

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 640 904**

51 Int. Cl.:

F03B 13/20 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **23.01.2015 PCT/FR2015/000023**

87 Fecha y número de publicación internacional: **20.08.2015 WO15121551**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.01.2015 E 15706494 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.06.2017 EP 3060793**

54 Título: **Convertidor de potencia undimotriz que explota el movimiento orbital de un carro pesado**

30 Prioridad:

12.02.2014 FR 1400383

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

07.11.2017

73 Titular/es:

**ELEFANT, FELIX (50.0%)
28 rue Mauconseil
94120 Fontenay-sous-Bois, FR y
ELEFANT, ALEXANDRE (50.0%)**

72 Inventor/es:

**ELEFANT, FELIX y
ELEFANT, ALEXANDRE**

74 Agente/Representante:

VEIGA SERRANO, Mikel

ES 2 640 904 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Convertidor de potencia undimotriz que explota el movimiento orbital de un carro pesado

5 Estado de la técnica

A día de hoy, se han concebido o desarrollado una variedad de sistemas undimotrices, sin llegar a producir unas aplicaciones conformes a los rendimientos esperados.

10 La comparación de las diferentes familias de invenciones existentes permite identificar las características más ventajosas frente a las posibilidades de desarrollo funcional y económico y de analizar sus limitaciones respectivas, con vistas a inventar un dispositivo nuevo que cumpla las condiciones operativas de realización y explotación necesarias para una conversión eficiente de la potencia de las olas en electricidad.

15 De este modo, se puede constatar que el principio de un dispositivo totalmente contenido en una misma entidad flotante evita los problemas de cimentación en el mar, siendo, además, la ausencia de órganos externos una garantía de robustez y adaptación del sistema al medio marino.

20 Por otra parte, ciertas formas de conversión electromecánica directa, sin órgano de transmisión hidráulica, permiten la explotación del movimiento de un sólido, según una realización y un funcionamiento simples.

De entre las patentes que explotan total o parcialmente este modo de conversión, pueden citarse:

25 - el documento US3231749 (publicado el 25/01/1966): una entidad flotante que cabecea en función de las olas y transmite su movimiento a una excéntrica, como oscilación pendular en un plano horizontal,

- los documentos US1584293 (1925) y US4266143 (publicado el 05/05/1981): una o varias excéntricas efectúan una rotación completa, sin retorno, en un plano horizontal, por efecto de la oscilación de las olas.

30 Las limitaciones que encuentran este tipo de sistemas en su funcionamiento se refieren principalmente:

- a la dificultad para sacar el máximo partido de la forma de las olas con el fin de poner en movimiento el dispositivo,

35 - a la difícil sincronización del dispositivo con la frecuencia de las olas, cuando se trata de mantener un régimen de funcionamiento regular para el generador,

- a las pérdidas vinculadas con el rozamiento entre las distintas piezas,

40 traduciéndose el cúmulo de estas limitaciones en un rendimiento reducido del conjunto en una lógica de producción.

Objeto de la invención

45 En este contexto, la presente invención define un conjunto de soluciones originales que ofrecen, en particular, varios grados de flexibilidad para optimizar la sincronización del dispositivo de extracción con la frecuencia de las olas, que recurre a unos órganos técnicos que presentan poco rozamiento, que recurre a unas técnicas de ingeniería y de fabricación corrientes, así como al empleo de materiales de poco valor, incluso de materiales reciclados y con un mantenimiento mínimo y poco nivel técnico.

50 El módulo undimotriz, objeto de la invención, está constituido esencialmente por un recinto flotante, diseñado para contener en su totalidad un dispositivo de conversión electromecánica accionado por la oscilación de las olas.

55 La carcasa o parte sumergida del recinto, está amarrada o se mantiene en posición mediante un dispositivo motorizado. Está provista de un juego de derivas que asegura el mantenimiento de su orientación cara a la parte frontal de las olas y tiene un perfil particular, que favorece el cabeceo del módulo en función del oleaje.

Nota: para facilitar la descripción, la parte de la carcasa que entra en primer lugar en contacto con una ola incidente se designa, en el presente documento, parte delantera del módulo o proa y la parte opuesta se designa parte trasera del módulo.

60 En el recinto, una masa excéntrica se presenta en forma de carrito pesado que puede desplazarse a lo largo de un juego de rieles circulares. Este tipo de disposición permite prescindir de un eje portador central; evitando, así, el rozamiento que provocaría el momento considerable del peso de la excéntrica a nivel del pivote central.

65 El movimiento de cabeceo del recinto provoca la inclinación del plano de los rieles y, por tanto, la puesta en movimiento del carrito por efecto de su peso. Con el fin de librarse de los problemas electromecánicos propios de la

presencia de los puntos de parada o de los puntos de retorno en la trayectoria, tales como los que se observan, en concreto, en un movimiento pendular, la invención se aprovecha de una órbita completa e ininterrumpida del carrito alrededor del eje central (3).

5 La energía cinética adquirida por la masa excéntrica en el transcurso de su movimiento es una función de la energía potencial gravitatoria que le otorga la ola provocando la inclinación del plano de su trayectoria.

Debido a la escasa amplitud de la inclinación de la órbita, los rozamientos constituyen una limitación importante, pudiendo incluso volverse totalmente insalvables más allá de cierta altura de las olas. A este respecto, la invención
10 busca proponer un conjunto de disposiciones que favorezcan la disminución de las pérdidas por rozamiento durante el paso del carrito.

La energía cinética acumulada se convierte mediante un generador eléctrico unido al carrito. El árbol del generador es arrastrado en rotación por una o dos ruedas dentadas que se engranan sobre un juego de cremalleras coaxiales
15 con los rieles. Unos contactos deslizantes conectan el generador a un rectificador eléctrico. De este modo, la conexión del módulo a un punto de distribución a tierra se libera de las pérdidas en línea que resultarían de una transmisión de corriente alterna en un medio marino.

Un balasto móvil, animado, asimismo, por la acción del oleaje, amplifica la inclinación del módulo en el sentido de propagación de las olas y aumenta así la altura de caída del carrito.
20

El ciclo colector de potencia, que resulta de esta inclinación, se descompone esquemáticamente en cuatro fases:

- 25 - durante la fase de inclinación creciente, por efecto de la ola incidente, la trayectoria del carrito está situada hacia la proa, donde el carrito adquiere energía potencial gravitatoria,
- cuando se alcanza la inclinación máxima del módulo, el carrito efectúa una bajada acelerada, durante la cual su energía potencial gravitatoria se convierte en energía cinética; esta fase es breve, ya que la inclinación máxima es muy pasajera,
30
- durante una fase de inclinación decreciente, tras la basculación del módulo sobre la cresta de la ola, la trayectoria del carrito se sitúa cerca de la parte trasera del módulo, donde adquiere de nuevo energía potencial gravitatoria,
- 35 - cuando la inclinación es máxima, estando la parte trasera del módulo levantada por la ola, el carrito acelera y convierte, de nuevo, su energía potencial.

La extracción eficiente de la energía de las olas exige, por tanto, una variación en la velocidad del carrito: su trayecto es bastante largo durante una fase bastante breve y bastante corto durante una fase bastante larga.
40

Para permitir un accionamiento a una velocidad constante del árbol del generador, a pesar de las fluctuaciones de la velocidad del carrito en el transcurso de un mismo ciclo, el dispositivo puede beneficiarse, eventualmente, de un juego de cremalleras de paso variable, que actúan como un adaptador mecánico, que produce una variación continua de la relación de reducción. Tal dispositivo permite de este modo, para el generador, un régimen más cercano a su punto de funcionamiento nominal.
45

Por otra parte, un dispositivo de servocontrol garantiza la sincronización continua del periodo de revolución del carrito con la frecuencia de las olas según su variación en el tiempo.

50 Descripción de las figuras

En la siguiente descripción se exponen las características particulares de la invención, en la que se presenta un ejemplo de realización, aportado a modo ilustrativo y en absoluto limitativo, con referencia a los dibujos que figuran en el anexo:

- 55 - la Figura 1 representa la vista despiezada de un módulo de conversión de potencia - undimotriz.
- La Figura 2 representa una vista axonométrica de la carcasa y de las estructuras que contienen el balasto móvil.
- 60 - La Figura 3 representa una vista axonométrica de la carcasa, vista en planta.
- La Figura 4 representa la vista despiezada parcial del módulo, en la que los sectores angulares del carrito están en una posición de excentricidad máxima.
- 65 - La Figura 5 representa la vista despiezada parcial del módulo, en la que los sectores angulares del carrito están en una posición de excentricidad mínima.

- La Figura 6 ilustra en sección detallada, el principio de conexión entre el carrito y el riel sobre el que este último descansa.
- 5 - La Figura 7 ilustra en perspectiva el principio de cremallera de paso variable
- La Figura 8 representa en sección esquemática las 4 fases principales del ciclo de conversión
- La Figura 9 representa en una vista despiezada parcial una implementación sobre el agua de un módulo.

10 **Descripción detallada de la invención**

Según la invención, un módulo de conversión de potencia undimotriz comprende un recinto estanco constituido por una carcasa (1) cerrada con una tapa (2) y que recibe un conjunto de órganos electromecánicos, de manera que ningún elemento sensible se encuentre directamente confrontado al medio marino.

El recinto, (1) y (2), tal como se ha ilustrado en la figura 1, se presenta como una balsa rectangular de poca altura, con las aristas suavizadas, que flota en la superficie del mar. El perfil hidrodinámico del recinto y, en particular, de la cara inferior de la carcasa (1), está diseñado para favorecer un movimiento de cabeceo en función de las olas.

Se ha definido un sistema de coordenadas tridimensional fijo con respecto al módulo y referenciado por tres ejes (X, Y, Z), en el que la dirección media descrita por X, en el transcurso del cabeceo, coincide con la dirección de propagación de las olas, la dirección media del eje Z coincide con la vertical y el eje Y es perpendicular a los dos anteriores. El movimiento de cabeceo, por acción de las olas, corresponde a un pivotamiento periódico alrededor del eje Y.

Cuando se encuentra con la carcasa (1), una ola incidente levanta la proa (11), mientras que la parte trasera (12) se hunde. La proa se beneficia, por tanto, de un perfil sobreelevado, en forma de espátula, que le permite izarse a la cima de la ola en lugar de golpearla. La cara inferior de la carcasa (1), tal como se ha ilustrado en la figura 3, presenta un abultamiento (13) ventajosamente situado hacia la parte trasera y que provoca una depresión, al paso de la ola, por efecto Venturi. Esta depresión contribuye a aspirar la parte trasera de la carcasa (1) hacia el fondo y a aumentar así la inclinación del módulo sobre la ola.

En la cima de la ola, la carcasa (1) bascula y la proa (11) se hunde en el hueco de la ola siguiente, mientras que la depresión sobre el abombamiento (13) se detiene con la evacuación de la masa de agua por la parte trasera (12), de modo que el empuje del principio de Arquímedes vuelve a llevar este último hacia la superficie. Aparece una forma de resonancia. A un hundimiento acrecentado de la parte trasera (12), responde un empuje tanto más fuerte, por reacción del soporte.

Según la invención, tal geometría de la carcasa (1) tiene una dirección privilegiada con relación al sentido de propagación de las olas (14). Razón por la que, la invención prevé la utilización de un juego de derivas (15) fijadas bajo la carcasa (1) y que aseguran una orientación coherente del módulo con la parte frontal de la ola. Lejos de ser perjudiciales para el movimiento general de cabeceo, las derivas (15) son susceptibles de canalizar el flujo por la cara inferior de la carcasa (1) de manera a reforzar el efecto Venturi. Como complemento, la invención consta de un sistema de amarre (16) o de cualquier otro medio destinado a mantener la posición geográfica del módulo. El o los puntos de anclaje de las amarras sobre la carcasa (1) están situados de manera a acompañar su cabeceo y no para oponerse al mismo. En el caso de utilización de al menos dos amarras, el sistema (16) permite, además, facilitar la orientación correcta de la carcasa (1). Como alternativa y, por ejemplo, en la hipótesis donde el mar no presente demasiada profundidad, también se puede contemplar un sistema de posicionamiento activo que utiliza una ligera monitorización y guiado por satélite.

La tapa del recinto (2) está habilitada como una plataforma de acogida de las operaciones de mantenimiento y consta, a este respecto, de órganos de seguridad tales como una línea de vida, así como un conjunto de paneles desmontables que incluyen escotillas (29).

Las dimensiones de la carcasa (1) son proporcionales al tamaño medio de las olas a las que debe hacer frente, así como al volumen del dispositivo de conversión que lleva incluido. A modo de ejemplo no limitativo, la longitud de la carcasa, para un perfil de oleaje favorable para la explotación de la potencia de las olas, normalmente está comprendida entre 15 y 30 metros.

Según la invención, el dispositivo comprende una masa excéntrica en forma de media luna cuyo movimiento circular alrededor del eje Z está provocado por el cabeceo de la carcasa (1).

Esta masa excéntrica se presenta ventajosamente en forma de un carrito (5) que circula sobre un juego de rieles anulares coaxiales. Al menos un riel sirve de soporte mientras que uno o varios rieles complementarios eventuales aseguran que el carrito (5) se mantiene en su trayectoria horizontal. A modo indicativo y en absoluto limitativo, este

juego de rieles se describe aquí con la forma particular de dos rieles (6) superpuestos y con el mismo diámetro.

El contacto entre el carrito (5) y los rieles (6) está asegurado por un conjunto de ruedecillas (7) soportadas por unos rodamientos (17). Estos rodamientos pueden a su vez estar montados ventajosamente sobre unas suspensiones económicas (18) de gran rigidez y poca amplitud, normalmente, arandelas o un resorte de lámina, para atenuar el efecto de eventuales irregularidades de los rieles (6) o de su dilatación diferencial por la acción conjunta del sol y del mar.

Por otra parte, la invención pretende garantizar la rodadura sin deslizamiento de las ruedecillas (7) del carrito (5) sobre la superficie de los rieles (6). Para tal efecto, las ruedecillas (7) en contacto con la banda de rodadura de los rieles (19) se presentan como troncocónicas cuya cima coincide con el centro (20) de su banda de rodadura respectiva (19). De este modo, los ejes del conjunto de las ruedecillas (7) son ligeramente oblicuos y concurrentes en un punto situado en el centro (20) de la banda de rodadura (19).

Para limitar los rozamientos generados por los esfuerzos radiales, el carrito (5) está provisto de trenes complementarios de ruedecillas cilíndricas (22) de eje paralelo a Z. Estas ruedecillas sirven de apoyo radial sobre las caras laterales (23) de los rieles (6). Para tal efecto, estos trenes complementarios (22) ventajosamente, están a su vez montados sobre unos rodamientos (24) y unas suspensiones (25) y las caras laterales (23) de cada uno de los rieles (6) están tratadas para formar una banda de rodadura.

La invención prevé que el radio de los rieles (6) sea tal que los esfuerzos ejercidos por el carrito (5) sobre las bandas de rodadura laterales (23) sean tan débiles como sea posible. En otras palabras, el carrito (5) está naturalmente en equilibrio sobre el o los rieles de soporte y no en voladizo. Para ello, el centro de gravedad (26) del carrito (5) se encuentra en la vertical de una media luna que delimita la cuerda y el arco descritos por los puntos de contacto con el o los rieles de soporte.

La calidad esencial del material que compone la masa del carrito (5) es su densidad. Esta exigencia concuerda con la utilización de materiales económicos de reciclaje. A modo indicativo pero nada limitativo, una masa compuesta, constituida por un material muy económico, típicamente una mezcla de gravas y objetos reciclados vertidos en hormigón y un material más denso y eventualmente más caro, tal como una fundición de acero reciclado que ocupa una media luna periférica centrada sobre el eje medio del carrito (5) representa una solución económica interesante.

El carrito (5), tal y como se ha descrito anteriormente, ventajosamente, puede dividirse en varios sectores angulares (36) concebidos según un principio análogo y que se vuelven independientes con el fin de poder bien reagruparlos, como se muestra en la figura 4, bien alejarlos los unos de los otros a lo largo de unos rieles (6), como se muestra en la figura 5, induciendo este alejamiento una reducción de la excentricidad de la masa móvil. Una distribución equilibrada de los sectores (36) en el perímetro de los rieles (6) tiene el efecto de acercar el centro de gravedad (26) del carrito (5) al eje central (3), facilitando de este modo la inmovilización del dispositivo y su bloqueo en parada por medio de un freno. El desplazamiento de los sectores (36) los unos con respecto a los otros está asegurado por un sistema motorizado, típicamente constituido por cables accionados por unos cabestrantes o por unos árboles accionados por unos tornillos sin fin o cualquier otro dispositivo controlado para adaptar la excentricidad del carrito (5) a la naturaleza de las olas, siendo una excentricidad débil adecuada para iniciar la puesta en rotación o en caso de que el mar esté en calma.

Según la invención, el dispositivo de conversión comprende un generador eléctrico (8) fijado al carrito (5), de modo que participe en su masa. El generador (8), cuyo eje permanece paralelo o secante al eje central (3) a lo largo de toda su órbita, está provisto de un árbol equipado con un piñón (27) que se engrana en una cremallera (9) que describe un círculo coaxial con los rieles (6). El desplazamiento orbital del carrito (5) conlleva, por tanto, la rotación rápida del árbol del generador (6).

El diámetro del piñón (27) se selecciona de manera que se obtenga una relación de reducción conforme con un dimensionamiento económico del generador (8) y, en particular, con un número reducido de polos.

Ventajosamente, un segundo sistema de piñón-cremallera se puede implementar simétricamente al primero, en el extremo opuesto del árbol del generador (8), para distribuir mejor los esfuerzos.

Con el fin de contrarrestar las eventuales irregularidades de las diferentes piezas, la invención vincula el generador (8) al carrito (5) a través de un sistema de suspensión que mantiene los piñones (27) en contacto con las cremalleras (9). Como complemento, el estátor del generador (8) puede constar ventajosamente de una o dos ruedas locas que se apoyan sobre una o dos de las bandas de rodadura laterales (23) de los rieles (6) y que sirven de guía de profundidad, con el fin de evitar una presión radial de los piñones (27) sobre las cremalleras (9) por acción de la suspensión del generador (8). Esta última medida es beneficiosa porque reduce las pérdidas por rozamiento y minimiza el desgaste mecánico de los conjuntos de piñón-cremallera.

Según la invención, la conexión eléctrica del generador (8) con la parte estática del módulo se efectúa por medio de contactos deslizantes circulares (28), típicamente un juego de anillos o un sistema de catenarias.

5 La extracción cuantitativa de energía undimotriz requiere la sincronización del movimiento del carrito (5) con el de las olas. La invención prevé un sistema de servocontrol del generador (8) que garantiza, en particular, un perfil de velocidad del carrito (5) que consta, en el transcurso de su órbita, de una ralentización al acercarse a cada extremo, (11) o (12), a la carcasa (1), así como la sincronización del ciclo de conversión con la oscilación de las olas. Debido al régimen variable que esta oscilación le impone, el generador (8) no puede conectarse directamente a la red de distribución.

10 Según la invención, una solución ventajosa, pero no exclusiva, consiste en incluir un rectificador electrónico en el dispositivo. De esta manera, la transmisión de la potencia hacia cualquier puesto de consumo o de distribución, puede efectuarse con la ayuda de cables submarinos alimentados con corriente continua.

15 En caso necesario, un ondulator al final de línea, dispuesto, por ejemplo, sobre la orilla, permite producir una tensión alterna regulada y, por tanto, compatible con una conexión a la red.

Según la invención, el sistema de servocontrol implementa como mínimo:

- un sensor de posición del carrito (5);
- 20 - un sensor que mide la inclinación instantánea del módulo;
- un sensor que revela la frecuencia de las olas incidentes;
- un circuito electrónico de mando del generador (8).

25 Esta configuración mínima puede completarse ventajosamente con unos sensores que midan las variables eléctricas del generador (8) en tiempo real, con el fin de producir una ley de control mejor adaptada.

30 Para adecuarse a la lógica de servocontrol descrita anteriormente, la invención puede beneficiarse de un generador síncrono de excitación separada (8), que permite un control fino de su par y por este medio, del perfil de velocidad del carrito (5). En este caso concreto, una alimentación continua, de potencia limitada y bajo el control del sistema de servocontrol, se emplea para magnetizar el inductor del rotor.

35 La invención comprende, asimismo, un dispositivo mecánico opcional que permite mantener una velocidad constante de rotación del generador (8), a pesar de las fluctuaciones de la velocidad de desplazamiento del carrito (5) que lo arrastra: se obtiene una relación de reducción variable sobre el recorrido de la órbita sustituyendo las cremalleras (9) por un dispositivo particular de cremalleras de paso variable, ilustrado en la figura 7.

40 Según la invención, esta disposición específica recurre al uso de piñones troncocónicos alargados (27) solidarios con el árbol del generador (8). Estos piñones (27) equivalen a un conjunto continuo de piñones coaxiales de diferentes diámetros. Dependiendo de si la pista dentada (31) de las cremalleras (9) se engrana con una parte de los piñones (27) en lugar de con otra, la relación de multiplicación varía. En concreto, las cremalleras (9) se presentan como un tronco de cono complementario a los piñones (27), pero donde, en un punto dado de su carrera, los dientes (31) solo ocupan una pequeña parte de la generatriz del cono. La separación entre estos dientes (31) es coherente con el paso (10) de la parte del piñón (27) con la que se engranan.

45 De esta manera, el paso (10) que separa los dientes (31) y, por tanto, la relación de reducción de los pares de piñón-cremallera, es variable continuamente y permite ofrecer una adaptación mecánica correlacionada con el perfil de velocidad de referencia del carrito (5).

50 A pesar de una complejidad mayor con respecto a las cremalleras de paso fijo, la atenuación de las fluctuaciones mecánicas percibidas por el generador (8) presenta la ventaja de un funcionamiento más cercano a las condiciones nominales de utilización y, por lo tanto, un dimensionamiento más económico.

55 En una lógica de producción intensiva, la invención hace que sea posible poner en red varios módulos en forma de parque. El reagrupamiento de módulos geográficamente cercanos ventajosamente permite poner en común unos sistemas periféricos así como las operaciones de mantenimiento.

60 Los módulos de un mismo parque pueden disponerse de manera que constituyan una malla en la superficie del agua gracias a cuerdas de seguridad, cadenas o bielaz. De este modo, se pueden compartir los medios de mantenimiento de la posición del parque, ya se trate de puntos de amarre (16) o de cualquier otro medio.

65 Además, los medios de transmisión y de conformación de la potencia eléctrica aguas abajo del rectificador de cada módulo pueden ponerse en común con el fin de beneficiarse de una economía de escala. Es más, la utilización de un juego de cremalleras de paso variable, tal como las descritas anteriormente (Fig. 7), permite compartir un mismo rectificador, en la medida en la que la frecuencia de las olas es común a todos los módulos conectados, lo que

permite la nivelación de la potencia de salida colectiva. En efecto, en ese caso, la sincronización de las fases del ciclo (Figs. 8-a a 8-d) entre los distintos generadores (8) del parque no es necesaria y los diferentes módulos pueden disponerse en distintos frentes sin riesgo de incoherencia eléctrica.

5 Por otra parte, la interconexión de los módulos aguas arriba del rectificador, permite una acción motriz episódica del generador (8), lo que amplía considerablemente las estrategias de servocontrol, en concreto durante unas secuencias de puesta en movimiento de los carritos (5) por olas de poca amplitud.

10 Por otra parte, en un régimen establecido, la regularidad de los ciclos de conversión tiende a mejorarse por efecto colectivo.

Según la invención, un dispositivo económico de balasto oscilante (4) permite mejorar sustancialmente la extracción de potencia.

15 En virtud de su importante masa y de su movimiento servocontrolado para oponerse a la ola, el carrito (5) atenúa sustancialmente el cabeceo del módulo, lo que reduce significativamente su eficacia. Un contrapeso oscilante que se desplaza en traslación según la dirección X, por acción de su propio peso, permite compensar el efecto del carrito (5) sobre el cabeceo e incluso amplificar este último.

20 Según un modo de realización preferente, pero en absoluto limitativo, ilustrado en la figura 1, la invención hace uso de todos o parte de los huecos de construcción del módulo, habilitándolos como un conjunto de conductos rectilíneos paralelos (32), de eje X, uniendo la proa (11) y la parte trasera de la carcasa (12). Estos conductos (32) están parcialmente rellenos de agua, de manera que constituyan un balasto móvil (4) cuyo flujo oscila naturalmente en función de las olas. Este dispositivo permite, por una parte, amplificar el cabeceo y por otra parte, alargar la
25 duración de las fases de inclinación máxima, figura 8-b y figura 8-d. El rápido flujo del balasto (4) durante las fases de inclinación creciente o decreciente, figura 8-a y figura 8-c, provoca, en efecto, su estancamiento temporal en el extremo más bajo del módulo. De este modo, el balasto oscilante (4) contribuye a estabilizar las posiciones de inclinación máxima y le deja más tiempo al carrito (5) para efectuar su caída en las condiciones de inclinación óptimas.

30 La forma globalmente longitudinal de los conductos (32) favorece el movimiento de cabeceo sin contribuir al balanceo.

35 Según un modo de realización juicioso de la presente invención, los conductos (32) que contienen el balasto (4) se combinan con las nervaduras que estructuran la carcasa (1).

El interés de tal disposición reside en las posibilidades de ajuste económico que propone. En efecto, la proporción de aire en los conductos (32), determina el comportamiento dinámico del balasto (4) que contienen.

40 La invención prevé, a este respecto, que los conductos (32) puedan distribuirse ventajosamente en diversos compartimentos distintos. En el caso particular ilustrado en la figura 1, un primer compartimento (33) ocupa la parte mediana de la carcasa (1), mientras que un segundo compartimento (34) ocupa dos pasillos simétricos a un lado y otro de la misma.

45 La homogeneidad de la tasa de llenado de los conductos (32) en el interior de un mismo compartimento se obtiene gracias a unas aberturas (37) practicadas entre conductos (32) adyacentes, así como un juego de canalizaciones (35), representadas en la figura 2, que unen las dos partes del segundo compartimento (34).

50 Según la invención, un sistema de bombeo bidireccional servocontrolado asegura el traspaso del balasto (4) entre los compartimentos, (33) y (34), y permite ajustar, así, la propensión al cabeceo del conjunto para asegurar unas condiciones de extracción óptimas en función de las características de las olas incidentes. Un compartimento parcialmente lleno ve como su centro de gravedad se desplaza según el eje X del módulo. A la inversa, un compartimento totalmente lleno o vacío es inerte y, por tanto, no participa en el cabeceo.

55 El dispositivo de bombeo del balasto (4) ofrece así una opción de aseguramiento del módulo en caso de tempestad o durante una operación de mantenimiento, mediante el traspaso integral del balasto (4) a uno de los compartimentos, (33) o (34).

60 Según la invención, una disposición facultativa-compatible con el conjunto de disposiciones anteriores y que recurre, en el interior de un mismo módulo, a dos sistemas de carritos (5) similares, pero que giran en sentidos opuestos sobre dos juegos de rieles (6) distintos, permite atenuar significativamente el balanceo de la carcasa (1). En tal disposición, en efecto, los dos carritos (5) están servocontrolados de manera que describan un movimiento simétrico con respecto al eje de las X, de modo que el centro de gravedad del conjunto de sus dos masas no oscile salvo siguiendo esta misma dirección X.

65 A modo indicativo, pero en absoluto limitativo, los dos juegos de rieles típicamente están superpuestos y son

coaxiales o coplanares y simétricos con respecto al eje longitudinal, X, del módulo.

REIVINDICACIONES

1. Un módulo de conversión de energía de las olas que explota el movimiento orbital de una masa excéntrica, totalmente contenido en un recinto flotante y que está **caracterizado por que** consta de:

- 5
- una carcasa (1) en forma de balsa rectangular,
 - una tapa (2) habilitada como plataforma de acogida para unas operaciones de mantenimiento,
 - un carrito pesado (5) que describe una órbita guiada por un juego de rieles circulares (6),
 - un generador eléctrico (8) montado sobre el carrito (5) y accionado por uno o varios piñones (27) a lo largo de
- 10 un juego de cremalleras (9) coaxiales a los rieles (6).

2. Un módulo de conversión de la energía de las olas según la reivindicación 1, **caracterizado por que** la cara inferior de la carcasa (1) se dispone con el fin de favorecer un movimiento de cabeceo, y consta, a este respecto, de:

- 15
- una proa sobreelevada (11),
 - una curvatura (13) situada próxima a la parte trasera (12),
 - un juego de derivas paralelas (15),
 - unos puntos de anclaje sobre el eje de cabeceo.

20 3. Un módulo de conversión de la energía de las olas según la reivindicación 2, **caracterizado por que** el carrito (5) se mantiene sin deslizamiento en su trayectoria gracias a:

- 25
- unas ruedecillas de soporte troncocónicas (7) soportadas por rodamientos (17), ellos mismos en suspensión (18), y
 - unas ruedecillas de apoyo radial cilíndricas (22) soportadas por unos rodamientos (24), ellos mismos en suspensión (25).

30 4. Un módulo de conversión de la energía de las olas según la reivindicación 3, **caracterizado por que** el generador eléctrico (8) está conectado a un rectificador por medio de contactos deslizantes (28), en forma de anillos o de catenarias.

35 5. Un módulo de conversión de la energía de las olas según la reivindicación 4, **caracterizado por que** el generador eléctrico (8) está montado en suspensión y provisto de un tren de ruedas locas (30) que sirven de tope con el fin de limitar la presión radial del árbol del generador (8) sobre el juego de cremalleras (9).

6. Un módulo de conversión de la energía de las olas según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** el movimiento del carrito (5) a lo largo de su trayectoria está servocontrolado por un sistema que comprende al menos:

- 40
- un sensor que mide la inclinación del módulo;
 - un sensor que mide la posición del carrito (5) al menos una vez por ciclo;
 - un sensor que mide la frecuencia de las olas incidentes;
 - un circuito electrónico de mando del generador (8);
 - un dispositivo de frenado que permite asegurar la inmovilización total del carrito (5).
- 45

7. Un módulo de conversión de la energía de las olas según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** la excentricidad del centro de gravedad (26) del carrito (5) puede ajustarse continuamente gracias a la distribución de la masa del carrito (5) en distintos sectores angulares (36), cuya posición relativa está servocontrolada.

50 8. Un módulo de conversión de la energía de las olas según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** al menos una cremallera (9) presenta un paso continuamente variable gracias a una forma de piñón (27) troncocónico que se engrana sobre una parte de su altura con los dientes (31) de esta cremallera (9); el espaciamiento entre los dientes (31) varía, a lo largo de la órbita del generador (8): cuanto mayor es el diámetro aparente del piñón (27), más separados están los dientes (31).

55

9. Un módulo de conversión de la energía de las olas según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** consta de un dispositivo de acentuación del cabeceo, en el que un balasto oscilante (4) en forma de masa fluida se mueve por su peso en un conjunto de conductos longitudinales (32) diseñados a tal efecto.

60 10. Un módulo de conversión de la energía de las olas según la reivindicación 9, **caracterizado por que** tiene un sistema de ajuste dinámico del balasto oscilante (4), tal que:

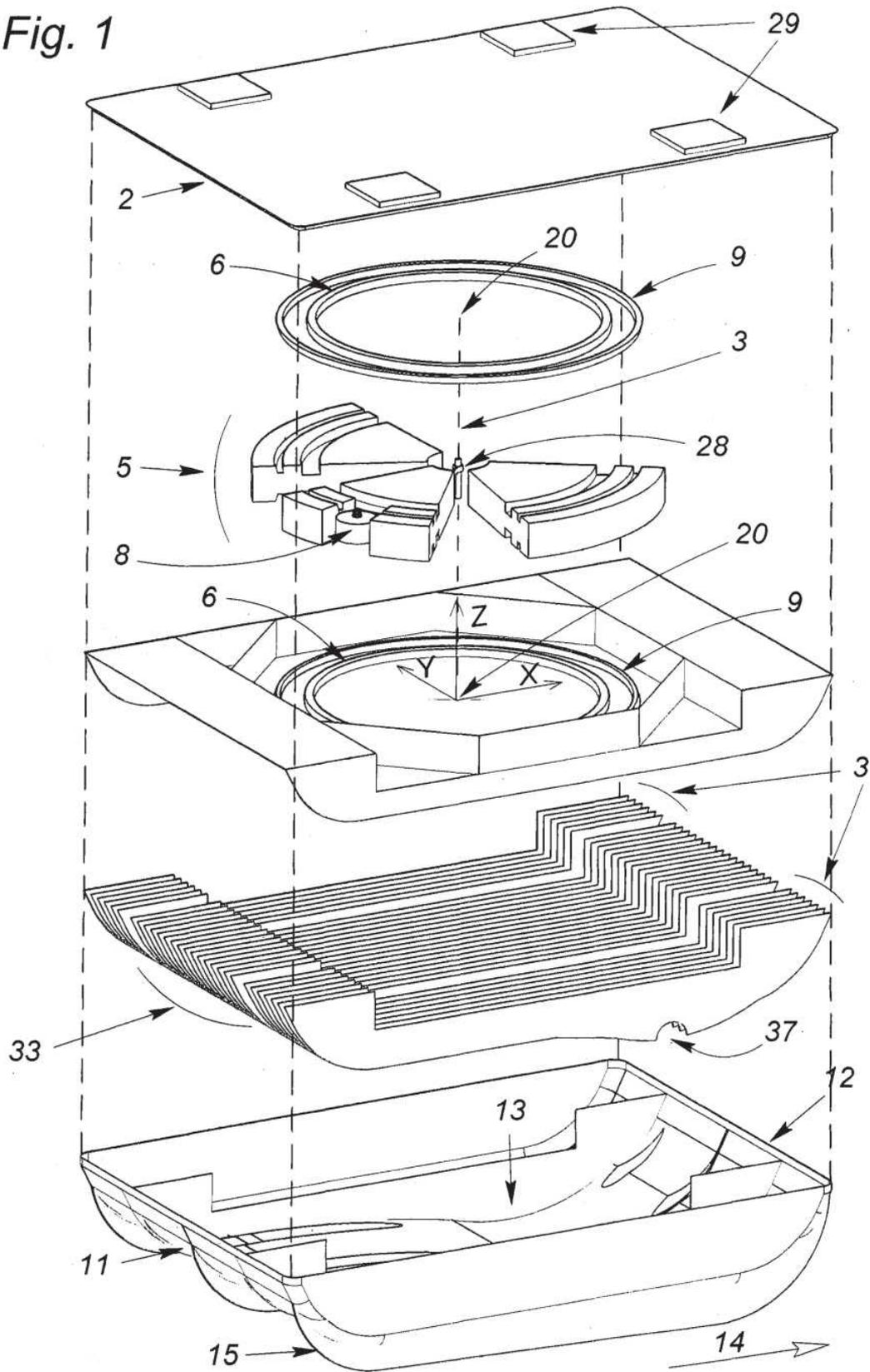
- 65
- los conductos (32) se reagrupan en diversos compartimentos longitudinales distintos, que permiten un llenado simétrico, con respecto al eje medio de la carcasa (1);
 - un conjunto de aberturas puntuales (37) y de canalizaciones (35) aseguran un nivel de llenado homogéneo en

el interior de un mismo compartimento;

- una bomba servocontrolada permite el traspaso del balasto (4) de un compartimento a otro.

- 5 11. Un módulo de conversión de la energía de las olas según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** la asociación, en un mismo recinto, de un conjunto doble de carritos (5) sobre rieles (6) que giran en sentidos contrarios permite limitar el balanceo.
- 10 12. Un módulo de conversión de la energía de las olas según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** forma, en asociación con un conjunto de módulos análogos, un parque de explotación dispuesto como una red que permite poner en común en particular los medios de mantenimiento de posición, así como las unidades de rectificación y de transmisión eléctricas.
- 15 13. Método de producción de electricidad mediante la extracción de la energía de las olas con un módulo de conversión según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12 **caracterizado por que** dicho método comprende al menos las siguientes 4 etapas:
- 20 1) durante una fase de inclinación creciente, por efecto de una ola incidente, la trayectoria del carrito (5) está situada hacia la proa, donde el carrito (5) adquiere energía potencial gravitatoria,
- 2) cuando se alcanza la inclinación máxima del módulo, el carrito (5) efectúa una bajada acelerada, durante la cual su energía potencial gravitatoria se convierte en energía cinética,
- 25 3) durante una fase de inclinación decreciente, tras la basculación del módulo sobre la cresta de la ola, la trayectoria del carrito (5) se sitúa cerca de la parte trasera del módulo, donde adquiere de nuevo energía potencial gravitatoria, y
- 4) cuando la inclinación es máxima, estando la parte trasera del módulo levantada por la ola, el carrito (5) acelera y convierte, de nuevo, su energía potencial.
- 30 14. Método de producción de electricidad según la reivindicación 13, **caracterizado por que** la electricidad producida se transmite hacia al menos un puesto de consumo o de distribución, preferentemente con la ayuda de un ondulator que permite producir una tensión alterna regulada al final de la línea, compatible con una conexión a la red.
15. Utilización de al menos un módulo de conversión según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12 para convertir la potencia de las olas en electricidad.

Fig. 1



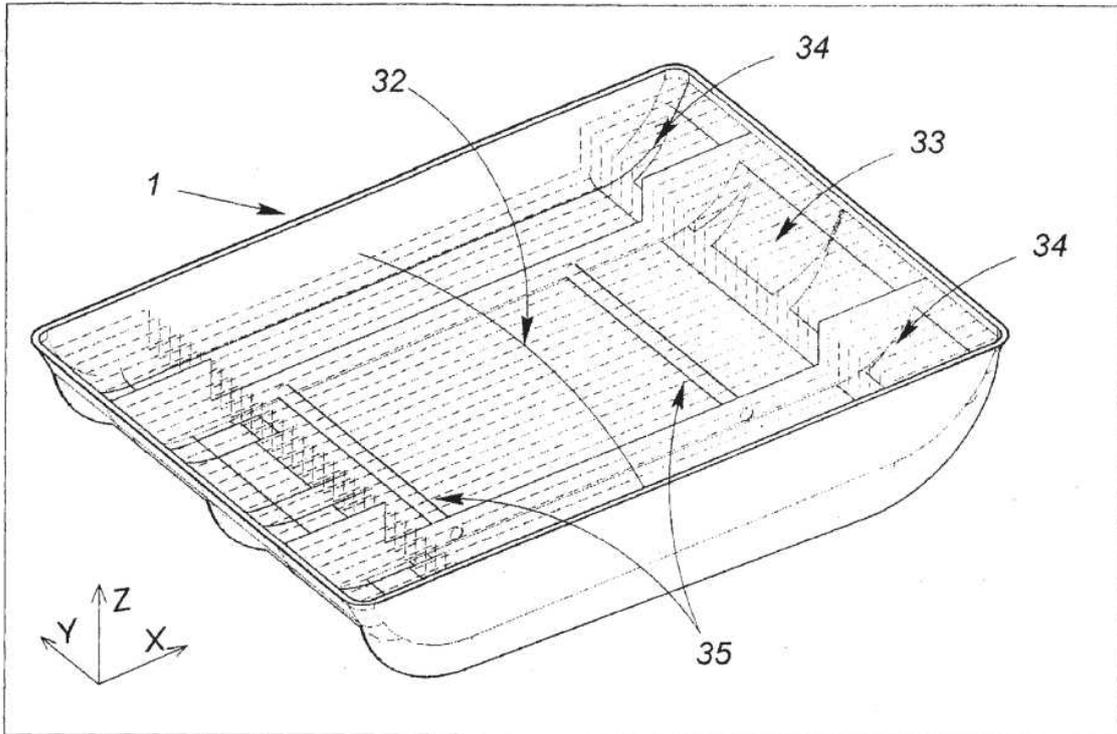


Fig. 2

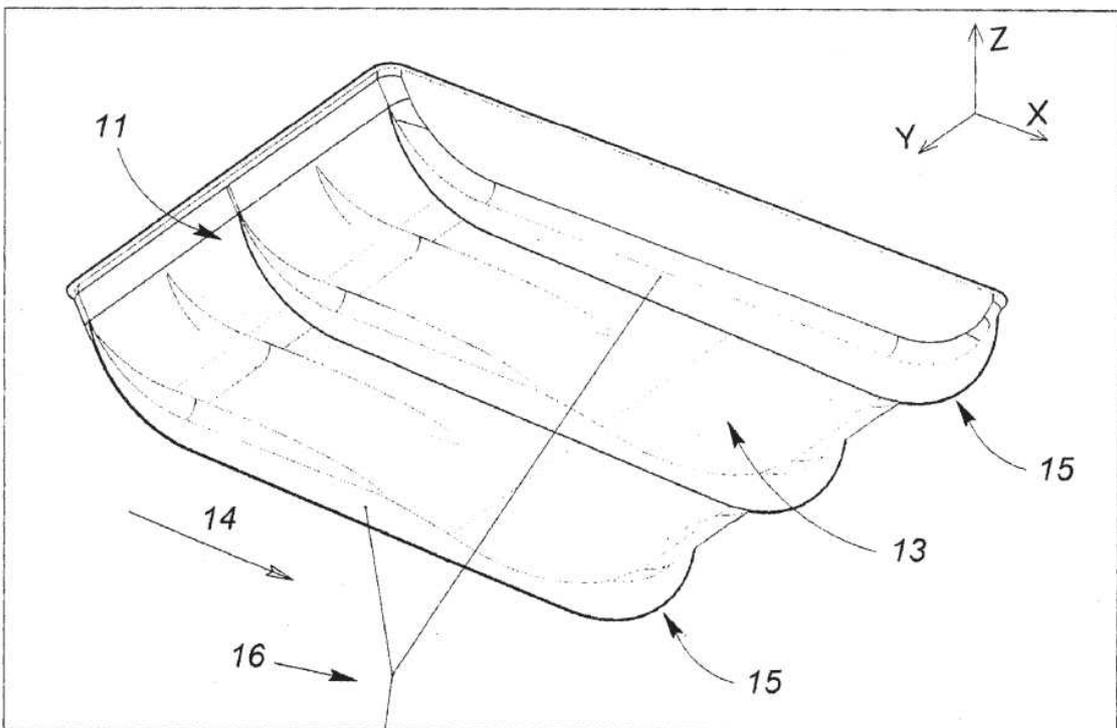


Fig. 3

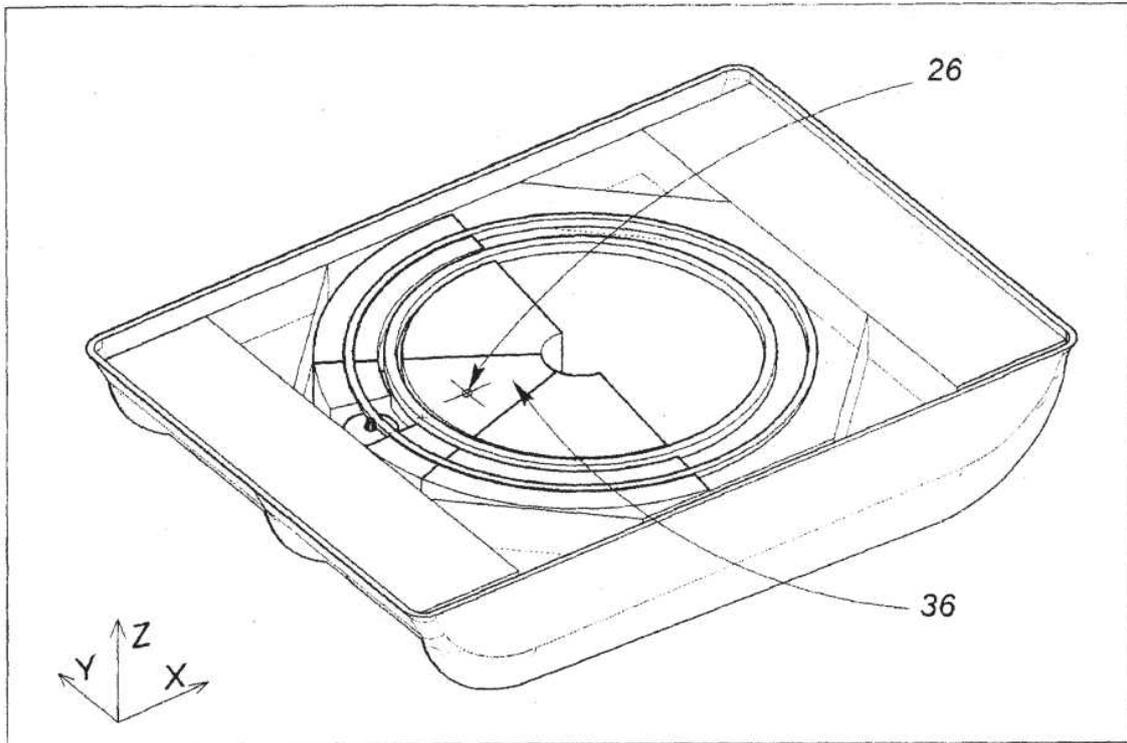


Fig. 4

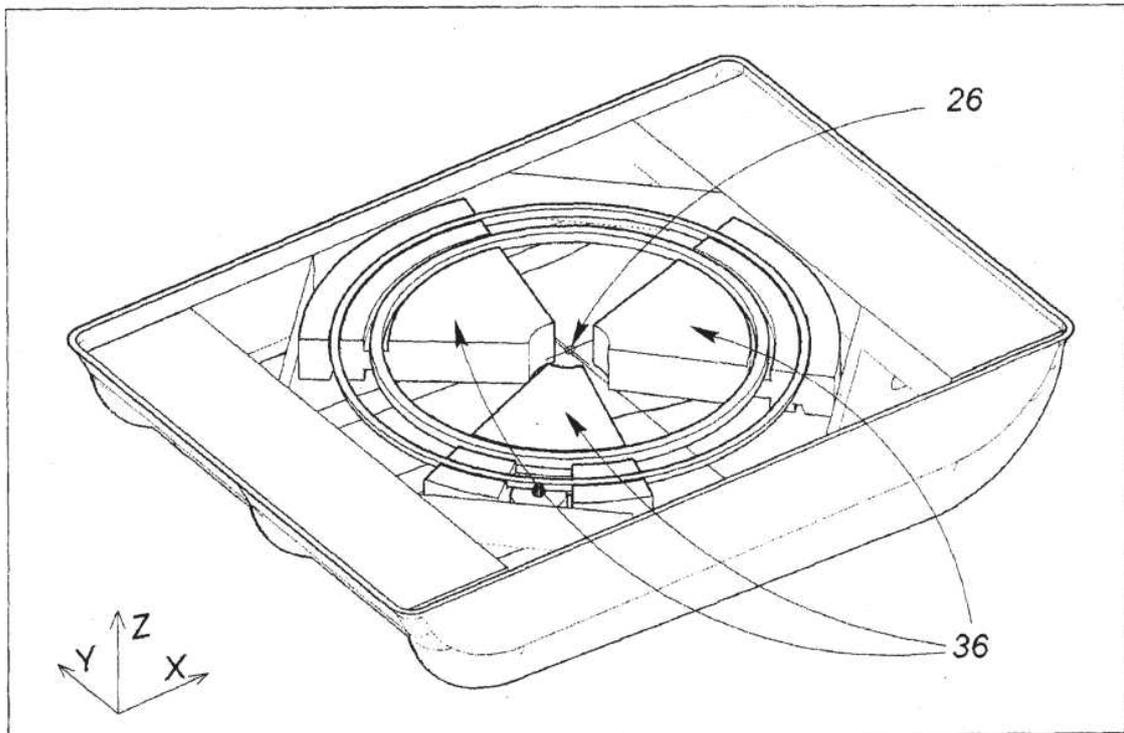


Fig. 5

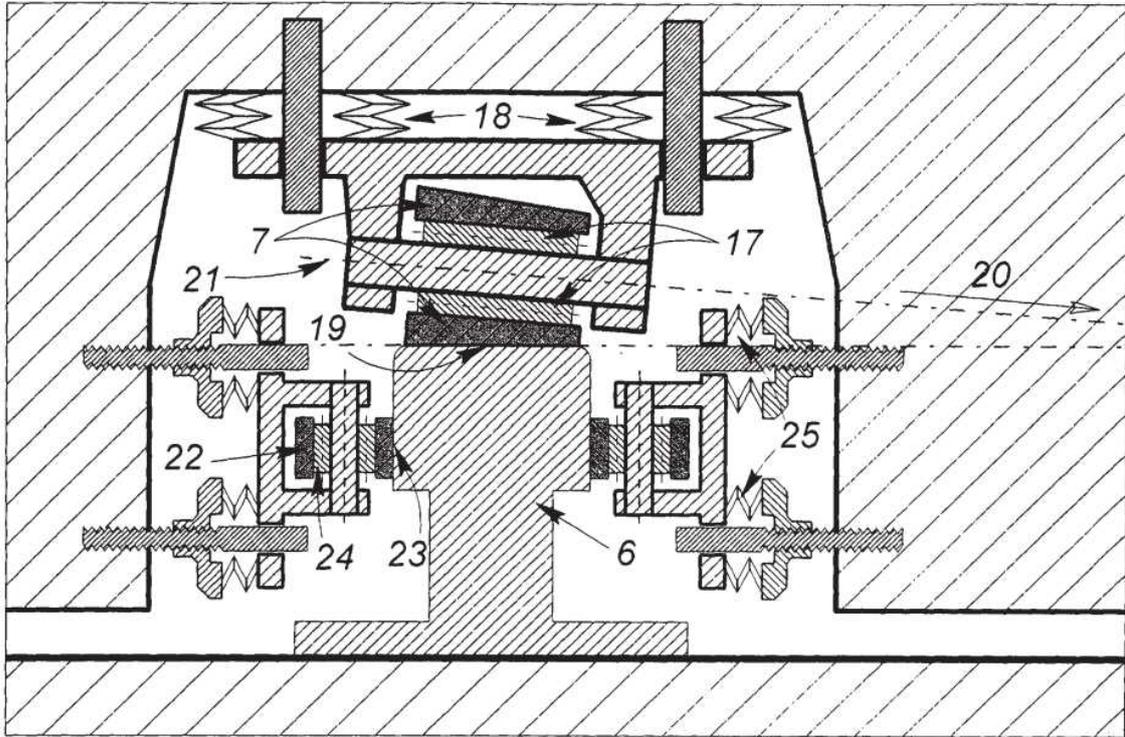


Fig. 6

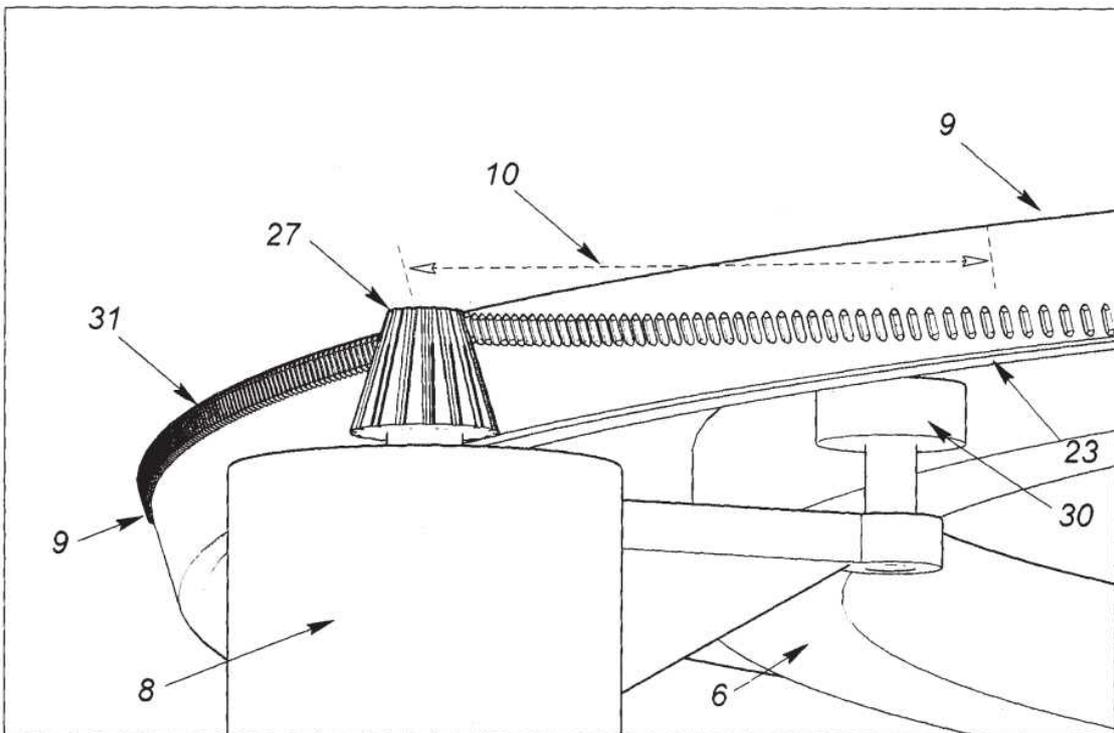


Fig. 7

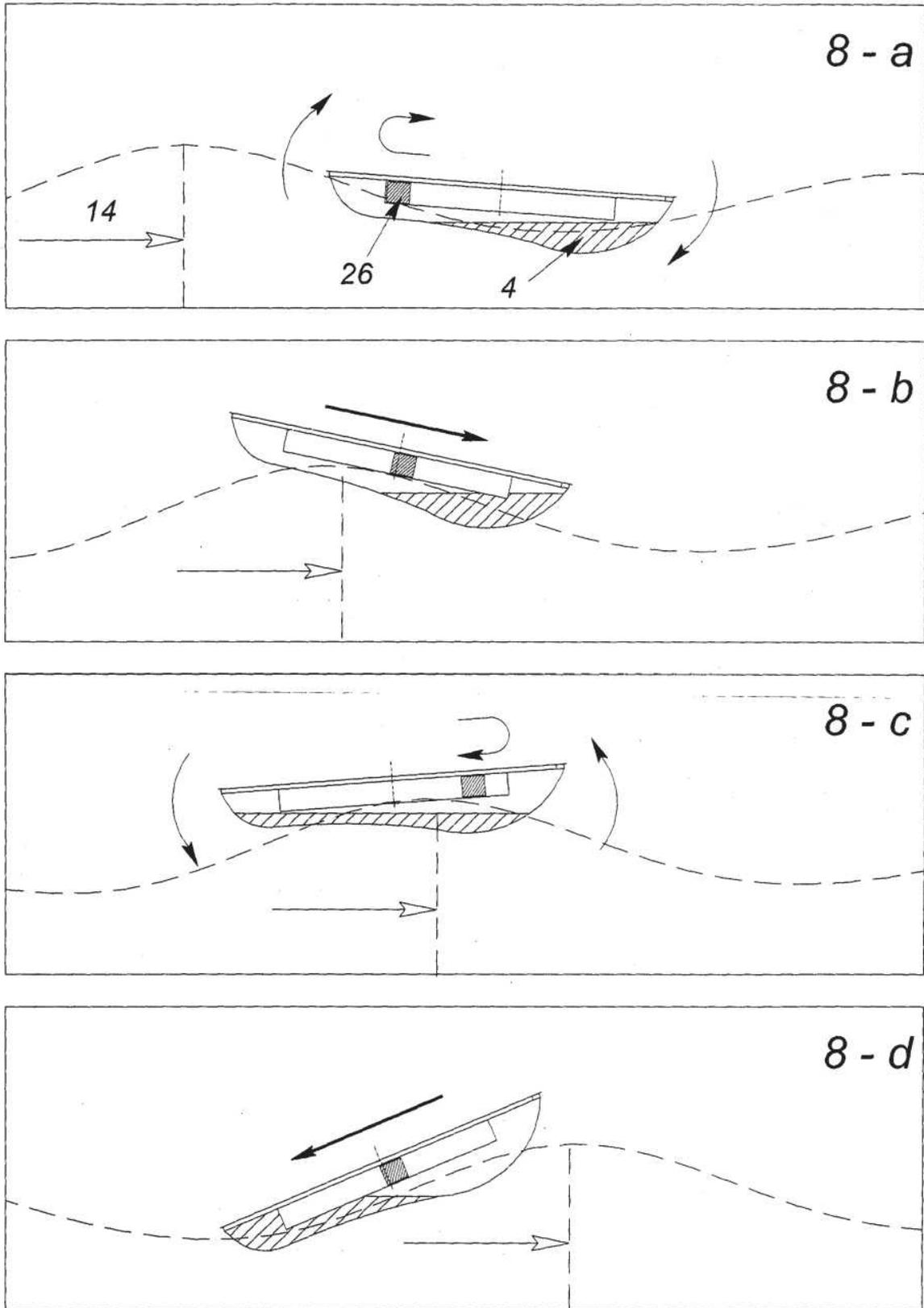


Fig. 8

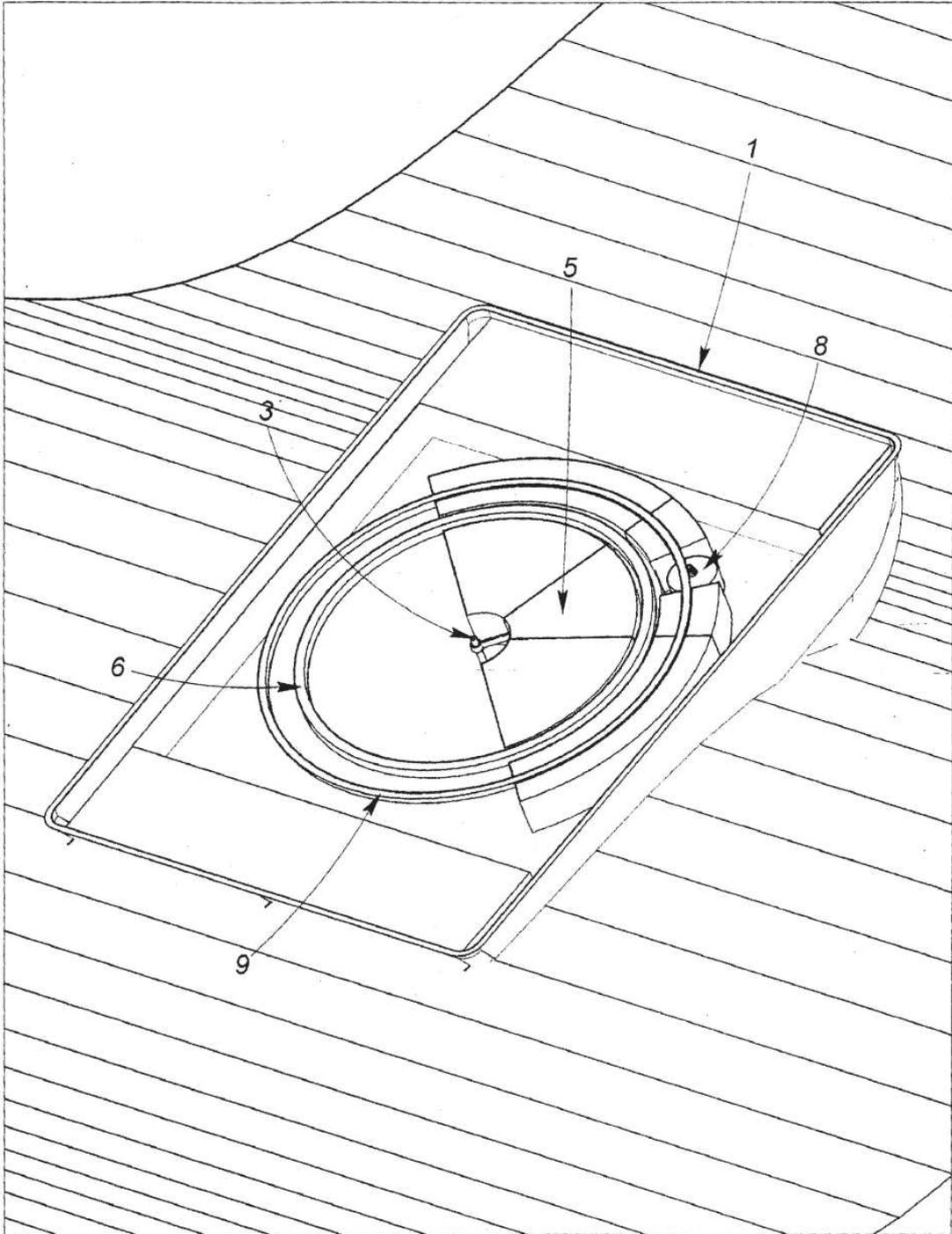


Fig. 9