

ITALIAN PATENT OFFICE

Document No.

102012902050284A1

Publication Date

20131114

Applicant

CERRUTI GIORGIO

Title

DISPOSITIVO PER PRODURRE ENERGIA SFRUTTANDO L'ENERGIA
DELLE ONDE MARINE.

DESCRIZIONE dell'invenzione industriale dal titolo:

"Dispositivo per produrre energia sfruttando l'energia delle onde marine"

Di: Giorgio Cerruti, nazionalità italiana, Via Ponte Rocca 61, 13040 Saluggia (VC)

Inventore designato: Giorgio Cerruti

Depositata il: 14 Maggio 2012

* * *

DESCRIZIONE

La presente invenzione riguarda un dispositivo per produrre energia sfruttando l'energia delle onde marine, ovvero un dispositivo per estrarre energia dalle onde marine e trasformarla in altra forma di energia, l'energia così prodotta (ovvero trasformata) potendo essere utilizzata ad esempio per la produzione di energia elettrica.

Con riferimento alla figura 1 dei disegni allegati, che fornisce una rappresentazione schematica delle grandezze fisiche che caratterizzano le onde marine, l'energia trasportata dalle onde marine si compone notoriamente di energia potenziale e di energia cinetica, dove la componente di energia potenziale è dovuta allo spostamento verticale delle particelle che si trovano sopra o sotto il livello medio di riferimento della superficie libera

del mare in stato di quiete (forza di spinta idrostatica che vince l'equilibrio di galleggiamento, dato dal principio di Archimede), mentre la componente di energia Cinetica è dovuta alla sommatoria
5 dei moti delle singole particelle della massa liquida che, muovendosi lungo orbite circolari o ellittiche, a seconda che la profondità del fondale nel punto considerato sia maggiore o minore della metà della lunghezza d'onda, vanno a comporre il
10 treno d'onda longitudinale. L'energia totale E_T di un'onda marina è pari alla somma dell'energia Potenziale E_p (spostamenti verticali) e dell'energia cinetica E_c (spostamenti longitudinali).

L'energia potenziale E_p , nell'ambito di una
15 lunghezza d'onda completa, è data dall'espressione

$$E_p = (\rho \cdot g \cdot a^2 \cdot \lambda) / 4,$$

dove

ρ è la densità del fluido,

g è l'accelerazione di gravità,

20 a è l'ampiezza dell'onda, cioè la distanza tra la cresta (o la gola) dell'onda e la superficie libera del mare in stato di quiete, e

λ è la lunghezza d'onda, cioè la distanza tra due creste (o due gole) consecutive.

25 L'energia cinetica E_c è, almeno in linea teo-

rica, distribuita tra il profilo superficiale dell'onda e il fondale, inteso come infinitamente profondo. In realtà, circa il 50% dell'energia cinetica di un'onda marina è contenuto fra il profilo
5 superficiale dell'onda e una profondità pari all'altezza H (dove $H = 2a$) dell'onda stessa, mentre oltre il 70% è contenuto fra il profilo superficiale dell'onda e una profondità pari al doppio dell'altezza H dell'onda stessa. L'energia cinetica
10 di un'onda marina sino a una profondità generica h (intesa come distanza del punto considerato dalla superficie libera in stato di quiete) è data dalla seguente espressione:

$$E_c(h) = [\rho \cdot g \cdot a^2 \cdot (1 - e^n)] \cdot \lambda / 4,$$

15 dove

$$n = -(4 \cdot \pi \cdot h) / \lambda.$$

Se si considera l'intera lunghezza d'onda e tutta la colonna d'acqua compresa tra il profilo superficiale dell'onda e il fondale marino, l'energia
20 cinetica vale:

$$E_c = (\rho \cdot g \cdot a^2 \cdot \lambda) / 4.$$

In un'onda completa, quindi, l'energia cinetica ha lo stesso valore dell'energia potenziale. Poiché l'energia totale dell'onda è la somma
25 dell'energia cinetica e dell'energia potenziale,

risulta in definitiva che:

$$E_T = E_p + E_c = (\rho \cdot g \cdot a^2 \cdot \lambda) / 2.$$

Scopo della presente invenzione è fornire un dispositivo per produrre energia sfruttando l'energia delle onde marine che sia in grado di estrarre la componente cinetica dell'energia totale delle onde marine in modo totalmente indipendente, cioè senza bisogno di collegamento meccanico con una struttura esterna, e che, previo collegamento con una struttura esterna fissa, sia in grado di estrarre anche la componente potenziale dell'energia totale delle onde marine.

Questo e altri scopi sono pienamente raggiunti secondo la presente invenzione grazie a un dispositivo avente le caratteristiche indicate nell'annessa rivendicazione indipendente 1.

Forme di realizzazione vantaggiose dell'invenzione sono definite dalle rivendicazioni dipendenti, il cui contenuto è da intendersi come parte integrante e integrale della descrizione che segue.

In sintesi, l'invenzione si basa sull'idea di realizzare un dispositivo galleggiante comprendente un semiguscio esterno e un nucleo interno accolto all'interno del semiguscio, laddove il semiguscio è collegato al nucleo mediante un fulcro configurato

per rendere il semiguscio e il nucleo solidali l'uno all'altro nel movimento di traslazione verticale e per consentire oscillazioni relative del semiguscio rispetto al nucleo almeno in un piano passante per il centro del fulcro, e laddove il dispositivo comprende inoltre mezzi di produzione di energia predisposti per produrre energia sfruttando il movimento di oscillazione alternata del semiguscio rispetto al nucleo.

Grazie a una tale configurazione, il movimento di oscillazione alternato del semiguscio rispetto al nucleo, dovuto principalmente alla componente cinetica dell'energia totale delle onde, viene sfruttato per produrre energia, ad esempio energia meccanica sotto forma di rotazione monodirezionale di un organo di uscita rotante, energia meccanica che può essere utilizzata tal quale, sia in loco sia in remoto (ad esempio su un'altra struttura posta in mare, indifferentemente fissa o galleggiante, o su un'altra struttura fissata a terra), o che può essere utilizzata per altri scopi, in particolare per la produzione di energia elettrica, sia in loco sia in remoto (ad esempio su un'altra struttura posta in mare, indifferentemente fissa o galleggiante, o su un'altra struttura fissata a terra).

Opportunamente collegato a una struttura esterna fissa, che potrà essere indifferentemente ancorata al fondale marino o alla costa, il dispositivo secondo l'invenzione permette di sfruttare
5 anche i movimenti verticali dell'insieme formato dal semiguscio e dal nucleo, prodotti principalmente dalla componente potenziale dell'energia delle onde marine, per produrre energia meccanica da utilizzare tal quale o per altri scopi, in particolare
10 per la produzione di energia elettrica.

Ulteriori caratteristiche e vantaggi della presente invenzione risulteranno dalla descrizione dettagliata che segue, data a puro titolo di esempio non limitativo con riferimento ai disegni allegati, in cui:
15

la figura 1 mostra schematicamente le principali grandezze fisiche caratteristiche di un'onda marina;

la figura 2 è una vista in sezione assiale di
20 un dispositivo per produrre energia sfruttando l'energia delle onde marine secondo una forma di realizzazione preferita della presente invenzione;

le figure dalla 3A alla 3C sono viste in sezione assiale che mostrano schematicamente il dispositivo di figura 2, rispettivamente nella posi-
25

zione di equilibrio, nella posizione in cui il semiguscio è ruotato verso sinistra rispetto al nucleo e nella posizione in cui il semiguscio è ruotato verso destra rispetto al nucleo;

5 la figura 4 è una vista assonometrica di un primo esempio di meccanismo di conversione del moto del dispositivo di figura 2, e in particolare del sistema di guide ad arco di circonferenza facente parte di tale meccanismo;

10 la figura 5 illustra un esempio di scomposizione di una forza agente sul semiguscio del dispositivo di figura 2 nel caso di un meccanismo di conversione del moto quale quello di figura 4;

15 la figura 6 è una vista in sezione assiale che mostra un dettaglio del meccanismo di figura 4;

20 la figura 7 è un diagramma a blocchi di un sottogruppo del meccanismo di figura 4, avente la funzione di convertire il moto rotatorio alternato di una coppia di ruote dentate quali organi d'ingresso rotanti in moto rotatorio monodirezionale di un albero condotto quale organo di uscita rotante;

25 la figura 8 è una vista assonometrica di un dispositivo per produrre energia sfruttando l'energia delle onde marine secondo un'ulteriore forma di realizzazione preferita della presente invenzione;

la figura 9 è una vista assonometrica di un ulteriore esempio di meccanismo di conversione del moto del dispositivo secondo l'invenzione;

la figura 10 è una vista assonometrica di una variante di realizzazione del meccanismo di conversione del moto di figura 9;

le figure 11A e 11B mostrano un primo esempio di collegamento del dispositivo secondo l'invenzione a una struttura esterna fissa per lo sfruttamento della componente potenziale dell'energia totale delle onde marine e si riferiscono rispettivamente al caso in cui i sottomeccanismi di conversione dell'energia si trovano a bordo del dispositivo e al caso in cui i sottomeccanismi di conversione dell'energia si trovano sulla struttura esterna fissa;

la figura 12 mostra un secondo esempio di collegamento del dispositivo secondo l'invenzione a una struttura esterna fissa per lo sfruttamento della componente potenziale dell'energia totale delle onde marine, nella posizione in cui il dispositivo si trova in corrispondenza del cavo di un'onda;

la figura 13 mostra un terzo esempio di collegamento del dispositivo secondo l'invenzione a una

struttura esterna fissa (in questo caso al fondale marino), eventualmente utilizzabile per lo sfruttamento della componente potenziale dell'energia totale delle onde marine; e

5 le figure dalla 14 alla 16 mostrano rispettive varianti di realizzazione di un dispositivo per l'estrazione di energia meccanica dalle onde marine secondo la presente invenzione, in cui il dispositivo può essere utilizzato senza collegamento meccanico con l'esterno per sfruttare la sola componente cinetica dell'energia totale delle onde marine.

Facendo inizialmente riferimento alla figura 2, con 10 è complessivamente indicato un dispositivo per produrre energia sfruttando l'energia delle onde marine, ovvero un dispositivo per estrarre energia dalle onde marine e trasformarla in altra forma di energia, secondo una forma di realizzazione preferita della presente invenzione. Il dispositivo 10 è realizzato come dispositivo galleggiante e comprende fondamentalmente un semiguscio esterno 12 (di seguito indicato per semplicità solo come semiguscio) e un nucleo interno 14 (di seguito indicato per semplicità solo come nucleo) accolto all'interno del semiguscio 12 e collegato a questo

mediante un fulcro 16. Il fulcro 16 è configurato in modo da rendere il semiguscio 12 e il nucleo 14 solidali l'uno all'altro nel movimento di traslazione verticale e da permettere oscillazioni relative del semiguscio 12 rispetto al nucleo 14 almeno in un piano passante per il centro (indicato con G) del fulcro 16. Da un lato, quindi, il dispositivo 10 è in grado di muoversi come un singolo corpo in direzione verticale, verso l'alto e verso il basso, per effetto della componente potenziale dell'energia totale delle onde marine e della propria forza peso. Dall'altro lato, il semiguscio 12 è in grado di muoversi lateralmente, oscillando in un verso e nell'altro intorno al fulcro 16 rispetto al nucleo 14 sotto l'azione delle spinte orizzontali dovute alla componente cinetica dell'energia totale delle onde marine che investono il dispositivo 10. In altre parole, il fulcro 16 da un lato permette il trasferimento delle spinte verticali dal semiguscio 12 al nucleo 14 e dall'altro permette al semiguscio 12 di oscillare rispetto al nucleo 14 in almeno un piano passante per il centro G del fulcro stesso. Il fulcro 16 è vantaggiosamente disposto in prossimità del fondo del semiguscio 12.

Preferibilmente, il fulcro 16 è realizzato co-

me giunto sferico, nel qual caso esso permette al semiguscio 12 di oscillare rispetto al nucleo 14 intorno al centro G negli infiniti piani passanti per tale punto. In alternativa, come mostrato nella
5 figura 8, il fulcro 16 è realizzato come una semplice cerniera definente un solo asse di rotazione orizzontale, nel qual caso esso permette al semiguscio 12 di oscillare rispetto al nucleo 14 intorno al centro G solamente nel piano perpendicolare a
10 tale asse di rotazione.

La figura 3A mostra il dispositivo 10 nella posizione di equilibrio, in cui il baricentro del semiguscio 12 è posto sull'asse verticale (indicato con z) passante per il centro G del fulcro 16, mentre le figure 3B e 3C mostrano il dispositivo 10
15 rispettivamente nella posizione in cui il semiguscio 12 è ruotato verso sinistra rispetto al nucleo 14 e nella posizione in cui il semiguscio 12 è ruotato verso destra rispetto al nucleo 14.

20 Preferibilmente, il semiguscio 12 ha una conformazione assialsimmetrica rispetto a un asse di simmetria s in modo da consentire, unitamente all'utilizzo di un giunto sferico come fulcro 16, di sfruttare l'energia cinetica di onde provenienti
25 da tutte le direzioni. Il semiguscio 12 presenta

dunque in questo caso una forma circolare in ognuna delle possibili sezioni ottenute con piani di sezione perpendicolari all'asse di simmetria s. Con riferimento nuovamente alle figure dalla 3A alla 5 3C, nella posizione di equilibrio del dispositivo 10 l'asse di simmetria s è allineato con l'asse verticale z, mentre nelle due posizioni mostrate nelle figure 3B e 3C l'asse di simmetria s è ruotato rispetto all'asse verticale z rispettivamente 10 verso sinistra e verso destra.

Anziché avere una conformazione assialsimmetrica, il semiguscio 12 potrebbe essere conformato in modo da presentare in sezione una forma allungata, ad esempio una forma ellittica, l'asse s essendo in questo caso non un asse di simmetria, ma 15 l'asse passante per il centro della sezione ellittica. In questo caso, il fulcro 16 sarà preferibilmente realizzato come cerniera con asse di rotazione parallelo all'asse maggiore della sezione di 20 forma ellittica (o di altra forma allungata) del semiguscio 12 e il dispositivo 10 sarà installato in modo che l'asse di rotazione del fulcro 16 sia orientato perpendicolarmente alla direzione principale di propagazione delle onde prevista nel punto 25 d'installazione del dispositivo.

Preferibilmente, il semiguscio 12 è conformato a guisa di campana rovesciata, in modo da presentare una sezione di area maggiore in corrispondenza della superficie di galleggiamento e una sezione di area minore dal lato rivolto verso il fondale. Una tale conformazione a campana rovesciata del semiguscio 12 consente di massimizzare lo sfruttamento sia della componente cinetica dell'energia totale delle onde marine, essendo tale componente massima in prossimità della superficie di galleggiamento, sia della componente potenziale, essendo questa direttamente proporzionale alla superficie di galleggiamento occupata, cioè all'area della sezione del dispositivo 10 ottenuta con un piano di sezione coincidente con la superficie libera di galleggiamento in stato di quiete o di equilibrio.

Al fine di massimizzare lo sfruttamento delle oscillazioni laterali del semiguscio 12 prodotte dalla componente cinetica dell'energia totale delle onde marine e dal successivo ritorno in posizione di equilibrio del semiguscio, il baricentro del semiguscio è disposto sull'asse s del semiguscio stesso il più vicino possibile al fulcro 16. Inoltre, il dispositivo 10 è configurato in modo che il proprio baricentro sia sempre posizionato al disot-

to del centro di spinta o centro di applicazione della spinta idrostatica, coincidente con il baricentro della massa di fluido spostata dal dispositivo stesso. Per favorire questa condizione, il dispositivo 10 può essere provvisto di uno o più contrappesi 18 o di altre masse concentrate poste in opportune posizioni, ad esempio nella parte del semiguscio 12 al disotto del fulcro 16. In questo modo, il metacentro del dispositivo 10 dovrà trovarsi sempre al disopra del baricentro e quindi in seguito a una qualsiasi oscillazione del semiguscio 12 rispetto al nucleo 14 intorno al fulcro 16 verrà generata una coppia di forze, costituita dal peso del dispositivo e dalla spinta idrostatica agente su di esso, che tenderà a riportare il dispositivo nella posizione di equilibrio, cioè nella condizione di allineamento dell'asse s del semiguscio con l'asse verticale z .

Preferibilmente, il semiguscio 12 è inoltre collegato al nucleo 14 tramite una pluralità di attuatori idraulici o pneumatici 20, posti nella parte superiore del dispositivo 10, quindi in particolare al disopra del fulcro 16, e utilizzati come ammortizzatori per limitare il movimento oscillatorio relativo tra il semiguscio e il nucleo ed evi-

tare così dannosi urti fra tali componenti del dispositivo 10. Gli attuatori 20 si estendono in direzione sostanzialmente radiale rispetto all'asse s del semiguscio 12. Nel caso in cui il fulcro 16 è
5 realizzato come giunto sferico, è preferibile un numero minimo di ammortizzatori 20 pari a quattro, mentre nel caso di fulcro realizzato come cerniera a un solo asse possono essere sufficienti due attuatori.

10 Preferibilmente, nel semiguscio 12 e/o nel nucleo 14 sono disposti serbatoi 22 a tenuta idraulica, che possono essere riempiti o svuotati con acqua marina tramite pompe (per sé note e non mostrate) per variare la massa del dispositivo 10 in funzione della variazione nel tempo dell'altezza media
15 delle onde, al fine di garantire sempre il massimo rendimento del processo di estrazione di energia meccanica dalle onde.

Preferibilmente, il dispositivo 10 comprende
20 inoltre un coperchio 24 che è fissato alla sommità del semiguscio 12 in modo da chiudere superiormente quest'ultimo. Il coperchio 24 è realizzato come componente impermeabile, in modo da proteggere dal contatto con l'acqua marina l'interno del dispositivo
25 tivo 10. Il coperchio 24 presenta aperture 26, si-

gillate a tenuta, per il passaggio di organi di collegamento 28 (figure 11A, 11B e 12) tramite i quali il nucleo 14 è collegato a una struttura esterna fissa 100, che può essere indifferentemente fissata al fondale o alla costa. Tali organi di collegamento saranno configurati in modo da permettere spostamenti verticali, prodotti dalla componente potenziale dell'energia totale delle onde, del nucleo 14, e quindi del semiguscio 12 ad esso solidale nel movimento di traslazione verticale, e da limitare al contempo le eventuali oscillazioni laterali del nucleo, in modo da permettere oscillazioni laterali relative, intorno al fulcro 16, fra il semiguscio e il nucleo, necessarie per lo sfruttamento della componente cinetica dell'energia totale delle onde.

Il dispositivo 10 può inoltre essere provvisto di un organo di ancoraggio 30 che, senza ostacolare la dinamica del dispositivo, ha la funzione di impedire la deriva del dispositivo stesso, oltre che di mantenerlo, entro certi limiti, nell'intorno del punto in cui si è deciso di installarlo.

Secondo una forma di realizzazione dell'invenzione, il dispositivo 10 comprende inoltre un meccanismo di conversione del moto predisposto per

convertire il movimento di oscillazione alternata del semiguscio 12 rispetto al nucleo 14 intorno al fulcro 16, provocato dalla componente cinetica dell'energia totale delle onde marine, in movimento
5 rotatorio monodirezionale di un organo di uscita rotante, quale un albero (non mostrato). Il meccanismo di conversione del moto comprende un primo sottomeccanismo 32 predisposto per convertire il movimento di oscillazione alternata del semiguscio
10 12 rispetto al nucleo 14 in movimento rotatorio alternato di una coppia di organi d'ingresso rotanti, quali in particolare ruote dentate, e un secondo sottomeccanismo 34 predisposto per convertire il movimento rotatorio alternato di tale coppia di or-
15 gani d'ingresso rotanti in movimento rotatorio monodirezionale dell'organo di uscita rotante.

Nella forma di realizzazione mostrata nella figura 2, il primo sottomeccanismo 32 è predisposto per convertire ciascuna delle due componenti per-
20 pendicolari in cui può essere scomposto il movimento di oscillazione alternata del semiguscio 12 rispetto al nucleo 14 in movimento rotatorio alternato di una rispettiva coppia di organi d'ingresso rotanti ed è a tale scopo realizzato come sistema
25 di guide ad arco di circonferenza.

Con riferimento anche alle figure 4, 5 e 6, il primo sottomeccanismo 32 comprende in questo caso quattro guide ad arco di circonferenza 36, 38, ciascuna delle quali è fissata alle proprie estremità al semiguscio 12, in particolare alla sommità di questo. Le guide ad arco di circonferenza 36, 38 sono a due a due parallele, e a tale proposito con 36 è indicata una coppia di guide parallele mentre con 38 è indicata l'altra coppia di guide parallele. Le guide ad arco di circonferenza 36 sono disposte equidistanti rispetto a un primo piano passante per il centro G del fulcro 16 e per l'asse s del semiguscio 12 (piano perpendicolare al piano del disegno di figura 6), mentre le guide ad arco di circonferenza 38 sono disposte equidistanti rispetto a un secondo piano passante per il centro G del fulcro 16 e per l'asse s del semiguscio 12 e perpendicolare al primo (piano coincidente con il piano del disegno di figura 6). Gli assi delle guide ad arco di circonferenza 36, 38 sono assi curvilinei a forma di arco di circonferenza aventi centro coincidente con il centro G del fulcro 16 e raggio maggiore della massima profondità del centro del fulcro, cioè maggiore della distanza massima del centro del fulcro dalla superficie libera del

mare in stato di quiete. Inoltre, gli assi delle guide ad arco di circonferenza 36, 38 si estendono, nella vista in pianta, lungo i lati di un quadrato, o più in generale lungo i lati di un rettangolo, che nella condizione di riposo o di quiete del dispositivo 10 giace in un piano orizzontale.

Le guide ad arco di circonferenza 36, 38 possono avere sezione piena o cava di forma circolare o poligonale (regolare o irregolare). Nell'esempio di realizzazione mostrato nelle figure 4, 5 e 6, le guide ad arco di circonferenza 36, 38 sono guide a sezione piena di forma circolare.

Il primo sottomeccanismo 32 comprende inoltre una coppia di elementi guidati 40, 42 aventi ciascuno un asse curvilineo a forma di arco di circonferenza avente centro coincidente con il centro G del fulcro 16 e raggio pari a quello delle guide 36, 38 ad arco di circonferenza. L'asse curvilineo dell'elemento guidato 40 si estende parallelamente agli assi curvilinei delle guide ad arco di circonferenza 38, mentre l'asse curvilineo dell'elemento guidato 42 si estende parallelamente agli assi curvilinei delle guide ad arco di circonferenza 36, dunque perpendicolarmente all'asse curvilineo dell'elemento guidato 40. L'elemento guidato 40 è

guidato lungo le guide ad arco di circonferenza 36, ad esempio mediante una coppia di manicotti di guida 44 che sono fissati alle estremità di tale elemento e sono montati scorrevoli ciascuno lungo una
5 rispettiva guida ad arco di circonferenza 36. Analogamente, l'elemento guidato 42 è guidato lungo le guide ad arco di circonferenza 38, ad esempio mediante una coppia di manicotti di guida 46 che sono fissati alle estremità di tale elemento e sono mon-
10 tati scorrevoli ciascuno lungo una rispettiva guida ad arco di circonferenza 38. Gli elementi guidati 40, 42 sono inoltre scorrevoli assialmente lungo una prima coppia di supporti 48 e rispettivamente lungo una seconda coppia di supporti 50, i supporti
15 48 e 50 essendo fissati al nucleo 14 del dispositivo 10 in maniera tale per cui la direzione curvilinea lungo cui scorrono gli elementi guidati 40, 42 rimane fissa rispetto al nucleo.

Il primo sottomeccanismo 32 funziona nel seguente modo. Le guide ad arco di circonferenza 36, 38 si muovono solidalmente al semiguscio 12 nel movimento di oscillazione di quest'ultimo provocato dalla componente cinetica dell'energia totale delle onde e trasmettono tale movimento agli elementi
25 condotti 40, 42. Se il movimento di oscillazione

del semiguscio 12 avviene esclusivamente in un piano (indicato con β nella figura 5) parallelo ai piani in cui giacciono gli assi curvilinei delle guide ad arco di circonferenza 36, le guide ad arco di circonferenza 38 trasmettono tale movimento, tramite i manicotti di guida 46, all'elemento guidato 42 (cioè all'elemento guidato che si estende nel piano in cui avviene il movimento di oscillazione). Non si ha invece trasmissione del movimento all'elemento guidato 40, ma questo sarà libero di scorrere, tramite i propri manicotti di guida 44, lungo le guide ad arco di circonferenza 36. Se il movimento di oscillazione del semiguscio 12 avviene esclusivamente in un piano (indicato con α nella figura 5) parallelo ai piani in cui giacciono gli assi curvilinei delle guide ad arco di circonferenza 38, le guide ad arco di circonferenza 36 trasmettono tale movimento, tramite i manicotti di guida 44, all'elemento guidato 40 (cioè all'elemento guidato che si estende nel piano in cui avviene il movimento di oscillazione). Non si ha invece trasmissione del movimento all'elemento guidato 42, ma questo sarà libero di scorrere, tramite i propri manicotti di guida 46, lungo le guide ad arco di circonferenza 38. Se la forza agente sul semiguscio

12 (indicata con DD' nella figura 5), e quindi il movimento di oscillazione del semiguscio 12 rispetto al nucleo 14, giace in un piano (indicato con δ nella figura 5) non parallelo ai piani α e β sopra definiti, tale movimento avrà sia una componente sul piano α sia una componente sul piano β , e quindi sarà trasmesso sia all'elemento guidato 40 sia all'elemento guidato 42. Il sistema di guide ad arco di circonferenza sopra descritto, che nel dispositivo secondo l'invenzione è utilizzato come primo sottomeccanismo del meccanismo di conversione del moto, permette quindi di scomporre un'oscillazione del semiguscio 12 rispetto al nucleo 14, che ha luogo in un qualsiasi piano δ , in due oscillazioni in due piani perpendicolari, e precisamente in un primo piano β parallelo a quello in cui giacciono gli assi delle guide ad arco di circonferenza 36 e in un secondo piano α parallelo a quello in cui giacciono gli assi delle guide ad arco di circonferenza 38. Nel dispositivo secondo l'invenzione, il sistema di guide ad arco di circonferenza permette quindi di sfruttare entrambe queste componenti dell'oscillazione del semiguscio rispetto al nucleo per produrre energia. Il sistema di guide ad arco di circonferenza sopra descritto potrebbe comunque

essere associato a un qualsiasi altro dispositivo o macchina per scomporre un'oscillazione di un primo corpo rispetto a un secondo corpo in due oscillazioni aventi luogo in un primo e in un secondo piano perpendicolari l'uno all'altro, laddove detti primo e secondo piano sono perpendicolari a un terzo piano a sua volta perpendicolare al piano in cui avviene l'oscillazione del primo corpo rispetto al secondo corpo e passano per il centro di oscillazione del primo corpo rispetto al secondo corpo. Un ulteriore oggetto della presente invenzione è quindi un meccanismo di scomposizione del moto predisposto per scomporre il movimento di oscillazione alternato di un primo corpo rispetto a un secondo corpo in un dato piano in due oscillazioni perpendicolari, in cui il meccanismo comprende una coppia di prime guide fissate al primo corpo, che si estendono lungo rispettivi archi di circonferenza definiti dall'intersezione fra una sfera e una prima coppia di piani paralleli, equidistanti rispetto a un primo piano verticale passante per il centro della sfera, e una coppia di seconde guide fissate al primo corpo, che si estendono lungo rispettivi archi di circonferenza definiti dall'intersezione della stessa sfera con una seconda coppia di piani

paralleli, equidistanti rispetto a un secondo piano
verticale passante per il centro della sfera e per-
pendicolare al primo piano, in cui il meccanismo
comprende inoltre un primo e un secondo elemento
5 guidato aventi ciascuno un asse curvilineo a forma
di arco di circonferenza con centro coincidente con
il centro della sfera e raggio pari a quello delle
prime e delle seconde guide, il primo elemento gui-
dato essendo guidato lungo le prime guide ed esten-
10 dendosi parallelamente alle seconde guide e il se-
condo elemento guidato essendo guidato lungo le se-
conde guide ed estendendosi parallelamente alle
prime guide, e in cui il meccanismo comprende inol-
tre almeno un primo supporto lungo cui è guidato in
15 modo scorrevole il primo elemento guidato e almeno
un secondo supporto lungo cui è guidato in modo
scorrevole il secondo elemento guidato, il primo e
il secondo supporto essendo fissati al secondo cor-
po in maniera tale per cui la direzione curvilinea
20 lungo cui scorrono il primo e il secondo elemento
guidato è fissa rispetto al secondo corpo.

Con riferimento ora in particolare alla figura
6, ciascun elemento guidato 40, 42 (nella figura 6
è mostrato in forma completa il solo elemento gui-
25 dato 40) è provvisto di almeno un arco dentato o

settore di ruota dentata 52 (nella figura 6 sono mostrati due archi dentati 52, ma potrebbe esserne previsto anche uno solo), che è disposto sul lato interno dell'elemento guidato e ingrana permanentemente con una coppia di ruote dentate 54a, 54b portate dal nucleo 14 e fungenti da organi d'ingresso rotanti del secondo sottomeccanismo 34. In questo modo, il movimento oscillatorio alternato di ciascuno dei due elementi guidati 40, 42 conseguente al movimento oscillatorio del semiguscio 12 provocato dalla componente cinetica dell'energia totale delle onde marine viene convertito in movimento rotatorio alternato della rispettiva coppia di ruote dentate 54a, 54b.

Come detto in precedenza, il secondo sottomeccanismo 34 è predisposto per convertire il movimento rotatorio alternato di due organi d'ingresso rotanti in movimento rotatorio monodirezionale di un organo di uscita rotante. Nella forma di realizzazione mostrata nelle figure 2, 4, 5 e 6, in cui il primo sottomeccanismo 32 comprende due coppie di ruote dentate 54a, 54b, una per ciascuna delle due direzioni in cui il movimento oscillatorio del semiguscio 12 rispetto al nucleo 14 viene scomposto dalle guide ad arco di circonferenza, saranno pre-

visti due secondi sottomeccanismi 34, uno per ciascuna coppia di ruote dentate 54a, 54b. Per quanto concerne l'organo di uscita rotante, esso potrà essere comune a questi due sottomeccanismi o in alternativa potranno essere previsti due distinti organi di uscita rotanti. In questo modo, quindi, sia il movimento rotatorio alternato di una coppia di ruote dentate 54a, 54b, comandate ad esempio dall'elemento condotto 40 del primo sottomeccanismo 32, sia il movimento rotatorio alternato dell'altra coppia di ruote dentate 54a, 54b, comandate dall'elemento condotto 42 del primo sottomeccanismo 32, saranno convertiti dai rispettivi secondi sottomeccanismi 34 in movimento rotatorio monodirezionale dell'organo di uscita rotante, movimento che potrà essere sfruttato o direttamente come energia meccanica rotazionale o per la produzione di un'altra forma di energia, ad esempio energia elettrica (tramite un alternatore, una turbina, ecc.), pneumatica o idraulica. L'energia così ottenuta, qualunque sia la sua forma, potrà essere indifferentemente utilizzata in loco o in remoto. In questo secondo caso, essa sarà trasferita all'esterno del dispositivo 10 tramite mezzi opportuni, ad esempio cavi elettrici per il trasporto dell'energia elet-

trica prodotta a bordo del dispositivo.

Con riferimento alla figura 7, che mostra in forma di diagramma a blocchi un possibile esempio di realizzazione di ciascuno dei secondi sottomec-

5 canismi 34, tale sottomeccanismo comprende innanzitutto le due ruote dentate 54a, 54b quali organi d'ingresso rotanti, tali ruote ingranando con l'arco dentato 52 ed essendo quindi girevoli alternatamente in un verso e nell'altro per effetto del movimento oscillatorio alternato del semiguscio 12

10 rispetto al nucleo 14. Il secondo sottomeccanismo 34 comprende inoltre un albero condotto 56 quale organo di uscita rotante e una coppia di pignoni 58a, 58b che sono accoppiabili a rotazione all'albero condotto 56 ciascuno mediante un rispettivo

15 innesto elettromagnetico 60a, 60b, che può essere indifferentemente realizzato come innesto a frizione o come innesto a denti. La ruota dentata 54a ingrana direttamente con il rispettivo pignone 58a,

20 mentre la ruota dentata 54b ingrana con il rispettivo pignone 58b tramite una ruota oziosa 62 avente la funzione di invertire il senso di rotazione del pignone 58b rispetto a quello del pignone 58a. I due innesti elettromagnetici 60a, 60b sono controllati da un dispositivo di controllo (di tipo PLC o

25

CNC) in funzione del senso di oscillazione del semiguscio 12, e quindi del senso di rotazione delle ruote dentate 54a, 54b. A tale scopo, il dispositivo 10 comprende vantaggiosamente sensori di movimento, quali encoder, righe ottiche, microinterruttori, sensori di prossimità magnetici o simili, predisposti per segnalare al dispositivo di controllo il senso di rotazione delle ruote dentate 54a, 54b e dell'albero condotto 56 al fine di consentire al dispositivo di controllo di comandare opportunamente gli innesti elettromagnetici 60a, 60b in modo che al più solo uno dei due pignoni 58a, 58b sia solidale a rotazione all'albero condotto 56.

15 A monte dei pignoni 58a, 58b possono essere previsti opportuni dispositivi moltiplicatori di velocità (non mostrati) al fine di diminuire la coppia trasmessa e aumentare il numero di giri di tali pignoni. Inoltre, fra ciascun pignone 58a, 58b
20 e il rispettivo innesto elettromagnetico 60a, 60b, può essere previsto un opportuno dispositivo parastrappo (non mostrato). Inoltre, ciascun innesto elettromagnetico 60a, 60b, è preferibilmente collegato all'albero condotto 56 tramite una ruota libera
25 ra (non mostrata) funzionante da elemento di sicu-

rezza in grado di disinserire automaticamente il
rispettivo innesto in caso di malfunzionamenti del-
lo stesso, in particolare malfunzionamenti tali da
provocare rotazioni in senso contrario a quello
5 previsto o richiesto.

Come detto in precedenza, nell'esempio di rea-
lizzazione di figura 6 saranno previsti due secondi
sottomeccanismi 34, di cui uno avrà come organi
d'ingresso rotanti le ruote dentate 54a, 54b ingra-
10 nanti con gli archi dentati 52 portati dall'elemen-
to condotto 40 del primo sottomeccanismo 32, mentre
l'altro avrà come organi d'ingresso rotanti le ruo-
te dentate (non mostrate) ingrananti con gli archi
dentati (anch'essi non mostrati) portati dall'ele-
15 mento condotto 42 del primo sottomeccanismo 32.

Il dispositivo 10 può comprendere, a valle
dell'albero condotto 56, uno o più dei seguenti
gruppi od organi (non mostrati):

- un giunto limitatore di coppia, avente la fun-
20 zione di protezione da eventuali sovraccarichi;
- un moltiplicatore di velocità (di tipo epici-
cloidale o a salti multipli), avente la funzione di
fornire una velocità di uscita tale da massimizzare
il rendimento dell'utilizzatore finale (che potrà
25 essere ad esempio un alternatore, una pompa idrau-

lica o pneumatica, ecc.);

- un convertitore di coppia, avente la funzione di trasmettere al meglio i transitori di velocità, attenuando i picchi di potenza/coppia e garantendo

5 quindi una trasmissione progressiva del moto;

- un variatore continuo di velocità, avente la funzione di garantire valori di velocità e coppia di uscita ottimali per l'utilizzatore finale; e

- un volano, eventualmente a masse centrifughe
10 (inerzia variabile), avente la funzione di limitare le perdite di efficienza durante i transitori.

Come mostrato nella figura 8, in cui a parti ed elementi identici o corrispondenti a quelli della figura 4 sono attribuiti i medesimi numeri di
15 riferimento, nel caso in cui il fulcro 16 del dispositivo 10 sia realizzato come semplice cerniera a un solo asse di rotazione, e quindi il movimento di oscillazione alternata del semiguscio 12 rispetto al nucleo 14 avvenga in un solo piano, il mecca-
20 nismo di conversione del moto risulterà semplificato rispetto a quello sopra descritto con riferimento alle figure 4, 5 e 6. In questo caso, infatti, il primo sottomeccanismo non comprenderà più un sistema di guide ad arco per scomporre il movimento
25 di oscillazione in un piano generico nelle sue com-

ponenti in una coppia di piani perpendicolari, ma solamente un organo ad arco 40 (corrispondente all'organo condotto 40 delle figure 4, 5 e 6) fissato al semiguscio 12 ed estendentesi nel piano di oscillazione del semiguscio stesso. L'organo ad arco 40 sarà anch'esso provvisto di uno o più archi dentati per convertire il proprio movimento di oscillazione alternato in movimento rotatorio alternato di una coppia di ruote dentate funzionanti da organi d'ingresso rotanti per il secondo sottomeccanismo.

Con riferimento ora alla figura 9, secondo un ulteriore esempio di realizzazione dell'invenzione il meccanismo di conversione del moto, e più specificamente il primo sottomeccanismo 32, è realizzato come sistema a telai oscillanti. Diversamente dalla forma di realizzazione delle figure 4, 5 e 6, il primo sottomeccanismo 32 è in questo caso disposto nella parte inferiore del dispositivo 10, anziché nella parte superiore, e comprende fondamentalmente una coppia di telai oscillanti 64, 66, rispettivamente esterno e interno, che sono disposti intorno al fulcro 16 e hanno i rispettivi centri coincidenti con il centro G del fulcro stesso. Il telaio esterno 64 è supportato a rotazione dal semiguscio

12 mediante una coppia di bracci 68 allineati lungo
un asse x che passa per il centro G del fulcro 16
ed è orientato perpendicolarmente all'asse s del
semiguscio, in modo da potere ruotare rispetto a
5 quest'ultimo intorno a un asse di oscillazione
coincidente con detto asse x . Secondo la forma di
realizzazione qui proposta, il telaio esterno 64 ha
preferibilmente una conformazione sostanzialmente
rettangolare, con i due lati maggiori orientati pa-
10 rallelamente all'asse x . In condizioni di quiete o
equilibrio del dispositivo 10, il telaio esterno 64
giace nel piano orizzontale passante per il centro
 G del fulcro 16. Il telaio interno 66 è supportato
a rotazione dal telaio esterno 64 mediante una cop-
15 pia di bracci 70 allineati lungo un asse y che pas-
sa per il centro G del fulcro 16, è orientato per-
pendicolarmente all'asse x e giace nel piano del
telaio esterno 64, in modo da potere ruotare ri-
spetto a questo intorno a un asse di oscillazione
20 coincidente con l'asse y . Inoltre, il telaio inter-
no 66 è collegato al nucleo 14 in modo da essere
solidale a questo nel movimento di traslazione lun-
go l'asse verticale z . Secondo la forma di realiz-
zazione qui proposta, anche il telaio interno 66 ha
25 preferibilmente una conformazione sostanzialmente

rettangolare, con i due lati maggiori paralleli all'asse z. In condizioni di quiete o equilibrio del dispositivo 10, il telaio interno 66 giace in un piano verticale passante per il centro G del fulcro 16. Nell'esempio di realizzazione mostrato nella figura 9, il fulcro 16 è realizzato come giunto sferico, la cui sfera è rigidamente vincolata a un albero 72 fissato al nucleo 14 e il cui corpo esterno (che definisce una sede sferica per la suddetta sfera) è rigidamente vincolato a un telaio fisso 74 fissato al semiguscio 12.

I movimenti verticali del semiguscio 12 prodotti dalla componente potenziale dell'energia totale delle onde marine sono trasmessi dal semiguscio al nucleo 14 tramite il telaio fisso 74, il fulcro 16 e l'albero 72. Il semiguscio 12 e il nucleo 14 sono quindi solidali l'uno all'altro nel movimento di traslazione verticale. Il semiguscio 12 può invece oscillare rispetto al nucleo 14 lungo uno qualsiasi degli infiniti piani passanti per il centro G del fulcro 16. Il movimento relativo fra il semiguscio 12 e il nucleo 14 avviene infatti in virtù del fatto che il telaio esterno 64 è libero di oscillare rispetto al semiguscio 12 tramite i due bracci 68 (asse x), che il telaio interno 66 è

vincolato rispetto al nucleo tramite l'albero 72
(asse z) e che i due telai sono liberi di oscillare
l'uno rispetto all'altro tramite i due bracci 70
(asse y). Grazie al sistema di telai oscillanti so-
5 pra descritto, le oscillazioni del semiguscio 12
rispetto al nucleo 14 vengono scomposte, qualunque
sia il piano in cui avvengono, in due componenti
intorno ai due assi x e y. La componente di oscil-
lazione intorno all'asse x produce un'oscillazione
10 alternata relativa del telaio esterno 64 rispetto
al semiguscio 12, mentre la componente di oscilla-
zione intorno all'asse y produce un'oscillazione
alternata relativa del telaio esterno 64 rispetto
al telaio interno 66. Queste due oscillazioni sono
15 sfruttate mediante rispettivi sottomeccanismi 34
(mostrati solo schematicamente nella figura 9), ad
esempio del tipo di quello sopra descritto con ri-
ferimento alla figura 7, per produrre in uscita un
movimento rotatorio monodirezionale da sfruttare o
20 direttamente come energia meccanica rotazionale o
per la produzione di un'altra forma di energia, ad
esempio energia elettrica (tramite un alternatore,
una turbina, ecc.), pneumatica o idraulica. Come
detto in precedenza con riferimento al sistema di
25 guide ad arco di circonferenza, anche il sistema di

telai oscillanti sopra descritto potrebbe essere associato a un qualsiasi altro dispositivo o macchina per scomporre un'oscillazione di un primo corpo rispetto a un secondo corpo in due oscillazioni perpendicolari. Un ulteriore oggetto della presente invenzione è quindi un meccanismo di scomposizione del moto predisposto per scomporre il movimento di oscillazione alternato di un primo corpo rispetto a un secondo corpo intorno a un fulcro in due oscillazioni perpendicolari, in cui il meccanismo comprende un primo telaio, supportato a rotazione dal primo corpo intorno a un primo asse passante per il centro del fulcro, e un secondo telaio, supportato da un lato dal primo telaio in modo da potere ruotare rispetto a questo intorno a un secondo asse perpendicolare al primo asse e passante per il centro del fulcro e dall'altro dal secondo corpo lungo un terzo asse passante per il centro del fulcro e perpendicolare al piano individuato dal primo e dal secondo asse, e in cui il primo asse è vincolato al primo corpo e il terzo asse è vincolato al secondo corpo.

Come mostrato nella figura 10, in cui a parti ed elementi identici o corrispondenti a quelli della figura 9 sono attribuiti i medesimi numeri di

5 riferimento, nel caso in cui il fulcro 16 del di-
spositivo 10 sia realizzato come semplice cerniera
a un solo asse di rotazione, e quindi il movimento
di oscillazione alternata del semiguscio 12 rispet-
to al nucleo 14 avvenga in un solo piano, il mecca-
nismo di conversione del moto risulterà semplifica-
to rispetto a quello sopra descritto con riferimen-
to alla figura 9. In questo caso, infatti, il primo
sottomeccanismo non comprenderà più un sistema di
10 telai oscillanti per scomporre il movimento di o-
scillazione in un piano generico nelle sue compo-
nenti in una coppia di piani perpendicolari, ma so-
lamente un telaio oscillante 64 supportato a rota-
zione dal semiguscio 12 mediante una coppia di
15 bracci 68 allineati lungo un asse x coincidente con
l'asse di rotazione della cerniera 16.

Secondo una forma di realizzazione alternativa
dell'invenzione, gli stessi attuatori idraulici o
pneumatici 20 sono utilizzati per produrre energia,
20 rispettivamente sotto forma di energia idraulica o
pneumatica, a partire dal movimento di oscillazione
relativa del semiguscio 12 rispetto al nucleo 14,
in aggiunta o al posto del sistema di guide ad arco
di circonferenza o del sistema di telai oscillanti
25 sopra descritti. Nel caso di fulcro 16 realizzato

come cerniera a un solo asse di rotazione, gli attuatori 20 saranno posizionati in modo che i loro assi giacciano nel piano di oscillazione permesso dalla cerniera, e cioè nel piano passante per il
5 centro G della cerniera e perpendicolare all'asse della cerniera stessa, o in piani paralleli al suddetto piano di oscillazione, e saranno in numero di due o più. Nel caso di fulcro 16 realizzato come giunto sferico, gli attuatori 20 saranno preferi-
10 bilmente in numero di quattro o più e saranno posizionati in modo che l'asse di ciascun attuatore giaccia in un piano passante per il centro G del giunto sferico e per l'asse s del semiguscio 12 e che i piani in cui giacciono gli assi degli attua-
15 tori siano preferibilmente angolarmente equidistanti l'uno rispetto all'altro. Le oscillazioni alternate del semiguscio 12 rispetto al nucleo 14 intorno al fulcro 16, qualunque sia il piano in cui avvengono, provocano quindi alternativamente la
20 compressione e l'estensione degli attuatori 20. In questo caso, il dispositivo 10 sarà provvisto di un dispositivo di controllo computerizzato (di tipo PLC e/o CNC) predisposto per comandare opportune elettrovalvole sulla base di segnali indicativi
25 della direzione, dell'intensità e della frequenza

delle oscillazioni del semiguscio 12 rispetto al
nucleo 14, forniti da sensori di movimento (quali
encoder, righe ottiche, microinterruttori, sensori
di prossimità magnetici o simili) opportunamente
5 installati, in modo da gestire i flussi di un im-
pianto (pneumatico o idraulico) a circuito chiuso
per accumulare fluido in pressione. Il fluido in
pressione così ottenuto e accumulato potrà essere
utilizzato per vari scopi, ad esempio per azionare
10 un motore rotativo (idraulico o pneumatico) al fine
di ottenere energia meccanica rotazionale monodire-
zionale, per produrre energia elettrica tramite un
alternatore, per azionare una turbina, per azionare
un compressore, per azionare un generatore lineare,
15 per essere utilizzato in loco (ad esempio per ali-
mentare una pompa), o ancora per essere trasferito
all'esterno del dispositivo per un utilizzo remoto.

In termini generali, un qualsiasi meccanismo o
sistema in grado di convertire o trasformare la
20 componente cinetica dell'energia totale delle onde
marine, che viene trasmessa al dispositivo secondo
l'invenzione sotto forma di movimento oscillatorio
alternato del semiguscio rispetto al nucleo, in
un'altra forma di energia utilizzabile a bordo del
25 dispositivo o all'esterno dello stesso è da consi-

derare come rientrante nell'ambito della presente invenzione.

Come verrà descritto in dettaglio qui di seguito, opportunamente collegato mediante uno o più
5 organi di collegamento a una struttura esterna 100 fissata al fondale marino o alla costa, il dispositivo secondo l'invenzione è inoltre in grado di estrarre la componente potenziale dell'energia totale delle onde marine per convertirla in un'altra
10 forma di energia utilizzabile a bordo del dispositivo o all'esterno dello stesso. I movimenti oscillatori verticali, di ampiezza, intensità e frequenza variabili nel tempo, impressi dalle onde marine al dispositivo 10 determinano uno spostamento del
15 dispositivo in direzione verticale dalla posizione di equilibrio rispetto alla superficie libera dell'acqua in stato di quiete. Tali movimenti oscillatori verticali del dispositivo 10 rispetto alla struttura esterna 100 possono essere sfruttati,
20 ti, tramite opportuni meccanismi, per l'estrazione della componente potenziale dell'energia totale delle onde.

Secondo l'esempio mostrato nelle figure 11A e 11B, come organo di collegamento è utilizzata un'asta 28, che è rigidamente collegata alla struttura
25

esterna 100 (come mostrato nella figura 11A) o al
nucleo 14 del dispositivo 10 (come mostrato nella
figura 11B) ed è rispettivamente libera di scorrere
verticalmente rispetto al nucleo 14 o alla struttu-
5 ra esterna 100. In questo caso, il movimento verti-
cale alternato dell'asta 28 rispetto al nucleo 14 o
alla struttura esterna 100 viene convertito, me-
diante un sottomeccanismo 34 analogo a quello sopra
descritto con riferimento alla figura 7 (con la
10 differenza che in questo caso le ruote dentate 54a,
54b fungenti da organi d'ingresso rotanti del sot-
tomeccanismo ingranano con una cremagliera - non
mostrata - solidale all'asta 28, anziché con un ar-
co dentato) installato a bordo della struttura e-
15 sterna o del nucleo, in una rotazione monodirezio-
nale di velocità angolare tale da permetterne lo
sfruttamento per gli impieghi previsti.

Secondo l'esempio mostrato nella figura 12,
come organi di collegamento 28 sono utilizzati uno
20 o più attuatori lineari (pneumatici o idraulici),
preferibilmente una coppia di attuatori, compren-
denti ciascuno uno stelo 76 e un cilindro 78. Lo
stelo 76 di ciascun attuatore può essere collegato
alla struttura esterna 100 (nel qual caso il cilin-
25 dro 78 dell'attuatore sarà collegato al nucleo 14),

come nell'esempio della figura 12, o essere collegato al nucleo 14 (nel qual caso il cilindro 78 dell'attuatore sarà collegato alla struttura esterna 100). I collegamenti fra lo stelo 76 e il cilindro 78 di ciascun attuatore e rispettivamente il nucleo 14 e la struttura esterna 100, o viceversa, potranno essere di tipo rigido o di tipo articolato (mediante cerniera a un solo asse di rotazione o mediante giunto sferico). In questo modo, i movimenti verticali relativi del dispositivo 10, e quindi del nucleo 14, rispetto alla struttura esterna 100 permetteranno di generare e accumulare fluido in pressione. L'impianto (idraulico o pneumatico) a circuito chiuso per accumulare il fluido in pressione potrà essere posizionato a bordo del nucleo 14 del dispositivo 10, a bordo della struttura esterna 100 o parte a bordo del nucleo 14 e parte a bordo della struttura esterna 100. Anche in questo caso, sensori di movimento, quali encoder, righe ottiche, microinterruttori, sensori di prossimità magnetici o simili, opportunamente installati, saranno in grado di segnalare a dispositivi di controllo computerizzati, quali PLC e/o CNC, la direzione, l'intensità e la frequenza dei movimenti di oscillazione del dispositivo 10 rispetto alla

struttura esterna 100 e, di conseguenza, permetteranno al dispositivo di controllo computerizzato di gestire i flussi dell'impianto pneumatico o idraulico a circuito chiuso in modo da ottenere e accumulare il fluido in pressione. Il fluido in pressione così ottenuto e accumulato potrà essere utilizzato per vari scopi, ad esempio per azionare un motore rotativo (idraulico o pneumatico) al fine di ottenere energia meccanica rotazionale monodirezionale, per produrre energia elettrica tramite un alternatore, per azionare una turbina, per azionare un compressore, per azionare un generatore lineare, per essere utilizzato in loco (ad esempio per alimentare una pompa), o ancora per essere trasferito all'esterno del dispositivo per un utilizzo remoto.

Secondo l'esempio mostrato nella figura 13, il dispositivo 10 è collegato al fondale marino, quale struttura esterna 100, tramite un organo di collegamento 28 che comprende, come nell'esempio della figura 12, uno stelo 76 e un cilindro 78. In questo caso, lo stelo 76 costituisce il prolungamento inferiore del nucleo 14, che si estende verso il basso attraversando un'apertura passante 80 prevista sul fondo del semiguscio 12 e munita di guarnizione di tenuta 82, mentre il cilindro 78 è ancorato al

fondale marino o, secondo una forma di realizzazione alternativa (non mostrata), incernierato a questo. All'estremità inferiore dello stelo 76 è previsto un pistone 84 accolto in modo scorrevole
5 all'interno del cilindro 78. Secondo una forma di realizzazione alternativa (non mostrata), la disposizione dello stelo e del cilindro potrebbe essere invertita rispetto a quella mostrata nella figura 13. In questo modo, i movimenti verticali relativi
10 dell'insieme formato dal semiguscio 12 e dal nucleo 14 rispetto al fondale marino, e quindi del pistone 84 rispetto al cilindro 78, dovuti alla componente potenziale dell'energia totale delle onde marine, possono essere sfruttati per produrre energia, sia
15 essa di tipo meccanico, idraulico, pneumatico o elettrico.

Negli esempi sopra descritti con riferimento alle figure dalla 11A alla 13, il collegamento del dispositivo 10 a una struttura esterna fissa 100,
20 sia essa fissata alla costa o al fondale marino o sia essa costituita dallo stesso fondale marino, permette, oltre che di sfruttare anche la componente potenziale dell'energia totale delle onde marine, anche e soprattutto di stabilizzare il nucleo
25 14 e dunque di permettere al semiguscio 12 di o-

scillare rispetto al nucleo per effetto della componente cinetica dell'energia totale delle onde marine. Se infatti il nucleo 14 tendesse a oscillare insieme al semiguscio 12, trascinato da quest'ultimo, non ci sarebbe oscillazione relativa fra questi due componenti e quindi il dispositivo 10 non sarebbe in grado, o lo sarebbe solo in misura estremamente ridotta, di produrre energia.

La stabilizzazione del nucleo 14 può anche essere ottenuta senza bisogno di collegamento a una struttura esterna, come mostrato negli esempi di realizzazione delle figure dalla 14 alla 16 (in cui a parti ed elementi identici o corrispondenti a quelli delle figure precedenti sono stati attribuiti i medesimi numeri di riferimento) qui di seguito descritti.

Analogamente a quanto mostrato nella figura 13, anche nella forma di realizzazione della figura 14 il nucleo 14 del dispositivo 10 presenta un prolungamento inferiore sotto forma di stelo 76, che si estende verso il basso attraversando un'apertura passante 80 prevista sul fondo del semiguscio 12 e munita di guarnizione di tenuta 82. In questo caso, tuttavia, lo stelo 76 non è vincolato al fondale marino ma è provvisto alla sua estremità inferiore

di un contrappeso 86. Preferibilmente, lo stelo 76 è provvisto di una pluralità di pinne 88 (in numero di quattro, nell'esempio proposto) aventi la funzione di frenare le eventuali oscillazioni del nucleo 14. Preferibilmente, il contrappeso 86 e le pinne 88 saranno posizionati a una profondità tale da risentire in misura trascurabile dell'effetto delle onde, ad esempio a una profondità maggiore del doppio dell'altezza H dell'onda. In questo modo, quando il dispositivo 10 è investito da un'onda marina, il nucleo 14 tenderà a rimanere fermo, sotto l'effetto stabilizzante del contrappeso 86 e delle pinne 88 (ove presenti), e il semiguscio 12 potrà così oscillare rispetto al nucleo.

15 Nella forma di realizzazione mostrata nella figura 15, il nucleo 14 è collegato a un contrappeso 86 posto in acqua al disotto del dispositivo 10 mediante bracci di collegamento 90 (in numero di quattro, nell'esempio proposto) che si estendono
20 intorno al semiguscio 12, senza attraversarlo. A differenza della forma di realizzazione della figura 14, non vi è quindi bisogno di aperture passanti, e di relative guarnizioni di tenuta, nel semiguscio 12.

25 Nella forma di realizzazione mostrata nella

figura 16, il nucleo 14 è collegato a una pluralità di galleggianti 92 (in numero di quattro, nell'esempio proposto) mediante una corrispondente pluralità di bracci di collegamento 90 che si estendono
5 intorno al semiguscio 12, senza attraversarlo. Anche in questo caso non vi è quindi bisogno di aperture passanti, e di relative guarnizioni di tenuta, nel semiguscio 12.

Naturalmente, la mancanza di un collegamento
10 fra il nucleo e una struttura esterna consente al dispositivo secondo le forme di realizzazione delle figure dalla 14 alla 16 di sfruttare la sola componente cinetica dell'energia totale delle onde marine, e non anche la componente potenziale.

15 Alla luce della descrizione sopra fornita, risultano evidenti i vantaggi conseguibili con il dispositivo secondo l'invenzione.

Innanzitutto, il dispositivo secondo l'invenzione permette di sfruttare, trasformandoli in e-
20 nergia da utilizzare tale quale o da utilizzare ad esempio per la produzione di energia elettrica, tutti i movimenti verticali e orizzontali impressi al dispositivo stesso dalle onde marine, indipendentemente dalla loro ampiezza, dalla loro frequenza e dalla loro intensità. In altre parole, il di-
25

spositivo secondo l'invenzione permette di sfruttare lo spettro dinamico completo delle onde marine.

Inoltre, nella forma di realizzazione in cui il fulcro è realizzato come giunto sferico, il dispositivo è in grado di sfruttare tutte le direzioni delle onde per estrarre energia da queste ultime, grazie al sistema di scomposizione dell'oscillazione del semiguscio rispetto al nucleo.

Grazie alla possibilità di variare la massa del semiguscio e/o del nucleo del dispositivo secondo l'invenzione, il dispositivo permette di massimizzare l'efficienza di trasformazione dell'energia adattandosi alle variazioni dello spettro delle onde.

Il dispositivo secondo l'invenzione è in grado di funzionare con ogni condizione del mare, indipendentemente dalla profondità del fondale e dall'altezza delle maree.

Il dispositivo secondo l'invenzione può essere trasferito da un sito all'altro in modo da essere sempre utilizzato laddove è più conveniente.

Le parti del dispositivo secondo l'invenzione a contatto con l'acqua sono rappresentate solo dal profilo esterno del semiguscio immerso nell'acqua, ragione per cui il dispositivo non costituisce un

pericolo né per la flora né per la fauna marina.

Inoltre, qualora il dispositivo secondo l'invenzione sia utilizzato senza collegamento a una struttura esterna fissa e quindi solo per sfruttare
5 la componente cinetica dell'energia totale delle onde marine, esso è in grado di funzionare anche in assenza di collegamento a strutture fisse, siano esse vincolate al fondale o alla costa.

Naturalmente, fermo restando il principio
10 dell'invenzione, le forme di attuazione e i particolari di realizzazione potranno essere ampiamente variati rispetto a quanto è stato descritto e illustrato a puro titolo di esempio non limitativo, senza per questo uscire dall'ambito dell'invenzione
15 come definito nelle annesse rivendicazioni.

Ad esempio, nonostante la descrizione e le figure illustrino forme di realizzazione del dispositivo in cui è previsto un solo nucleo all'interno del semiguscio, è comunque possibile prevedere più
20 nuclei. In particolare, nel caso di semiguscio di forma allungata e di fulcro realizzato come semplice cerniera, potranno essere previsti più nuclei disposti allineati lungo una direzione parallela all'asse di rotazione definito dalla cerniera e, ad
25 esempio, rigidamente connessi l'uno all'altro. Per-

tanto, le espressioni "un nucleo" e "il nucleo" utilizzate nelle rivendicazioni che seguono sono da intendersi come equivalenti rispettivamente ad "almeno un nucleo" e a "l'almeno un nucleo".

RIVENDICAZIONI

1. Dispositivo (10) per produrre energia sfruttando l'energia delle onde marine, il dispositivo (10) essendo realizzato come dispositivo galleggiante e comprendendo un semiguscio (12) e un nucleo (14) accolto all'interno del semiguscio (12), laddove il semiguscio (12) è collegato al nucleo (14) mediante un fulcro (16) configurato per rendere il semiguscio (12) e il nucleo (14) solidali l'uno all'altro nel movimento di traslazione verticale e per consentire oscillazioni relative del semiguscio (12) rispetto al nucleo (14) almeno in un piano passante per il centro (G) del fulcro (16), e laddove il dispositivo (10) comprende inoltre primi mezzi di produzione di energia (20, 32, 34) predisposti per produrre energia sfruttando il movimento di oscillazione alternata del semiguscio (12) rispetto al nucleo (14).

2. Dispositivo secondo la rivendicazione 1, comprendente inoltre almeno un contrappeso (18) disposto al disotto del fulcro (16), in modo che il metacentro del dispositivo (10) sia posizionato al disopra del baricentro.

3. Dispositivo secondo la rivendicazione 1 o la rivendicazione 2, comprendente inoltre almeno un

serbatoio di liquido (22) disposto nel semiguscio (12) e/o nel nucleo (14) e mezzi per regolare il livello di riempimento di detto almeno un serbatoio di liquido (22) in modo da variare la massa del dispositivo (10).

4. Dispositivo secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, in cui il fulcro (16) è realizzato come giunto sferico, il semiguscio (12) essendo così in grado di oscillare rispetto al nucleo (14) intorno al centro (G) in un qualsiasi piano passante per tale punto.

5. Dispositivo secondo una qualsiasi delle rivendicazioni dalla 1 alla 3, in cui il fulcro (16) è realizzato come cerniera definente un solo asse di rotazione, il semiguscio (12) essendo così in grado di oscillare rispetto al nucleo (14) intorno al centro (G) solamente in un piano perpendicolare a detto asse di rotazione.

6. Dispositivo secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, in cui il semiguscio (12) ha una conformazione assialsimmetrica rispetto a un asse di simmetria (s) passante per il centro (G) del fulcro (16).

7. Dispositivo secondo una qualsiasi delle rivendicazioni dalla 1 alla 5, in cui il semiguscio (12)

ha una forma allungata lungo una data direzione, visto in sezione in un piano perpendicolare all'asse verticale (z) passante per il centro (G) del fulcro (16).

5 8. Dispositivo secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, in cui il semiguscio (12) ha una conformazione a guisa di campana rovesciata.

9. Dispositivo secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, in cui il semiguscio (12) è
10 inoltre collegato al nucleo (14) tramite una pluralità di attuatori idraulici o pneumatici (20) che sono posti al disopra del fulcro (16) e sono orientati in direzione tale da comprimersi ed estendersi a seguito dell'oscillazione del semiguscio (12) ri-
15 spetto al nucleo (14).

10. Dispositivo secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, in cui detti primi mezzi di produzione di energia (20, 32, 34) comprendono un meccanismo di conversione del moto (32, 34) predi-
20 sposto per convertire il movimento di oscillazione alternata del semiguscio (12) rispetto al nucleo (14) in movimento rotatorio monodirezionale di un organo di uscita rotante (56).

11. Dispositivo secondo le rivendicazioni 4 e 10,
25 in cui detto meccanismo di conversione del moto

(32, 34) comprende un primo sottomeccanismo (32) predisposto per scomporre il movimento di oscillazione alternato del semiguscio (12) rispetto al nucleo (14) in due componenti perpendicolari l'una all'altra e per convertire ciascuna delle due componenti perpendicolari del movimento di oscillazione alternato del semiguscio (12) rispetto al nucleo (14) in movimento rotatorio alternato di almeno un rispettivo organo d'ingresso rotante (54a, 54b), e un secondo sottomeccanismo (34) predisposto per convertire il movimento rotatorio alternato di detto almeno un organo d'ingresso rotante (54a, 54b) in movimento rotatorio monodirezionale dell'organo di uscita rotante (56).

12. Dispositivo secondo la rivendicazione 11, in cui detto primo sottomeccanismo (32) comprende una coppia di prime guide (36) fissate al semiguscio (12), che si estendono lungo rispettivi archi di circonferenza definiti dall'intersezione di una sfera con centro coincidente con il centro (G) del fulcro (16) e di una prima coppia di piani paralleli, equidistanti rispetto a un primo piano verticale passante per il centro (G) del fulcro (16), e una coppia di seconde guide (38) fissate al semiguscio (12), che si estendono lungo rispettivi archi

di circonferenza definiti dall'intersezione di detta sfera con una seconda coppia di piani paralleli, equidistanti rispetto a un secondo piano verticale passante per il centro (G) del fulcro (16) e perpendicolare a detto primo piano, in cui detto primo sottomeccanismo (32) comprende inoltre almeno un primo (40) e almeno un secondo (42) elemento guidato aventi ciascuno un asse curvilineo a forma di arco di circonferenza con centro coincidente con il centro (G) del fulcro (16) e raggio pari a quello di detta sfera, detto almeno un primo elemento guidato (40) essendo guidato lungo dette prime guide (36) ed estendendosi parallelamente a dette seconde guide (38) e detto almeno un secondo elemento guidato (42) essendo guidato lungo dette seconde guide (38) ed estendendosi parallelamente a dette prime guide (36), e in cui detto primo sottomeccanismo (32) comprende inoltre almeno un primo supporto (48) lungo cui è guidato in modo scorrevole detto almeno un primo elemento guidato (40) e almeno un secondo supporto (50) lungo cui è guidato in modo scorrevole detto almeno un secondo elemento guidato (42), detti almeno un primo e almeno un secondo supporto (48, 50) essendo fissati al nucleo (14) in maniera tale per cui la direzione curvilinea lungo

cui scorrono detti almeno un primo e almeno un secondo elemento guidato (40, 42) è fissa rispetto al nucleo (14).

13. Dispositivo secondo la rivendicazione 11, in cui detto primo sottomeccanismo (32) comprende un primo telaio (64), supportato a rotazione dal semiguscio (12) intorno a un primo asse (x) passante per il centro (G) del fulcro (16), e un secondo telaio (66), che è supportato a rotazione dal primo telaio (64) in modo da potere ruotare rispetto a questo intorno a un secondo asse (y) perpendicolare al primo asse (x) e passante per il centro (G) del fulcro (16) e che è collegato al nucleo (14) in modo da essere solidale a questo nel movimento di traslazione lungo un terzo asse (z) passante per il centro (G) del fulcro (16) e perpendicolare al piano individuato dal primo asse (x) e dal secondo asse (y), e in cui il primo asse (x) è vincolato al semiguscio (12) e il terzo asse (z) è vincolato al nucleo (14).

14. Sistema (10, 100) per produrre energia sfruttando l'energia delle onde marine, comprendente un dispositivo (10) secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, una struttura esterna (100) predisposta per essere fissata al fondale marino o

alla costa, uno o più organi di collegamento (28)
per il collegamento del dispositivo (10) alla
struttura esterna (100) e secondi mezzi di produ-
zione di energia (34, 76, 78) predisposti per pro-
5 durre energia sfruttando il movimento verticale al-
ternato del dispositivo (10) rispetto alla struttu-
ra esterna (100) provocato dalla componente poten-
ziale dell'energia totale delle onde marine.

CLAIMS

1. Device (10) for producing energy exploiting the energy of the sea waves, the device (10) being made as a floating device and comprising a half-shell (12) and a core (14) received within the half-shell (12), wherein the half-shell (12) is connected to the core (14) by means of a fulcrum (16) configured to make the half-shell (12) and the core (14) drivingly connected with each other in the vertical translational movement and to allow relative oscillations of the half-shell (12) with respect to the core (14) at least in a plane passing through the centre (G) of the fulcrum (16), and wherein the device (10) further comprises first energy production means (20, 32, 34) arranged to produce energy from the alternating oscillatory movement of the half-shell (12) relative to the core (14).

2. Device according to claim 1, further comprising at least one counterweight (18) placed below the fulcrum (16), in such a manner that the meta-centre of the device (10) is positioned above the centre of gravity.

3. Device according to claim 1 or claim 2, further comprising at least one liquid tank (22)

placed in the half-shell (12) and/or in the core (14) and means for adjusting the filling level of said at least one liquid tank (22) so as to change the mass of the device (10).

5 4. Device according to any of the preceding claims, wherein the fulcrum (16) is made as a ball joint, the half-shell (12) being thus able to oscillate relative to the core (14) about the centre (G) in any plane passing through this point.

10 5. Device according to any of claims 1 to 3, wherein the fulcrum (16) is made as a hinge defining only one axis of rotation, the half-shell (12) being thus able to oscillate relative to the core (14) about the centre (G) only in a plane perpendicular to said axis of rotation.

15 6. Device according to any of the preceding claims, wherein the half-shell (12) has an axial-symmetric configuration with respect to an axis of symmetry (s) passing through the centre (G) of the fulcrum (16).

20 7. Device according to any of claims 1 to 5, wherein the shape of the half-shell (12) is elongated along a given direction, when seen in section through a plane perpendicular to the vertical axis (z) passing through the centre (G) of the fulcrum

(16).

8. Device according to any of the preceding claims, wherein the half-shell (12) is shaped as a reversed bell.

5 9. Device according to any of the preceding claims, wherein the half-shell (12) is also connected to the core (14) through a plurality of hydraulic or pneumatic actuators (20) which are placed above the fulcrum (16) and are oriented in
10 such a direction as to be compressed and extended as a result of the oscillation of the half-shell (12) relative to the core (14).

10. Device according to any of the preceding claims, wherein said first energy production means
15 (20, 32, 34) comprise a motion conversion mechanism (32, 34) arranged to convert the alternating oscillatory movement of the half-shell (12) relative to the core (14) into a unidirectional rotary movement of a rotating output member (56).

20 11. Device according to claims 4 and 10, wherein said motion conversion mechanism (32, 34) comprises a first sub-mechanism (32) arranged to decompose the alternating oscillatory movement of the half-shell (12) relative to the core (14) into two components perpendicular to each other and to convert
25

each of these two perpendicular components of the alternating oscillatory movement of the half-shell (12) relative to the core (14) into an alternating rotary movement of at least one respective rotating input member (54a, 54b), and a second sub-mechanism (34) arranged to convert the alternating rotary movement of said at least one rotating input member (54a, 54b) into a unidirectional rotary movement of the rotating output member (56).

12. Device according to claim 11, wherein said first sub-mechanism (32) comprises a pair of first guides (36) secured to the half-shell (12), which extend along respective arcs of circumference defined by the intersection of a sphere having its centre coinciding with the centre (G) of the fulcrum (16) and of a first pair of parallel planes which are placed at the same distance from a first vertical plane passing through the centre (G) of the fulcrum (16), and a pair of second guides (38) secured to the half-shell (12), which extend along respective arcs of circumference defined by the intersection of said sphere with a second pair of parallel planes which are placed at the same distance from a second vertical plane passing through the centre (G) of the fulcrum (16) and perpendicu-

lar to said first plane, wherein said first sub-
mechanism (32) further comprises at least one first
(40) and at least one second (42) guided element
each having a curvilinear axis extending along an
5 arc of circumference having its centre coinciding
with the centre (G) of the fulcrum (16) and its ra-
dius equal to that of said sphere, said at least
one first guided element (40) being guided along
said first guides (36) and extending parallel to
10 said second guides (38) and said at least one sec-
ond guided element (42) being guided along said
second guides (38) and extending parallel to said
first guides (36), and wherein said first sub-
mechanism (32) further comprises at least one first
15 support (48) along which said at least one first
guided element (40) is slidably guided and at least
one second support (50) along which said at least
one second guided element (42) is slidably guided,
said at least one first and at least one second
20 support (48, 50) being secured to the core (14) in
such a manner that the curvilinear direction along
which said at least one first and at least one sec-
ond guided element (40, 42) are slidably guided is
fixed relative to the core (14).

25 13. Device according to claim 11, wherein said

first sub-mechanism (32) comprises a first frame (64), which is supported for rotation by the half-shell (12) around a first axis (x) passing through the centre (G) of the fulcrum (16), and a second
5 frame (66), which is supported for rotation by the first frame (64) so as to be able to rotate relative to this latter around a second axis (y), which is perpendicular to the first axis (x) and passes through the centre (G) of the fulcrum (16), and
10 which is drivingly connected to the core (14) in the translational movement along a third axis (z) which passes through the centre (G) of the fulcrum (16) and is perpendicular to the plane defined by the first axis (x) and by the second axis (y), and
15 wherein the first axis (x) is constrained to the half-shell (12) and the third axis (z) is constrained to the core (14).

14. System (10, 100) for producing energy exploiting the energy of the sea waves, comprising a de-
20 vice (10) according to any of the preceding claims, an external structure (100) arranged to be fixed to the seabed or to the coast, one or more connecting members (28) for connecting the device (10) to the external structure (100) and second energy produc-
25 tion means (34, 76, 78) arranged to produce energy

from the alternating vertical movement of the device (10) relative to the external structure (100) caused by the potential component of the total energy of the sea waves.

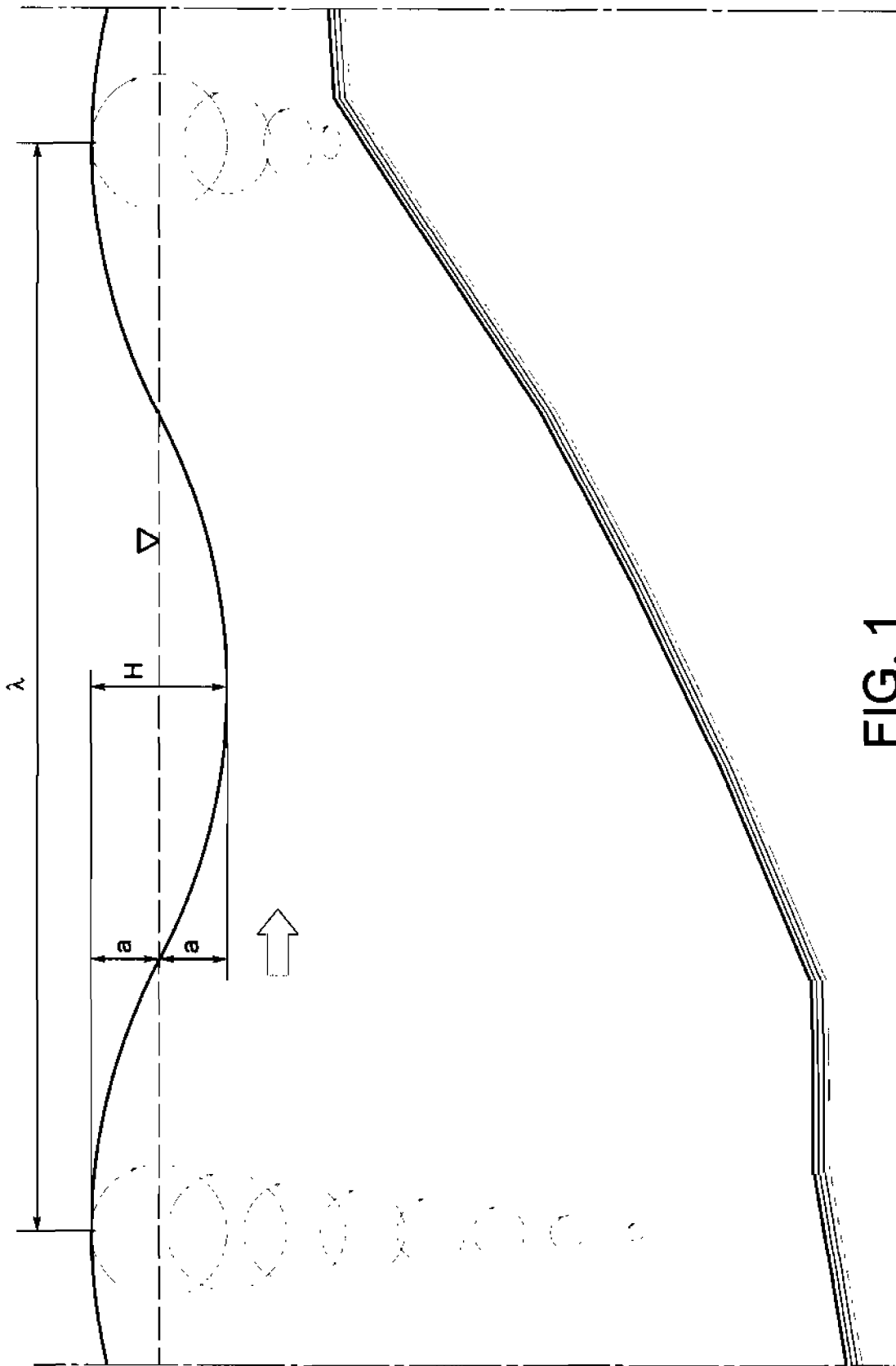


FIG. 1

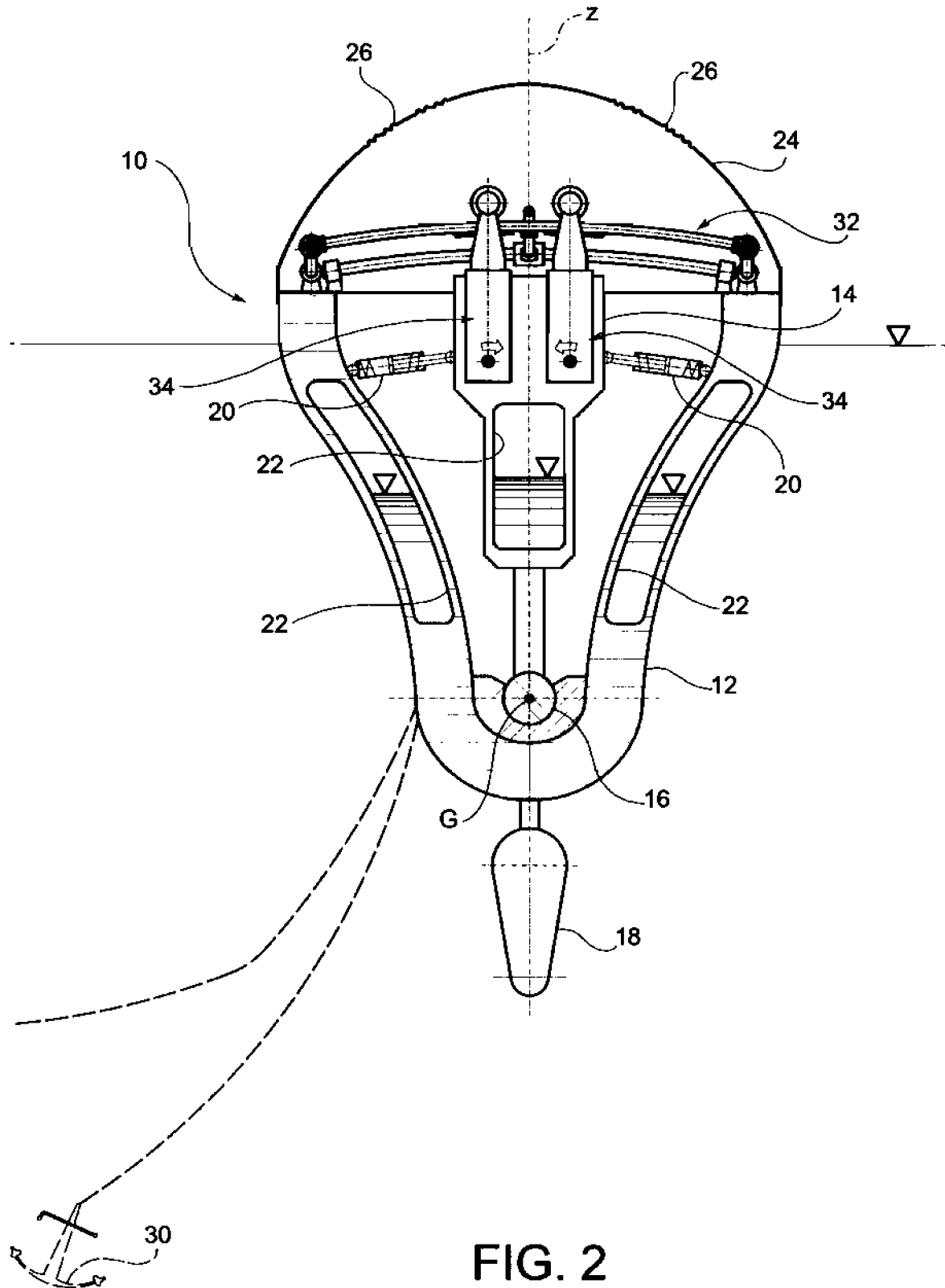


FIG. 2

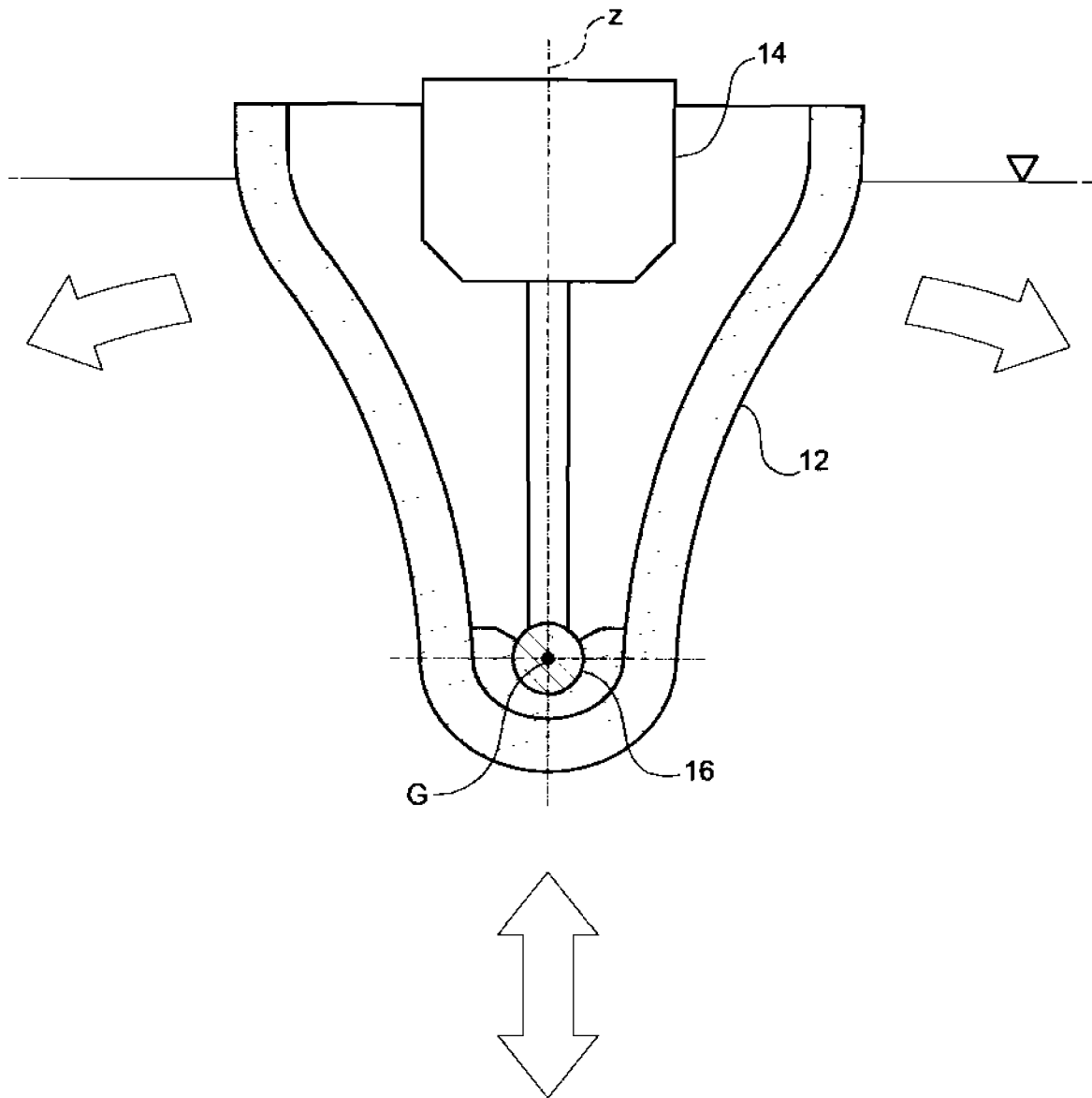


FIG. 3a

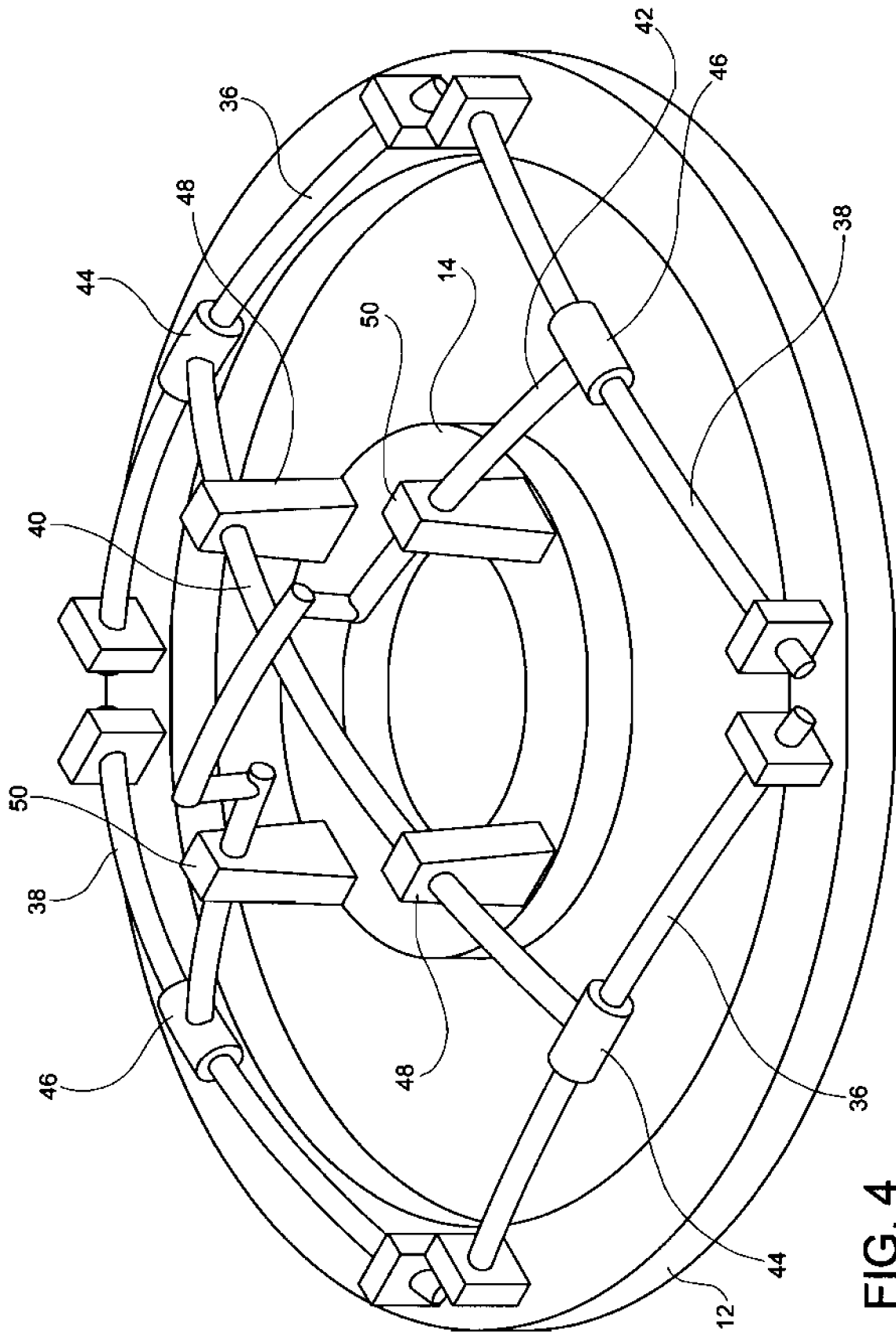


FIG. 4

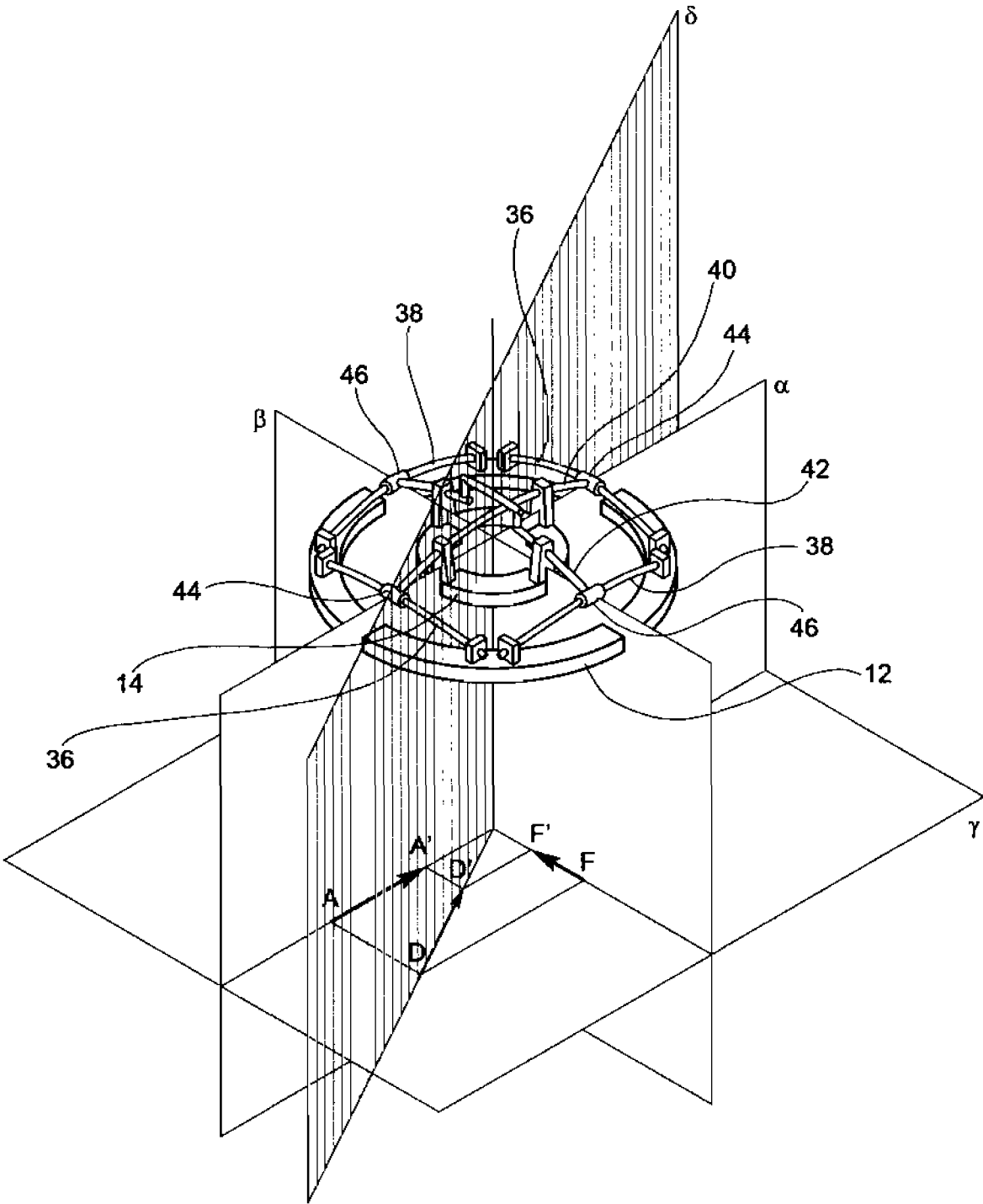
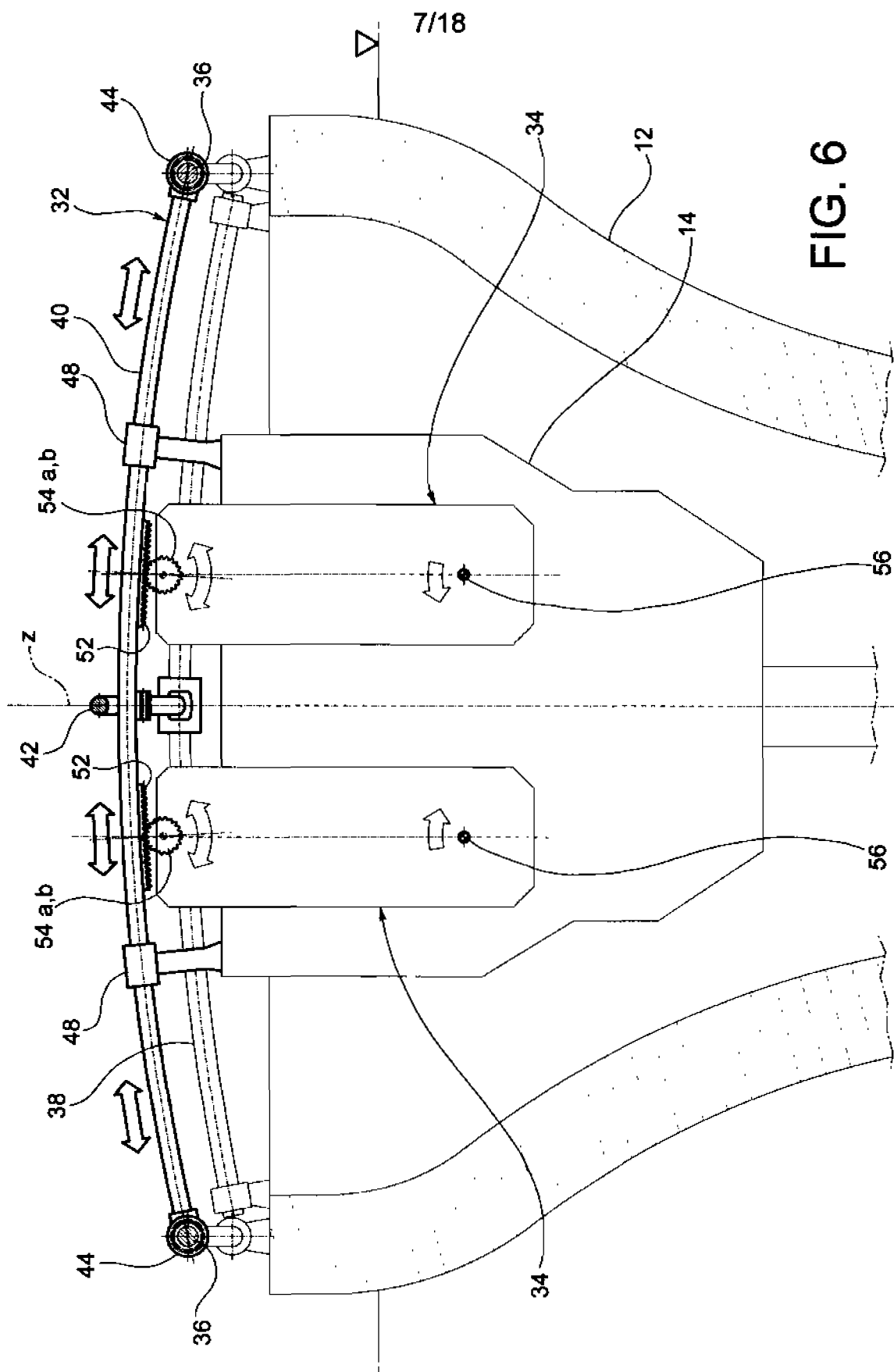


FIG. 5



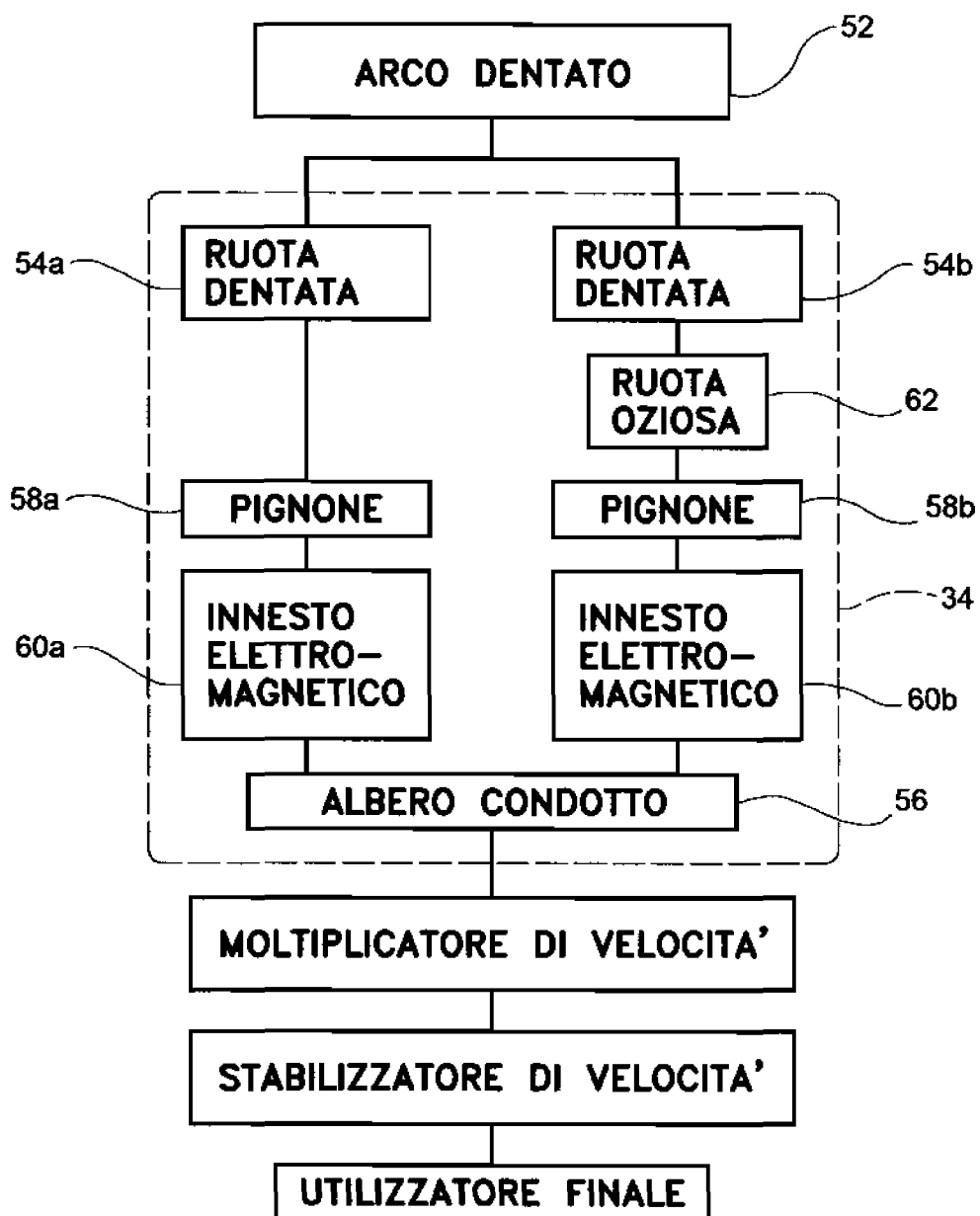


FIG. 7

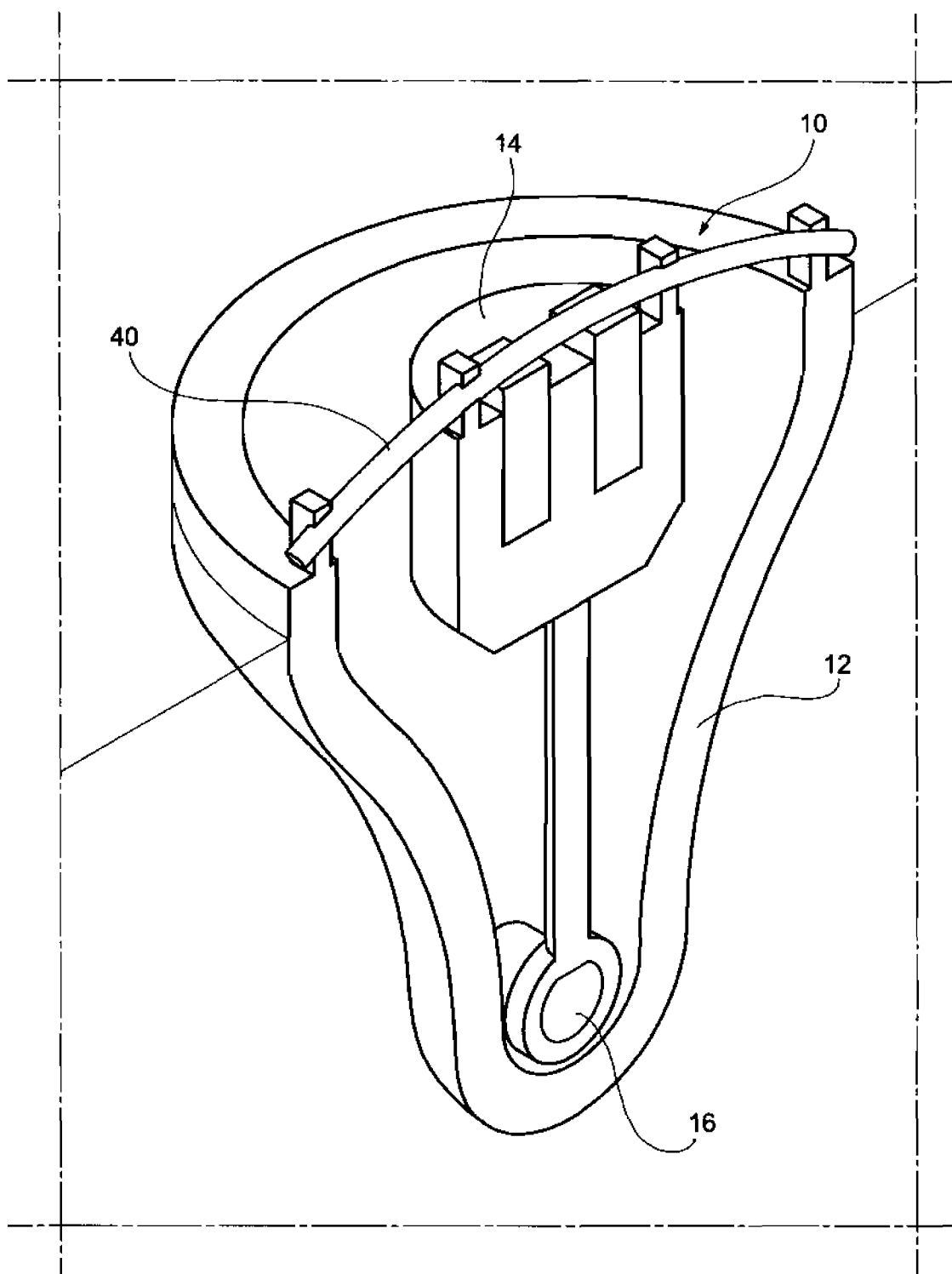


FIG. 8

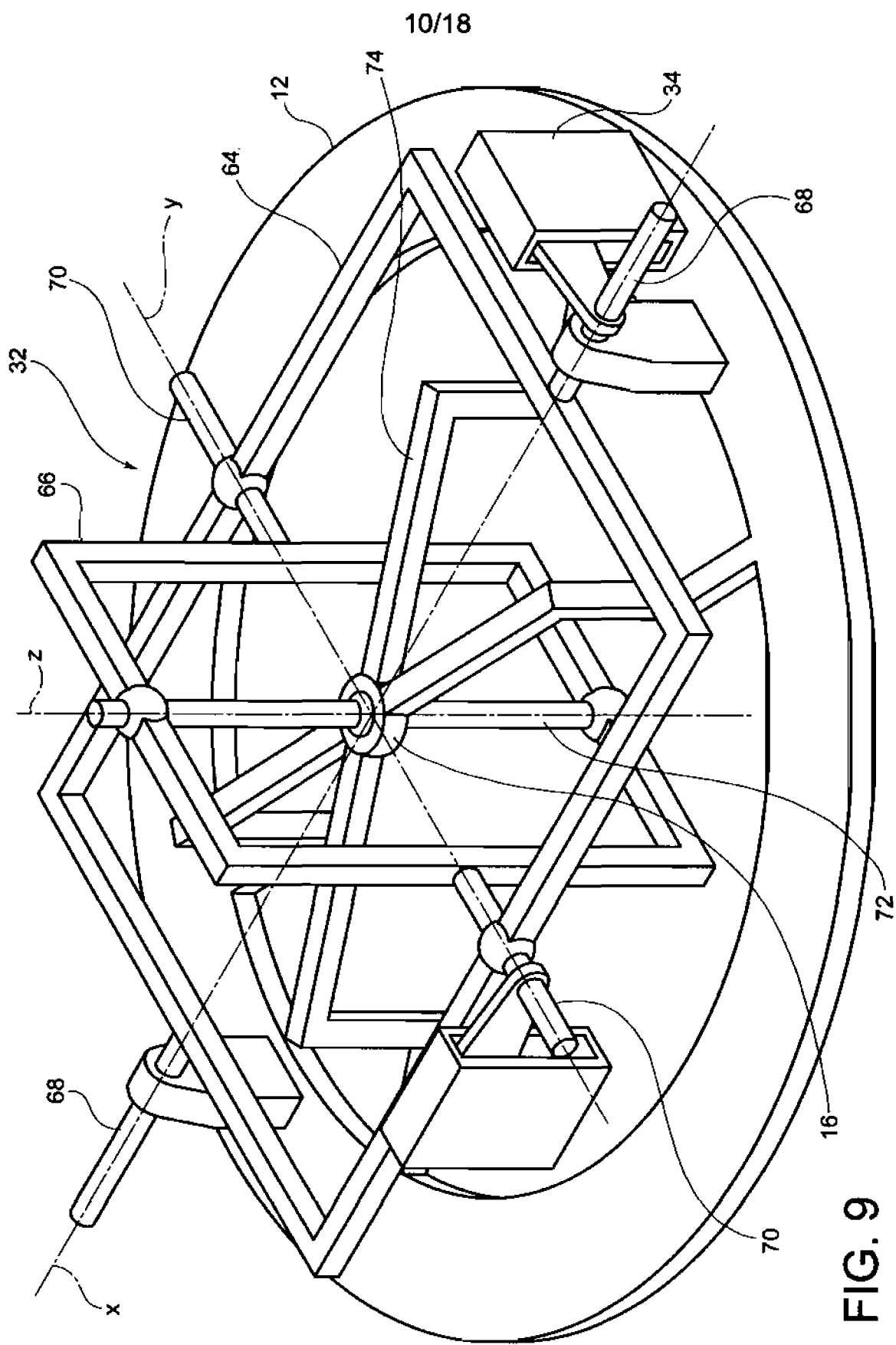


FIG. 9

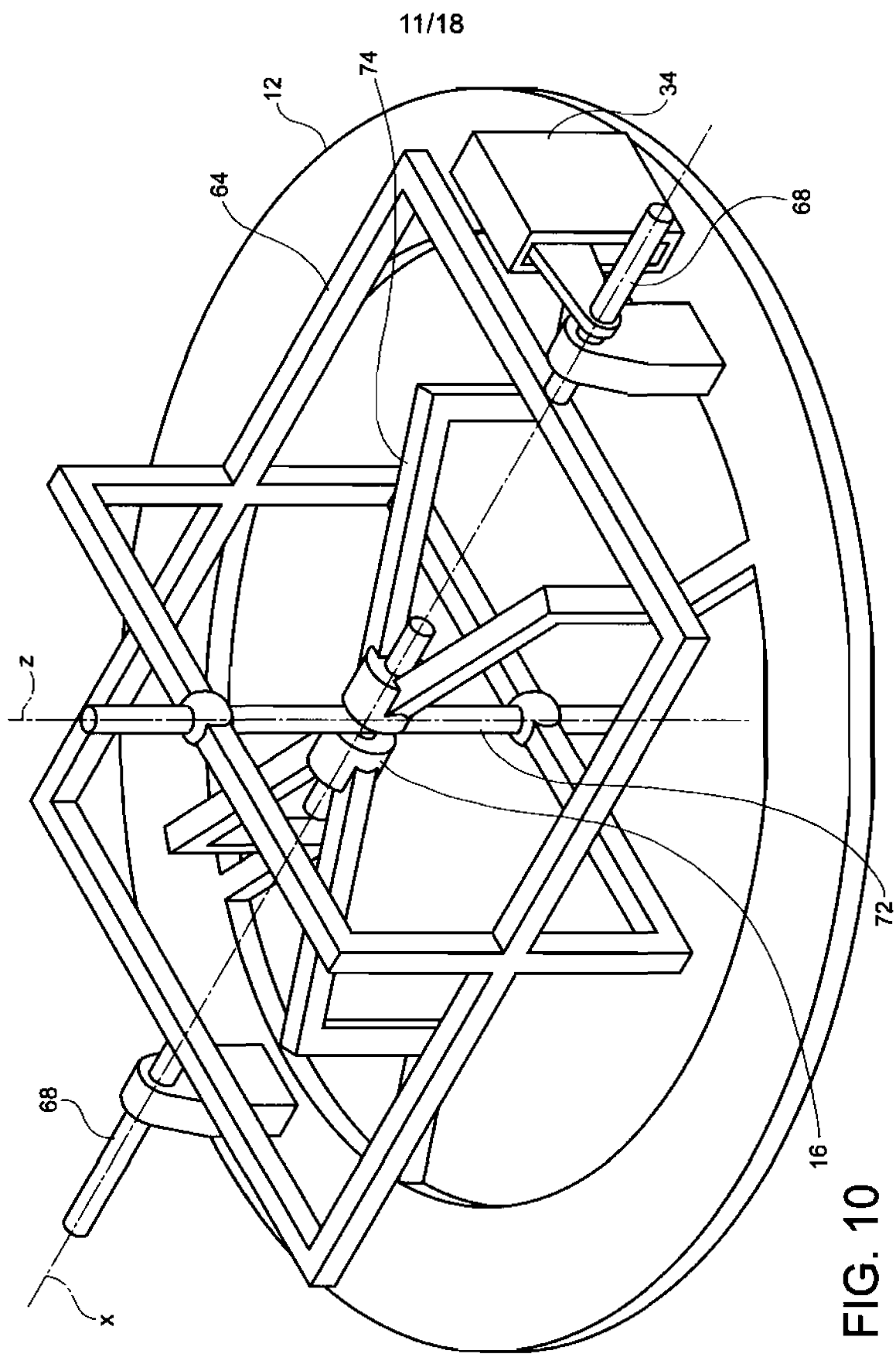


FIG. 10

12/18

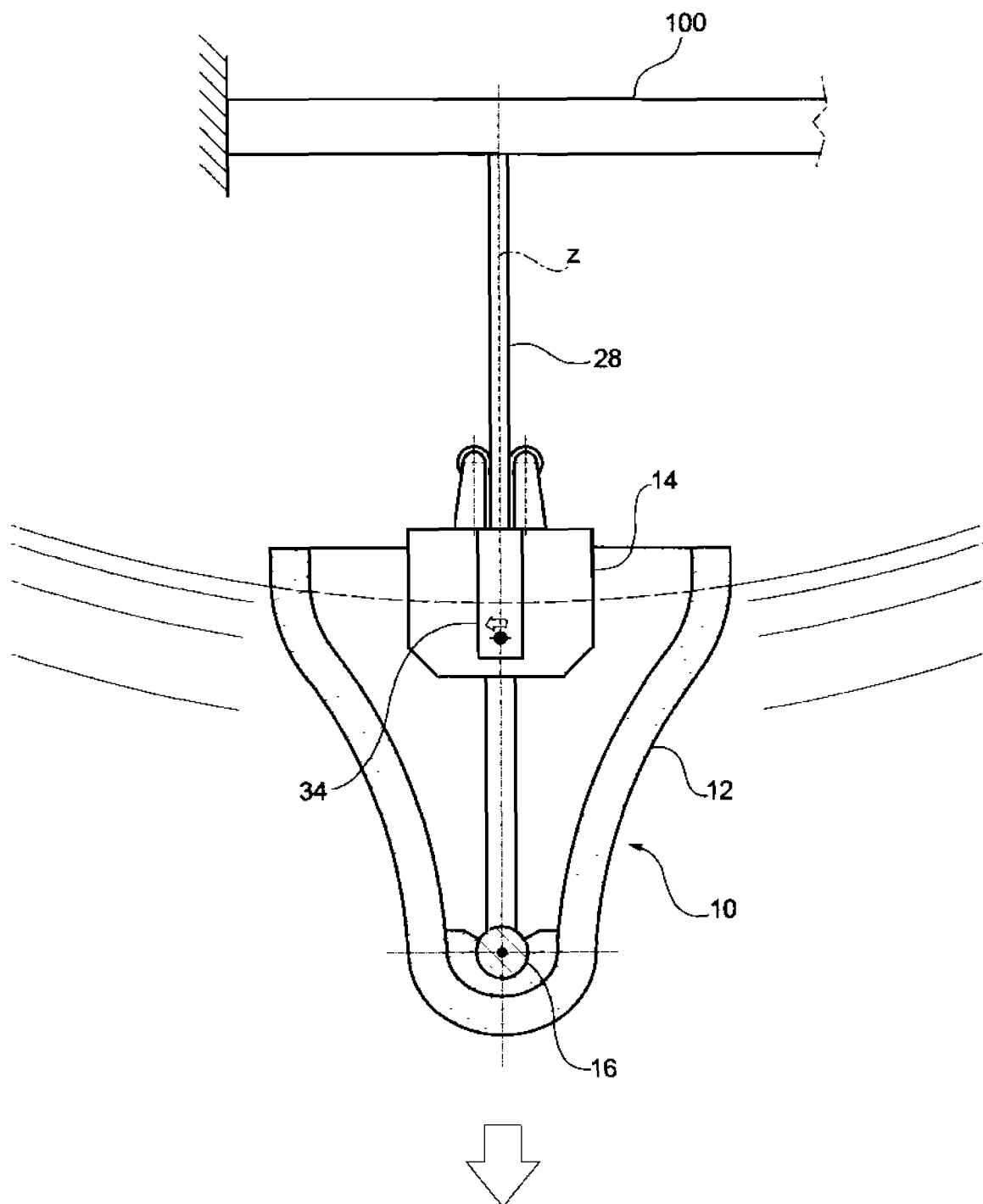


FIG. 11a

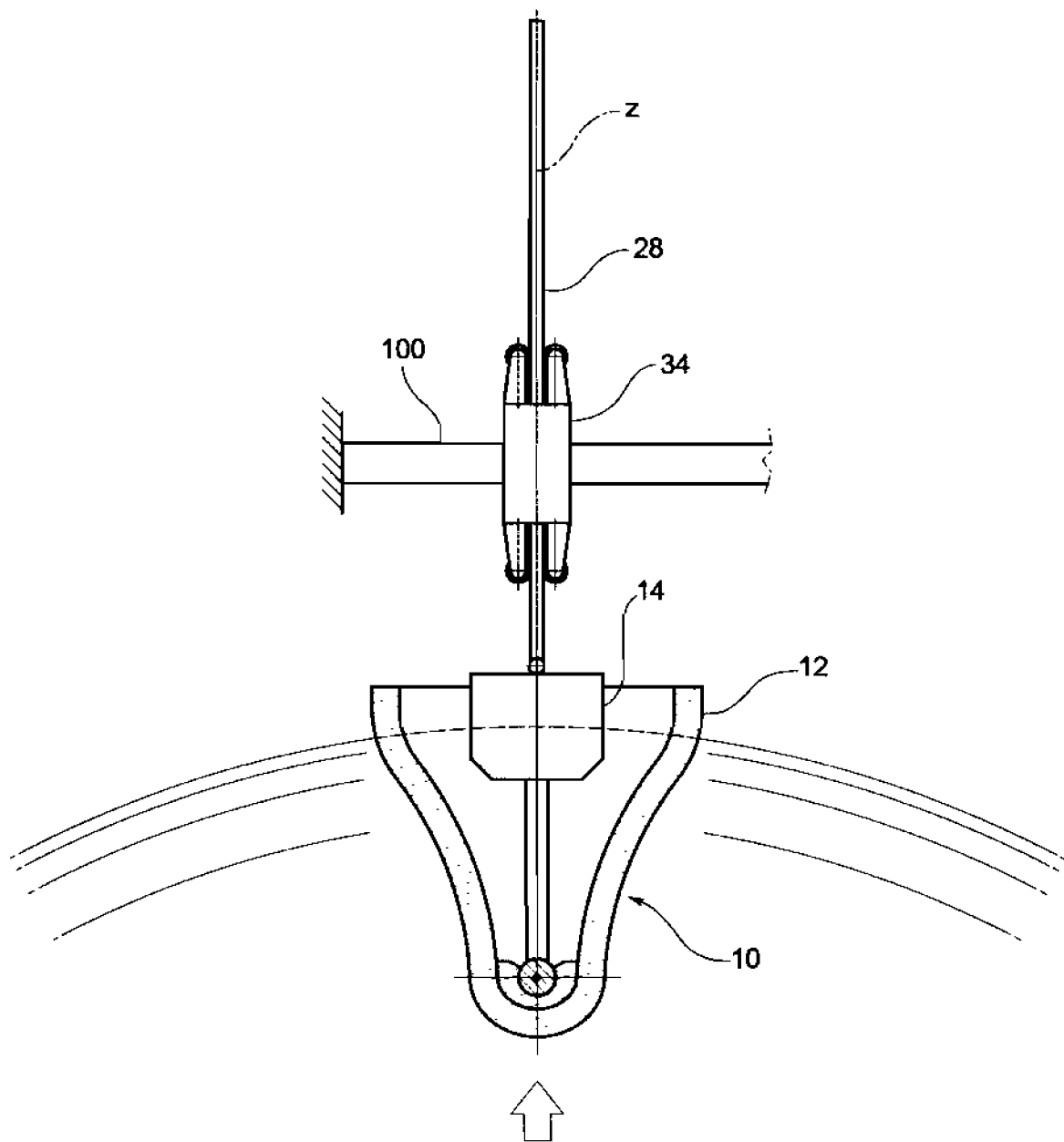


FIG. 11b

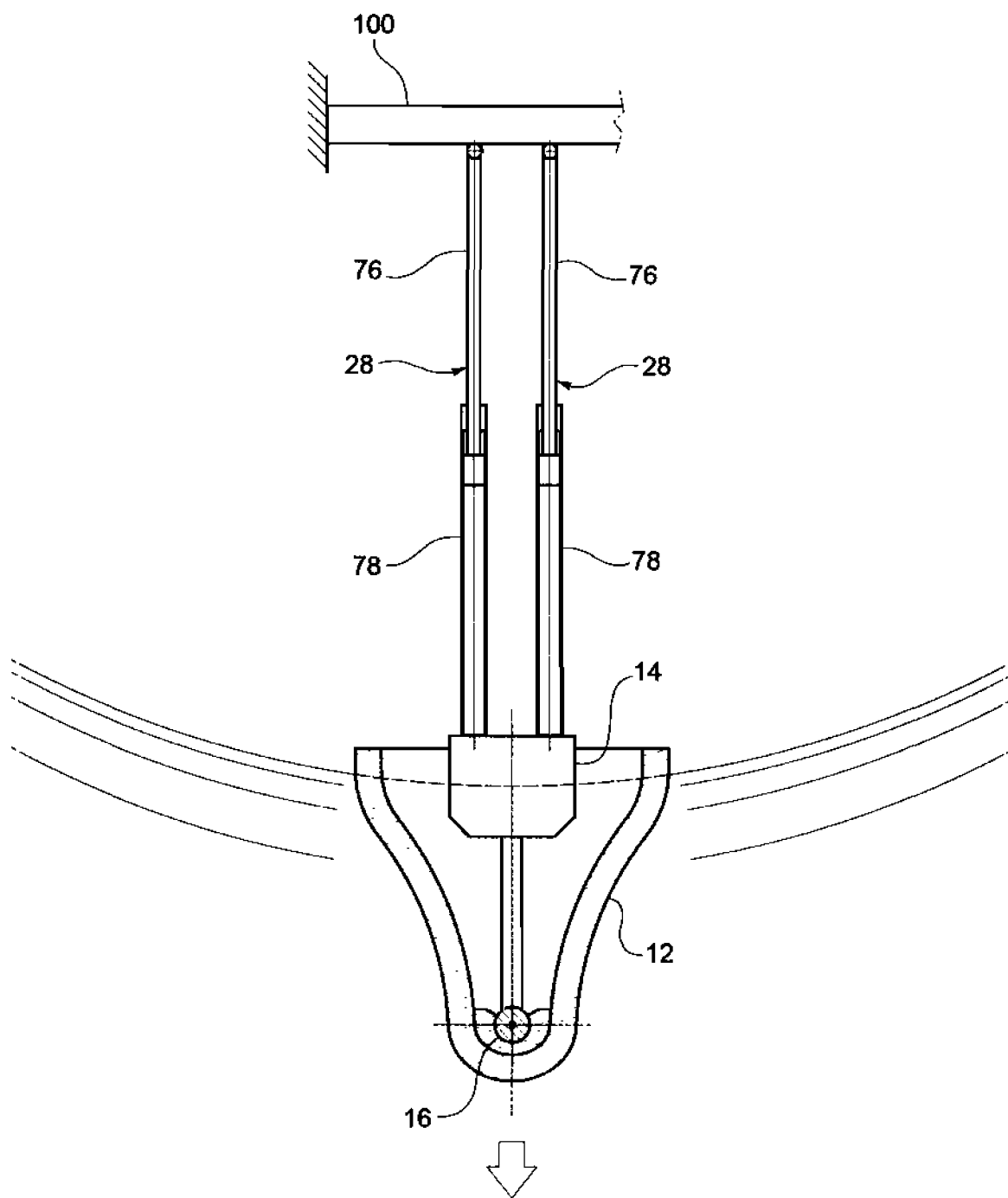


FIG. 12

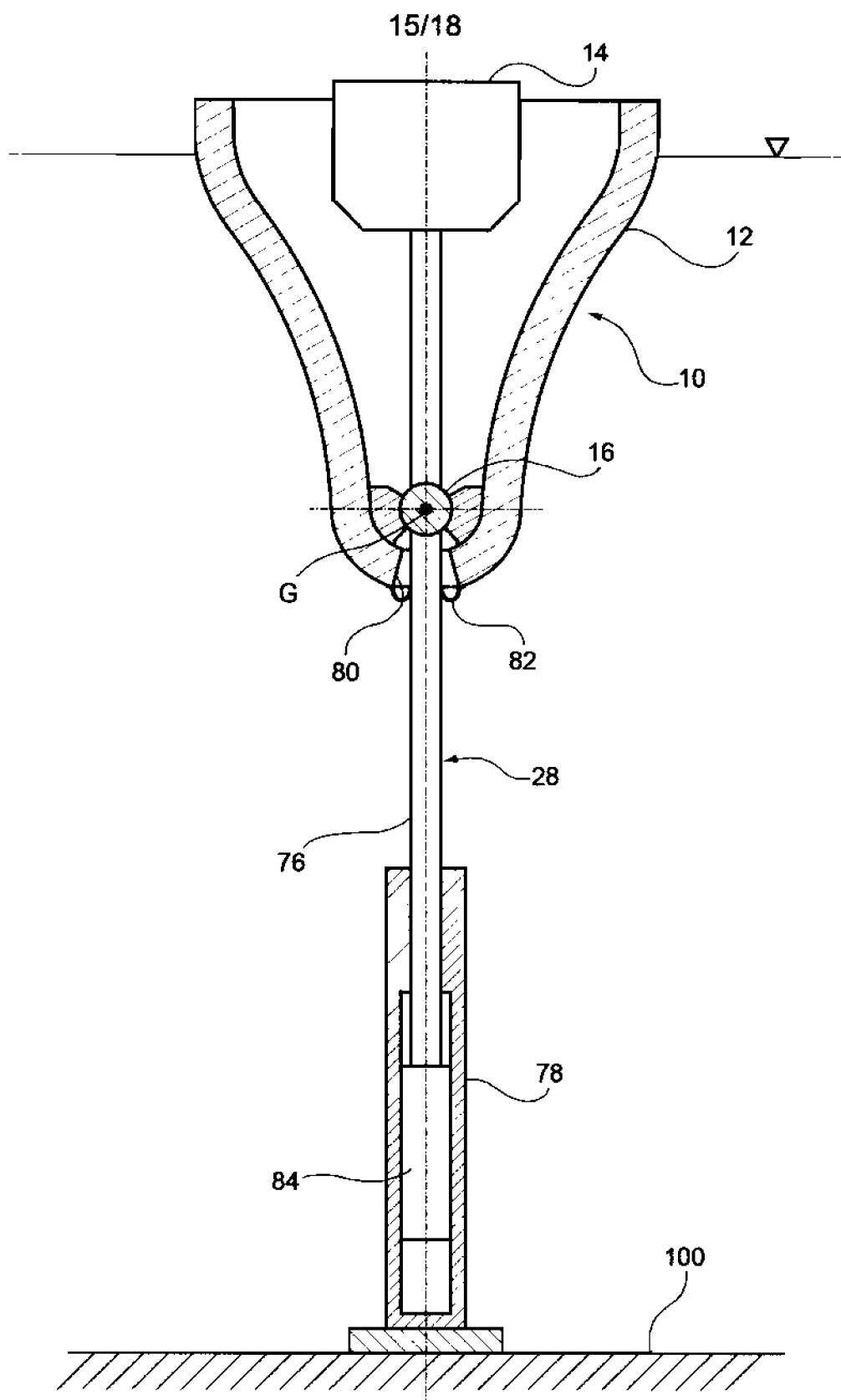


FIG. 13

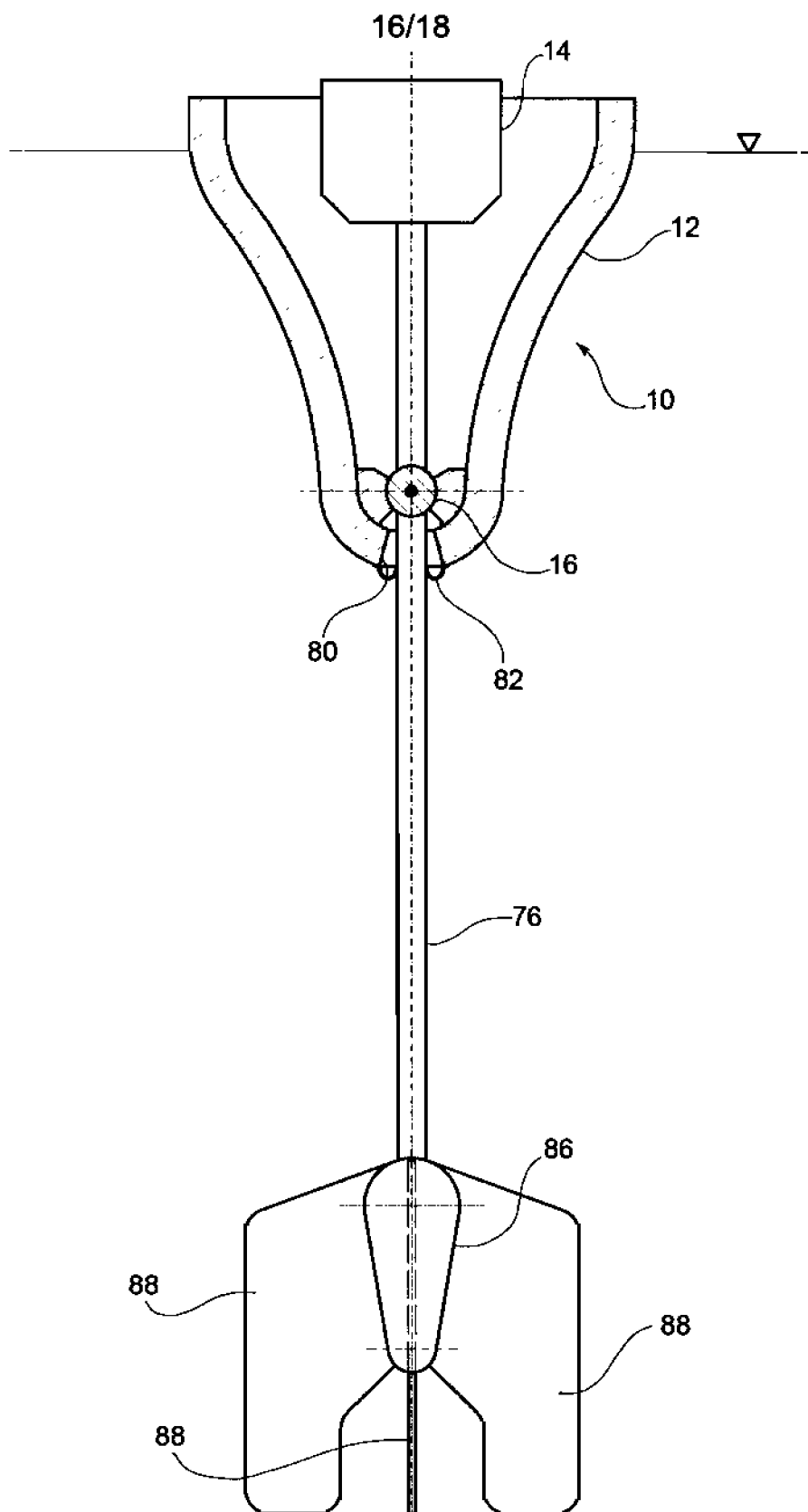


FIG. 14

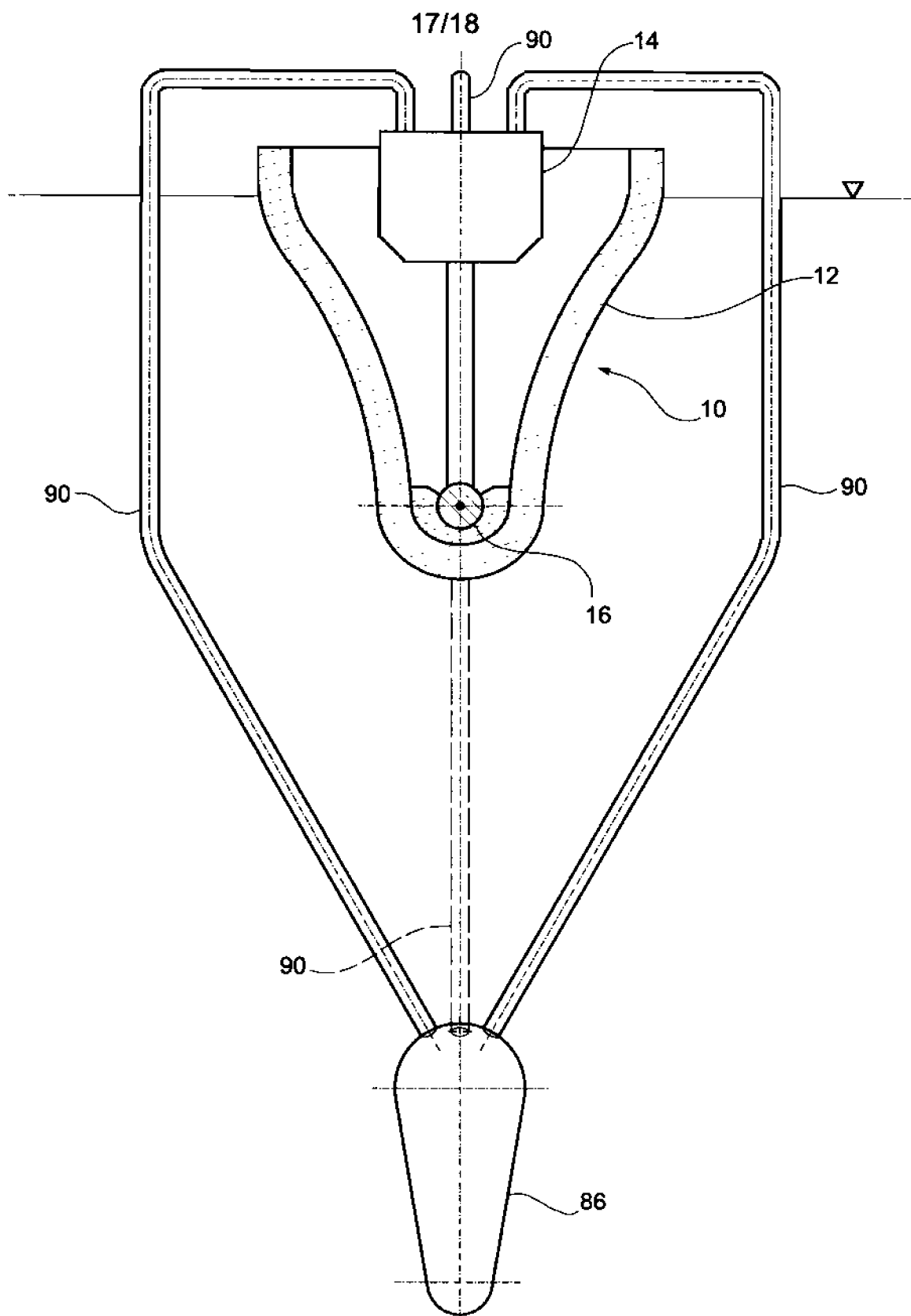


FIG. 15

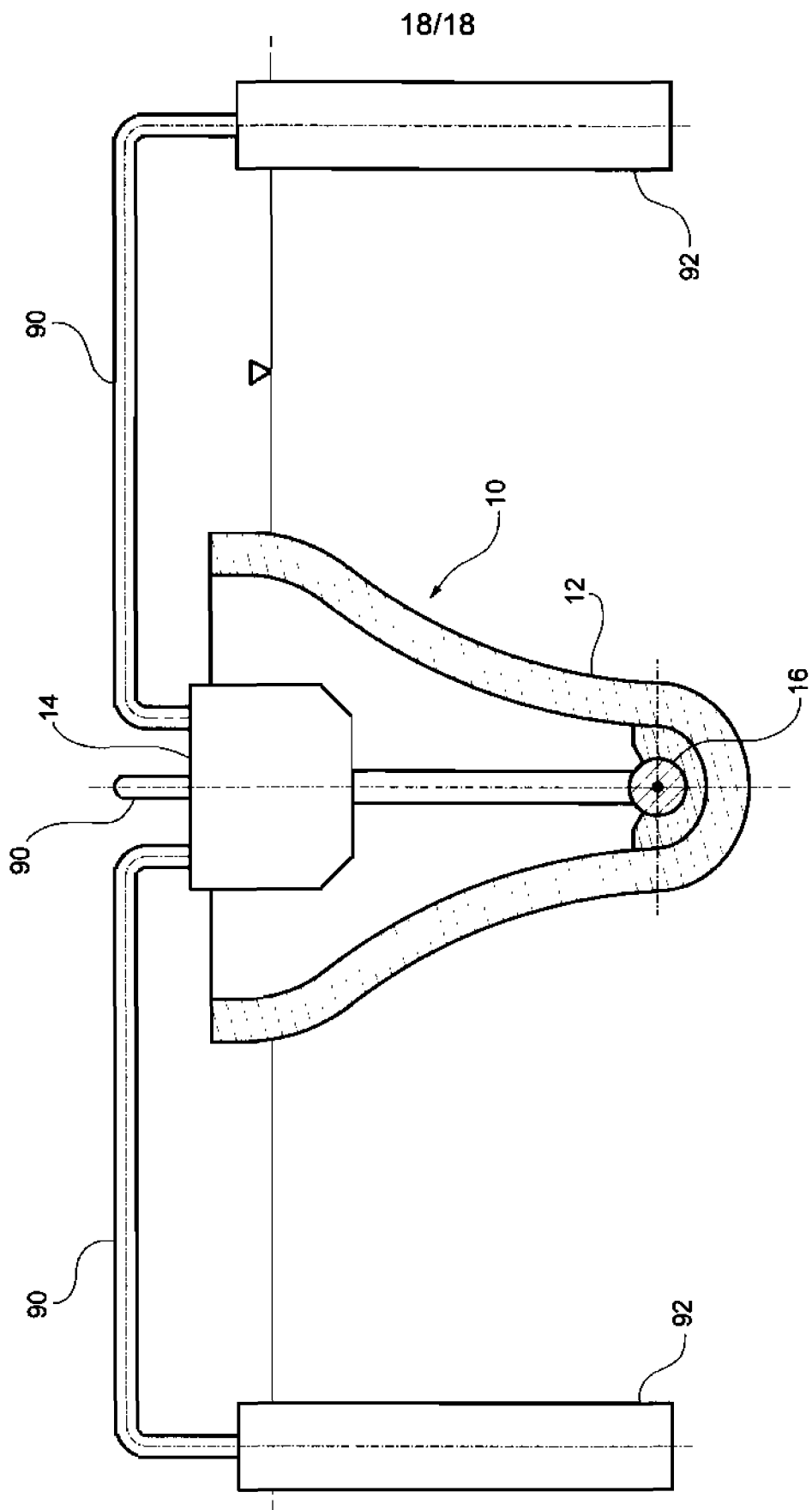


FIG. 16