoli navali, il quale comprende una gondola (2) che alloggia al suo interno un propulsore (3) costituito da una pompa (11) azionabile per generare un flusso di fluido attraverso la gondola (2) secondo un
5 verso di deflusso (VF).

La gondola (2) comprende: una presa dinamica anteriore (12) avente sezioni di passaggio sostanzialmente crescenti secondo il suddetto verso di deflusso (VF), in modo tale da causare un rallentamento della velocità locale del fluido ed un aumento di pressione; un ugello di scarico posteriore (14) avente sezioni di passaggio
10 sostanzialmente decrescenti nel verso di deflusso (VF) del fluido, in modo tale da causare un aumento della velocità locale del fluido ed una diminuzione di pressione, creando un getto di spinta propulsiva in uscita all'ugello di scarico (14).

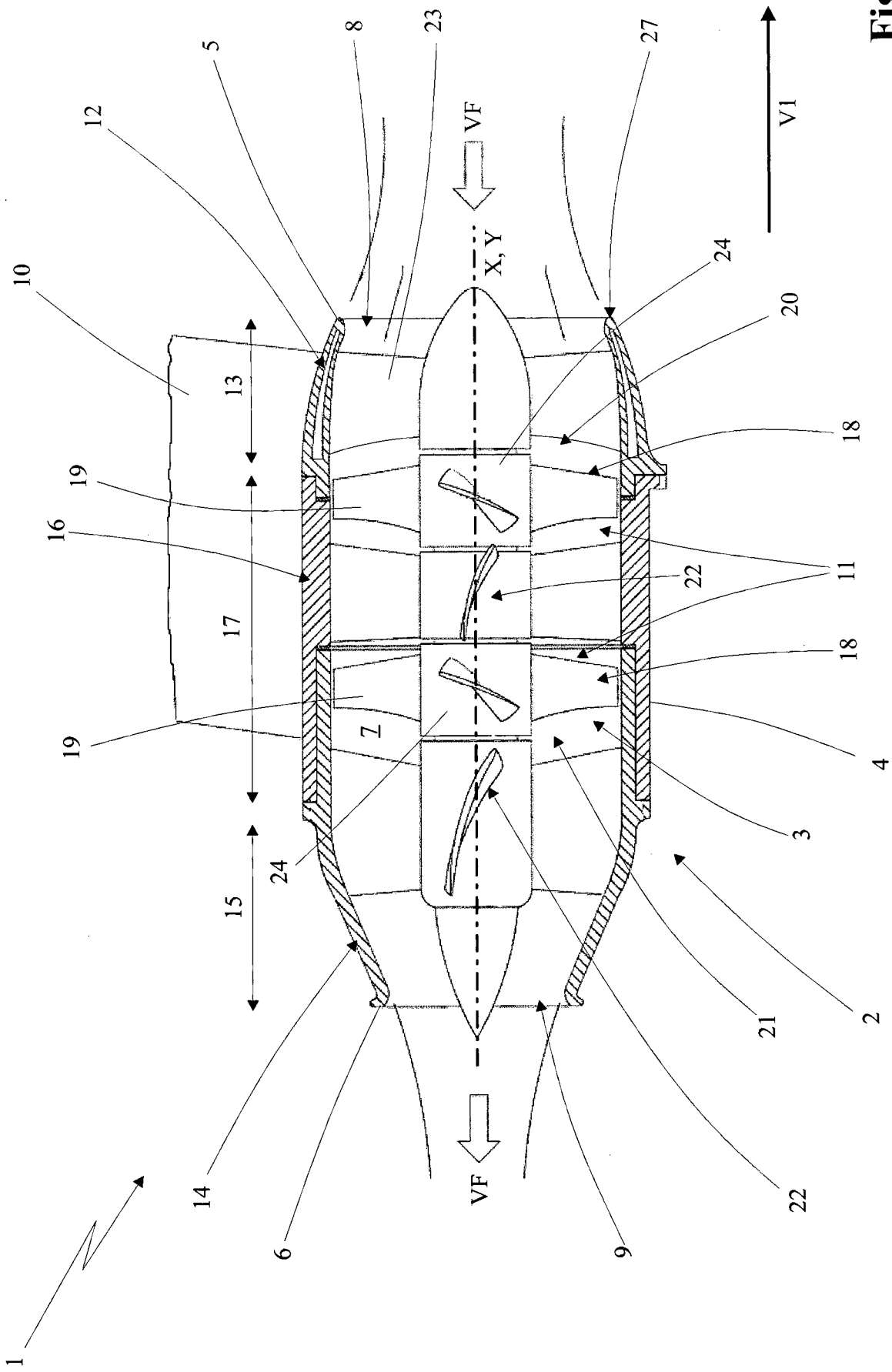


Fig. 1

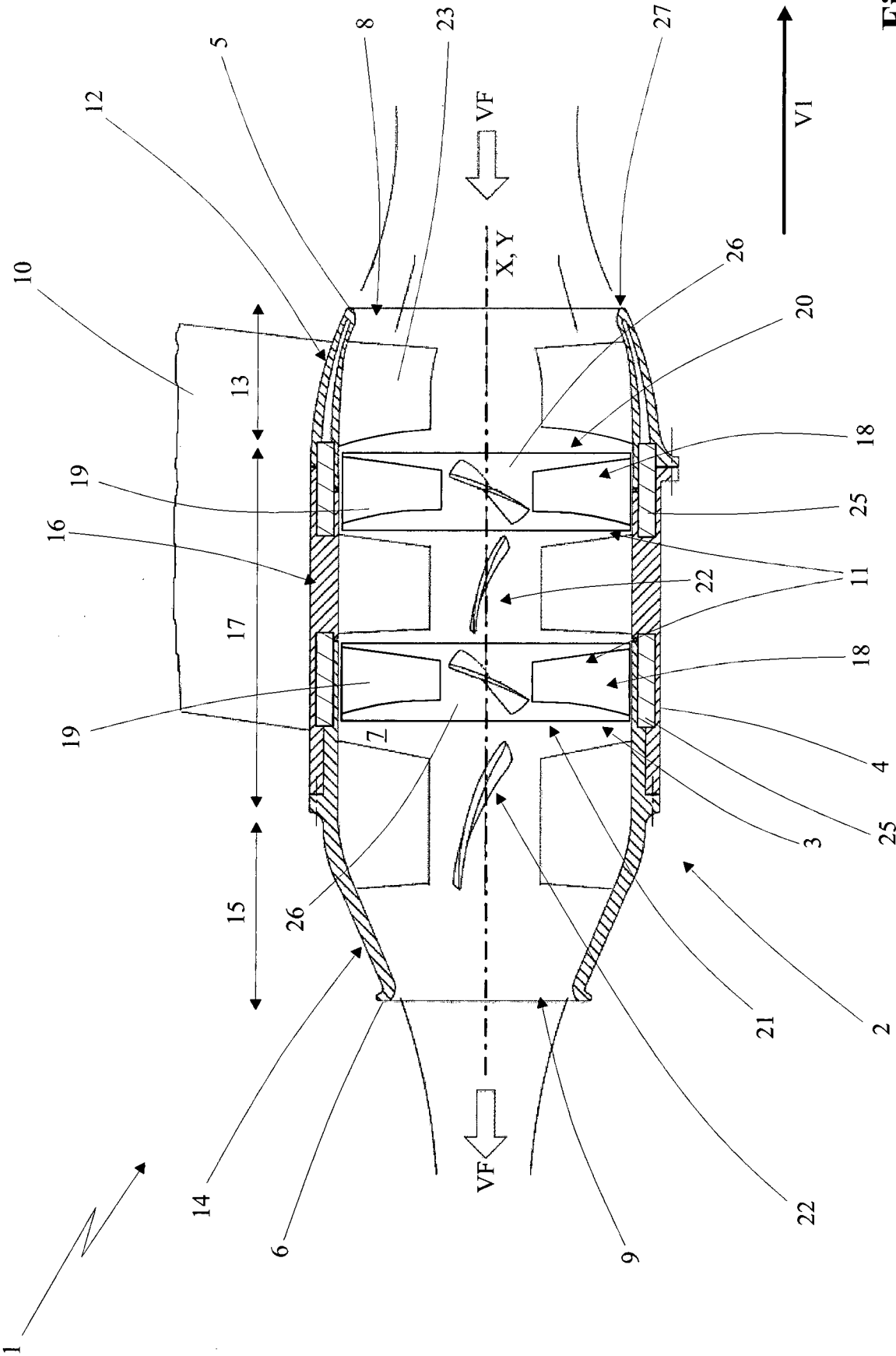
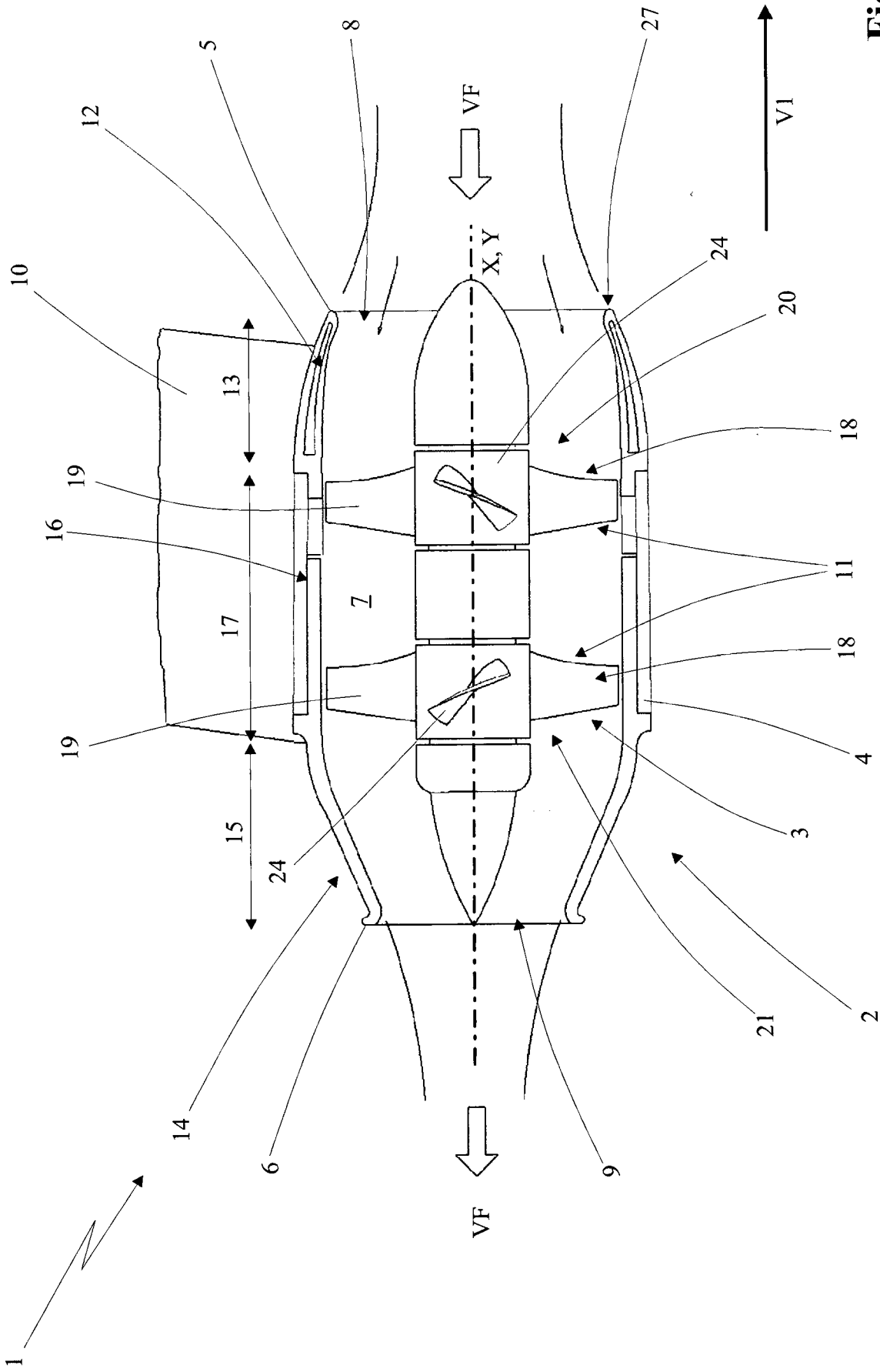


Fig. 2

Fig. 3



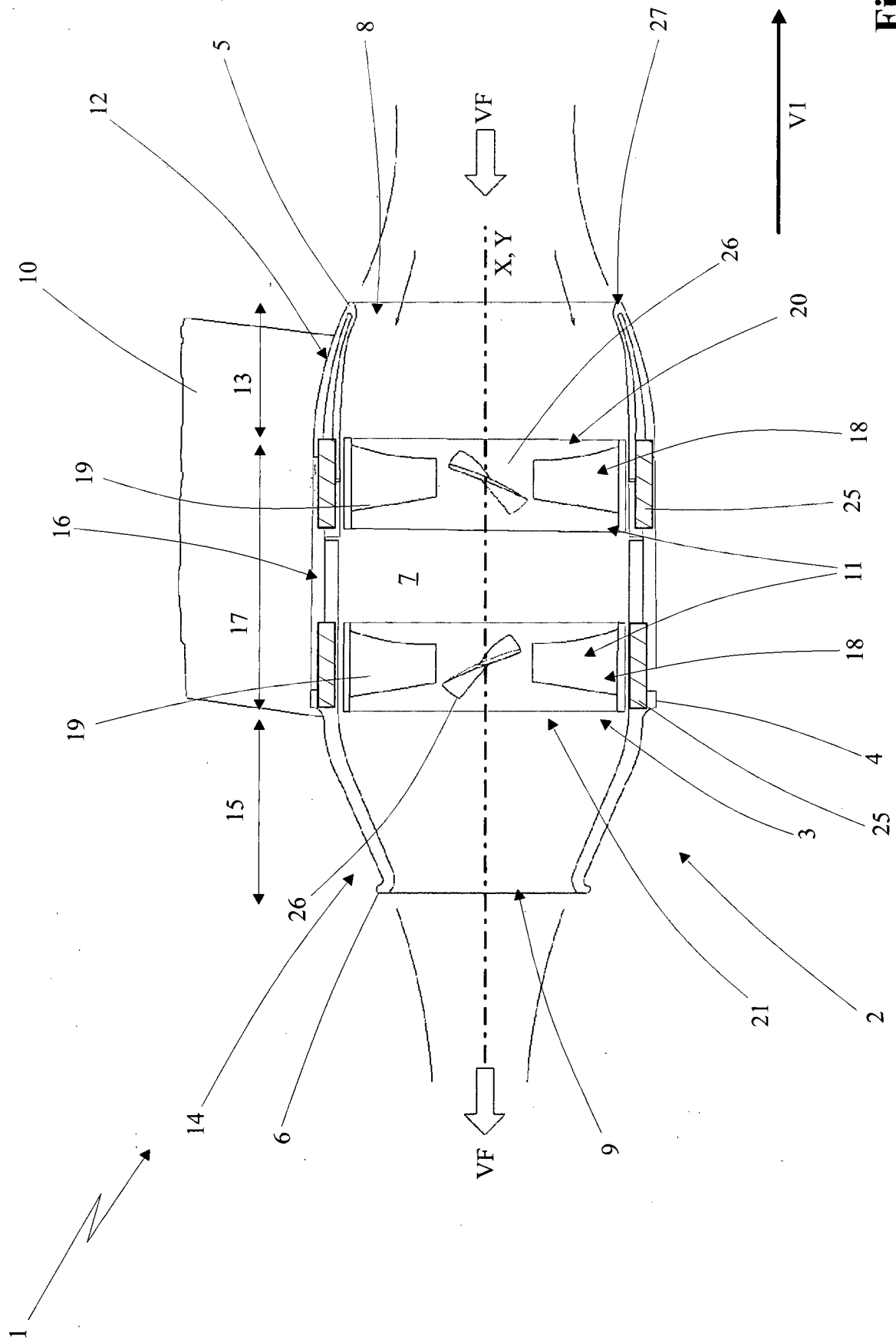


Fig. 4