



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 356 504**

51 Int. Cl.:
F03B 13/18 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **08723946 .3**

96 Fecha de presentación : **29.01.2008**

97 Número de publicación de la solicitud: **2142790**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **13.01.2010**

54 Título: **Un dispositivo para una central undimotriz accionada por torno.**

30 Prioridad: **17.04.2007 NO 20071963**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
08.04.2011

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
08.04.2011

73 Titular/es: **STRAUMEKRAFT AS.**
Kvilaveien 10
N-2312 Ottestad, NO

72 Inventor/es: **Straume, Ingvald**

74 Agente: **Ponti Sales, Adelaida**

ES 2 356 504 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).

DESCRIPCION

Un dispositivo para una central undimotriz accionada por torno

CAMPO DE LA INVENCION

5 **[0001]** En la bibliografía de patentes se describen más de 1000 dispositivos para explotación de la energía de las olas oceánicas. En un tiempo no se cayó en la cuenta de que una explotación comercial exitosa de energía procedente de las olas oceánicas requiere que las plantas tengan uno (o más) mecanismo(s) de protección contra sobrecarga inherentes o auxiliares. Entre los desarrolladores de los sistemas de wave-power más novedosos, sin embargo, más y más operadores han estado comenzando a tomar en consideración este factor esencial: de un modo u otro, las plantas deben incluir una estrategia para abordar el encuentro con las olas más extremas. La manera tradicional de abordar este problema ha sido proporcionar a las plantas y los componentes de las mismas un diseño sumamente robusto. Esto ha demostrado ser difícil, y en la medida en que ha tenido éxito, ha producido centrales undimotrices no rentables. Algunas de las tecnologías de energía undimotriz más novedosas, que incluyen mecanismos para protección contra sobrecarga, son las siguientes: Pelamis de la compañía escocesa Ocean Power Delivery Ltd. (www.ocepd.com), Danis Wave Dragon (www.wavedragon.dk) y el documento US5808368. La característica común de los mecanismos de protección contra sobrecarga en estos es que están basados en el registro del estado de la mar antes de la implementación de medidas de protección contra sobrecarga, las cuales tienen que controlarse manualmente o por medio de tecnología informática, y que la medida de protección contra sobrecarga puede describirse como análoga a lo que hacen las tortugas cuando retraen sus cabezas dentro de su concha. Estas "estrategias de tortuga" implican que las partes productoras de energía de la planta estén reforzadas, contraídas o sumergidas bajo el agua, con el resultado de que ya no están expuestas (o lo están en menor grado) a las fuerzas de las olas. Al mismo tiempo, la producción de energía se detiene o se reduce en gran medida.

[0002] El documento US2005/0285402A1, que se considera como la técnica anterior más parecida al tema de la reivindicación 1, desvela un dispositivo según el preámbulo de la reivindicación 1.

25 **[0003]** En contraste con esto, el tipo de central undimotriz descrito en este documento tiene un mecanismo de protección contra sobrecarga de acción instantánea basado en principios mecánicos sencillos, que no requiere control manual o informático, y que no pone la planta temporalmente fuera de servicio. El mecanismo de protección contra sobrecarga hace el tipo de planta robusto, permitiendo así que las plantas sean diseñadas para un mayor grado de interacción directa con las olas (comparado, por ejemplo, con Pelamis). Esto proporciona eficiencia mejorada.

Tecnología conocida en la cual está basada la invención

30 **[0004]** La invención está basada en tres elementos:

1. Central undimotriz con cuerpo/cuerpos flotantes que absorben la energía de las olas.
2. Torno **caracterizado porque** el extremo del cable de torno está asegurado al tambor de cable de una manera que permite que el cable sea desenrollado y enrollado sin haber ningún extremo contrario del cable correspondiente que tenga que ser enrollado y desenrollado correspondientemente.
- 35 3. Embrague deslizante de protección contra sobrecarga que desliza cuando la potencia generada que se está intentando canalizar/dirigir al sistema alcanza el nivel máximo que los componentes del sistema están diseñados para resistir.

40 **[0005]** Individualmente o sólo juntos en parejas, los elementos no son capaces de resolver el problema tratado por la invención descrita en este documento: explotar la energía de las olas oceánicas con diseño de coste suficientemente bajo de las plantas sin que las plantas y los componentes de las mismas sean destruidos por olas extremas. Los tres elementos deben estar presentes para proporcionar explotación rentable de la energía undimotriz. Una combinación de esta clase ofrecerá una reducción de coste sustancial para las plantas, una reducción de coste que es tan grande que probablemente implicará un gran adelanto técnico-comercial para la energía undimotriz como suministro de energía.

45 **[0006]** A continuación se enumerarán algunas soluciones técnicas conocidas donde se representan algunos de los elementos anteriormente mencionados.

Centrales undimotrices operadas por accionadas por torno

50 **[0007]** Existen varios sistemas de energía undimotriz donde la acumulación (absorción) de energía de las olas se lleva a cabo mediante cuerpos flotantes y donde la transmisión de esta energía se efectúa mediante cables unidos a y enrollados en un torno. Véase, por ejemplo, los documentos US2005/0121915 y GR990100030. Sin embargo, estos carecen de embrague/conexión deslizante de protección contra sobrecarga o similar que es necesario para permitir a las plantas sobrevivir al encuentro con las olas más extremas en los peores episodios tormentosos sin requerir que

tengan un diseño tan robusto que se vuelvan no rentables.

Embrague deslizante

[0008] El embrague deslizante de protección contra sobrecarga es un componente básico de la invención. En principio, tal embrague deslizante puede construirse de dos modos:

- 5 Embrague deslizante tipo I: donde el embrague desliza cuando se excede una velocidad angular específica en relación con la rotación del embrague.

Embrague deslizante tipo II: donde el embrague desliza cuando se excede un par de torsión específico.

- [0009]** Como la potencia generada transmitida es igual al producto de la velocidad angular transmitida y el par de torsión, estos dos tipos de embrague actuarán individualmente de tal manera que establecen un umbral para la cantidad máxima de potencia generada que puede transmitirse – siempre que la maquinaria a la que se transmite la potencia generada sea de una naturaleza tan común que el par de torsión y la velocidad angular sean una función de la otra, con el resultado de que el par de torsión es constante a velocidad de rotación constante.

Embrague deslizante (tipo I) para establecer el umbral para la velocidad de rotación

- [0010]** En la Figura 2 y la Figura 7 se representan dos variantes similares del tipo de embrague deslizante donde el deslizamiento está determinado por la velocidad angular. En principio, un embrague deslizante de esta clase es un mecanismo de realimentación negativa compuesto de un velocímetro y un embrague. Tiene una función que está estrechamente relacionada con la función del regulador de volante en la máquina de vapor original de James Watt, donde la velocidad de rotación sobre un valor precalibrado específico tenía como resultado que la presión del vapor procedente de la caldera se descargaba de otro modo, protegiendo así las partes giratorias (pistón, cigüeñal, volante, etc.) de la máquina de vapor frente a la sobrecarga en forma de velocidad demasiado elevada.

- [0011]** Estos son componentes que están en el mercado, a saber, un tipo de embragues de leva, que entre otras cosas tienen la capacidad de desembragar cuando la velocidad de rotación es demasiado elevada. A baja velocidad un sistema de resorte asegura que el embrague está bloqueado. El desembrague está determinado por la fuerza centrífuga sobre las levas que a elevada velocidad de rotación anula la fuerza de resorte. Tsubakimoto Chain Co. es un suministrador de tales embragues de leva, de designación de tipo de serie: BREU. Véase <http://tsubakimoto.com> y http://tsubakimoto.com/tem/pdf/CAM_BREU.pdf.

Torno con embrague deslizante (tipo II) para establecer el umbral para el par de torsión

- [0012]** Conectar un torno a un sistema de transmisión que contiene un embrague deslizante que desliza cuando el par de torsión transmitido desde el eje de entrada excede un valor predeterminado es una técnica usada en las cañas de pescar deportivas. Un carrete de caña de pescar deportiva estándar tiene esta funcionalidad particular incorporada: desliza si la línea es sacudida demasiado fuerte. (En principio, un carrete de caña de pescar deportiva puede considerarse como un torno). Sin embargo, no hay embrague conocido que deslice cuando el par de torsión transmitido excede de un valor umbral específico, usado o propuesto para uso en una central undimotriz accionada por torno donde el torno tiene el cable enrollado y asegurado al mismo.

- 35 **Central undimotriz con embrague deslizante (tipo II) para establecer el umbral para el par de torsión**

- [0013]** La idea de realizar una central undimotriz que contenga un embrague deslizante que deslice cuando el par de torsión exceda un valor umbral específico se menciona en una solicitud de patente alemana de 1978: la DE2850293. La central undimotriz descrita en la solicitud de patente alemana no está accionada por torno, sino accionada por un cable que corre una sola vez sobre una polea, sin que el cable esté sujeto a la polea y sin que se pueda decir que el cable esté enrollado dentro de la polea como en el caso de un torno. En este documento está implicada una diferencia sustancial. Esta diferencia sustancial está basada en el hecho de que, a diferencia de un cable asegurado al torno, un cable que corre flojamente sobre una polea depende de un contrapeso en el extremo opuesto del cable para que el cable se mantenga en posición sobre la polea. También implica que el cable se enrolle por el extremo opuesto del cable cuando se desenrolle el extremo que está conectado al cuerpo de absorción de olas, y viceversa. Por lo tanto, las dimensiones físicas del sistema necesariamente se vuelven considerablemente más grandes, en al menos una dimensión. Si el cable pende flojamente con un contrapeso en el extremo, o el cable y el contrapeso están contruidos dentro de un alojamiento cilíndrico como en el documento DE2850293, el sistema tendrá una parte móvil larga, saliente, que está expuesta al viento y las olas, haciendo así más vulnerable al sistema. Por consiguiente, será más caro de diseñar de un modo que le permita resistir el encuentro con las fuerzas de la naturaleza. Por otra parte, un cable que se asegura y se enrolla en un tambor de cable permite un diseño mucho más compacto a un coste inferior, donde el sistema está mejor protegido contra el viento y las olas.

Otros mecanismos de desembrague usados en relación con la energía undimotriz

[0014] Una publicación de patente, la WO96/30646, describe una central undimotriz con dos flotadores (22 y 32) que son desplazados por las olas, cada uno transmitiendo este movimiento por medio de cables (17 y 36) a un tambor (16/28). Desde cada uno de los tambores se extienden dos extremos de cable, cada uno con un contrapeso, un peso colgante. La disposición es tal que los pesos tienen que ser elevados cuando el flotador tira de su par de extremos de cable, y viceversa: el peso se baja, tirando hacia atrás con él del par de cables cuando las fuerzas que hicieron que el flotador tirara del par de cables en el extremo opuesto pasan a ser inferiores a la masa de los pesos. Con tal disposición es imposible enrollar todo el cable en el tambor, a diferencia del torno descrito bajo la reivindicación de patente 1 en la presente solicitud de patente. La suma de las longitudes de los trozos de cable sujetos al peso (20/34) y los trozos de cable que terminan en el flotador (22/32) es constante. Como en el caso del documento DE2850293, por lo tanto, puede establecerse que tal disposición no tiene como resultado la solución compacta lograda con un torno donde un extremo del cable está sujeto al tambor de cable (véase la reivindicación de patente 1), y lo cual es necesario para que una central undimotriz, sin incurrir en costes de diseño poco razonables, sea capaz de sobrevivir al encuentro con las, a veces, fuerzas extremas de las olas oceánicas en el caso de tormentas y huracanes. La disposición del documento WO96/30646 en ningún momento se denomina un torno. A este respecto puede describirse como un molinete de ancla con un peso colgante en el extremo opuesto del cable, del mismo modo que el documento DE2850293.

[0015] El documento WO96/30646 menciona “embragues deslizantes u otros medios mecánicos” como una posible disposición entre el árbol (12) y el generador de corriente alterna, el alternador (54). No se ofrece ninguna descripción o explicación adicional de estos “embragues deslizantes”, ni de su diseño o disposición. Sólo se menciona el propósito. Este propósito es bastante diferente de la protección contra sobrecarga, concretamente: ayudar a mantener la velocidad de rotación en el alternador (54) constante” independientemente de la energía motriz producida por los flotadores 22 y 32”, para que la corriente suministrada por el alternador fuera de tal calidad con respecto a la frecuencia de conmutación (± 1 Hz, véase la línea 3, página 6) que pueda ser suministrada directamente a la red de electricidad. De este modo no es una cuestión de intentar limitar la potencia generada procedente de las olas dentro de la maquinaria de reconversión a ningún valor umbral máximo específico, como es el objeto y la función del embrague de protección contra sobrecarga en la presente solicitud de patente. En cambio, el objeto es tratar de impedir que el movimiento variable de las olas cause velocidad de rotación variable en el volante (52) y el alternador (54). También está claro que el autor del documento WO96/30646 no ha considerado de ningún modo el tema de la protección contra sobrecarga.

[0016] Otra publicación de patente, la US4228360, desvela una central undimotriz accionada por torno con un torno de auto-tensión, que contiene un embrague (70) en el sistema de transmisión entre el tambor de cable (12) y un sistema de almacenamiento de energía mecánica. El sistema de almacenamiento de energía mecánica del documento US4228360 comprende los siguientes componentes en orden de conexión desde el tambor de cable:

- engranaje de transferencia (18)
- elemento de almacenamiento de energía (20) con componentes parciales relacionados
- sistema de engranajes multiplicadores (42)
- volante (50)

[0017] El volante (50) está conectado además a un generador. El volante también está conectado a un regulador de volante (80) que regula un control de embrague (82). El control de embrague (82) es un agente para desembragar el embrague (70), controlado por el regulador de volante (80). El tambor de cable (12) se desembraga, por lo tanto, del sistema de almacenamiento de energía si la velocidad del volante (50) excede una velocidad umbral predefinida determinada por el regulador de volante (80).

[0018] El propósito del sistema de desembrague en el documento US4228360 no es asegurar la protección contra sobrecarga proporcionando un umbral máximo para cuánta potencia generada (energía por unidad de tiempo) o cuánta potencia (masa o inercia multiplicada por aceleración) pueden imponer las olas sobre la central undimotriz y sus componentes. El documento US 4228360 no menciona la protección contra sobrecarga del flotador y el sistema de torno y el sistema de almacenamiento de energía. La protección contra sobrecarga sólo se considera para el volante (50), y sólo en forma de protección contra que se suministre más energía cuando el contenido de energía en el volante excede un cierto límite y no en forma de protección contra sobrecarga para que no se suministre una potencia generada (energía por unidad de tiempo) demasiado grande o sea influenciado por fuerzas excesivas.

[0019] El hecho de que el mecanismo de desembrague en el documento US4228360 se encarga de limitar la cantidad de energía almacenada en el volante se expresa directamente en la reivindicación de patente 4 (página 10, línea 41 y siguientes):

“4. El aparato tal como se define en la reivindicación 1 que además comprende: un medio de embrague (...); y un medio de control de embrague conectado a dichos medio de embrague y que responde a dicho medio regulador de volante para desembragar dicho medio de embrague cuando una cantidad seleccionada de energía está almacenada en dicho volante de almacenamiento de energía”.

[0020] El mecanismo de desembrague en el documento US4228360 establece un límite para cuánta energía, en forma de energía cinética de rotación, puede contener el volante (50). No establece límite para el posible tamaño de una potencia generada o las fuerzas para las olas para canalizar dentro de la reserva de energía mecánica. Bajo circunstancias dadas ello puede conducir a sobrecarga. El mecanismo de desembrague sólo surte efecto después de que alguna fuerza de sobrecarga y alguna potencia generada de sobrecarga ha sido canalizada dentro y a través de la reserva de energía mecánica. El documento US4228360 protege el volante (50) contra el almacenamiento de demasiada energía cinética de rotación. Sin embargo, ni el volante ni ninguno de los componentes de transmisión de energía del sistema, del conjunto de flotador (2) a e incluyendo el volante (50) están protegidos de ningún modo contra las fuerzas excesivas o la transmisión de potencia generada excesiva procedentes de las olas. El desembrague del embrague (70) sólo ocurre cuando el volante ha sido saturado previamente con energía según la velocidad de desembrague del volante determinada por el regulador de volante (80).

[0021] Ni el sistema descrito en el documento US4228360, tal como se propone que se diseñe, ofrece ninguna protección contra sobrecarga inadvertida, durante el tiempo anterior a que el regulador de volante (80) pueda entrar en funcionamiento, toda la reestructuración mecánica y la maquinaria de almacenamiento de energía tiene que ser decelerada hasta una velocidad de desembrague dada. Como se propone que esta maquinaria debería contener un resorte mecánico pesado: "resorte espiral reforzado" (página 5, línea 19) con capacidad de almacenamiento de energía para medio ciclo de la ola, junto con varios engranajes, uno de los cuales se propone con un factor de multiplicación de 1 a 40 (página 7, línea 14) y un volante en el eje de rotación más rápido, hay una enorme inercia en el sistema desde el tambor de cable (12) hasta e incluyendo el volante (50). Antes de que el volante haya alcanzado la velocidad de desembrague, las olas habrán tenido abundante oportunidad de someter al cable, el torno y la reserva de energía mecánica a fuerzas y afluencias de potencia generada que, en la práctica, sólo están limitadas por el potencial de las propias olas.

[0022] De este modo, los componentes de la central de energía (cable, torno, ejes, engranaje, etc.) deben ser de diseño suficientemente robusto para resistir las fuerzas extremas y el enorme flujo de energía que tal sistema puede absorber y absorberá de una ola extrema.

Descripción de la tecnología de energía undimotriz

[0023] A continuación se describirá más detalladamente la invención por medio de ejemplos de realizaciones y con referencia a las figuras adjuntas.

Figura 1a. Ilustra el principio del dispositivo según la invención.

Figura 1b. Ilustra una realización ejemplar según la invención del torno, el eje del torno y el embrague deslizante para establecer el umbral para la potencia generada transmisible máxima.

Figura 2. Ilustra una realización de un embrague deslizante tipo I, diseñado con dos brazos.

Figura 3. Ilustra una realización de un elemento de absorción (boya flotante).

Figura 4. Ilustra una realización de una unidad de torno con cable, construcción de anclaje sobre el lecho marino y elemento de absorción.

Figura 5. Ilustra una realización de una unidad de torno con cuerpo de flotabilidad sumergido y una realización de un sistema de tensión.

Figura 6. Ilustra una segunda realización de un sistema de tensión con dos unidades de torno con cuerpo de flotabilidad sumergido.

Figura 7. Ilustra una segunda realización de un embrague deslizante tipo I con superficies de embrague de disco.

Sistema de transmisión con embrague deslizante incorporado

[0024] La Figura 1a ilustra el principio del dispositivo según la invención. Un elemento de absorción 1, que es un cuerpo flotante, está anclado por el cable 4 a un torno 2 con un tambor de cable 3 de tal manera que el tambor de cable 3 es forzado a girar cuando las fuerzas de las olas desplazan el elemento de absorción 1 en la dirección longitudinal del cable 4 del torno. El torno 2 puede, por ejemplo, estar anclado al lecho marino, estar situado en tierra o flotando en el agua integrado en un elemento de absorción 1. La energía absorbida de las olas se transmite de esta manera en forma de movimiento de rotación desde el tambor de cable hasta la maquinaria de reconversión 5, convirtiendo la energía absorbida en energía mecánica almacenada. Esta energía mecánica almacenada puede ser, por ejemplo, en forma de $m \times g \times h$ (el producto de masa, aceleración debida a la gravedad y altura vertical), $p \times V$ (presión multiplicada por volumen), o $\frac{1}{2} \times I \times \omega^2$ (momento de inercia multiplicado por el cuadrado de la velocidad angular dividido por 2). La maquinaria de reconversión no se aborda más a fondo más adelante ya que esta no es el tema de la patente.

[0025] La transmisión de energía del torno 2 a la maquinaria de reconversión se lleva a cabo por medio de un sistema de transmisión 26 y un eje de salida 10 que están interconectados.

[0026] El sistema de transmisión 26 comprende un embrague (no ilustrado en la figura 1a) que desliza si la potencia generada, en forma del producto de velocidad de rotación y fuerza de torsión (velocidad angular multiplicada por par de torsión), que se está intentando que se transmita del tambor de cable a la maquinaria de reconversión, excede un cierto valor. Esto significa que la potencia generada siempre se transmitirá a la maquinaria de reconversión, pero que esta potencia generada no excederá el valor umbral/límite de tolerancia de la maquinaria de reconversión.

[0027] Un principio para el diseño de tal embrague deslizante para limitar la potencia generada transmitida permitida máxima implica permitir que el embrague deslice cuando la velocidad de rotación (velocidad angular) del eje de salida del embrague alcanza un cierto nivel. El embrague deslizante proporciona así un límite superior para lo rápido que puede ser el movimiento de rotación que se dirige a la maquinaria de reconversión. Las figuras 1b, 2 y 7 ilustran ejemplos de realizaciones de embragues deslizantes según este principio.

[0028] En estas realizaciones el embrague deslizante 6 comprende superficies de fricción adyacentes 8, 7a-b en un eje de entrada 9 y un eje de salida 10 respectivamente, y estas superficies de fricción adyacentes son presionadas una contra otra. La fuerza de compresión, sin embargo, no es constante. Se regula como una función de la velocidad de rotación del eje de salida por medio de las fuerzas centrífugas que actúan sobre el embrague cuando rota. Cuando la velocidad de rotación en el eje de salida excede un cierto valor umbral precalibrado, las fuerzas centrífugas asegurarán que las superficies de fricción adyacentes se desembraguen una de otra, pero sólo lo justo, con el resultado de que la velocidad de rotación transmitida sigue siendo igual al valor umbral siempre que la velocidad de rotación de entrada sea superior o igual al valor umbral. Mientras la velocidad de rotación sea inferior al valor umbral, el embrague deslizante actuará como un embrague fijo.

[0029] Las superficies de fricción adyacentes se desgastarán con el tiempo cuando la central undimotriz esté en condición operativa. Por lo tanto, deberían ser reemplazables como los discos en un embrague de automóvil. La robustez del sistema se refuerza más mediante el mecanismo que presiona juntas las superficies de fricción reemplazables 7a-b, 8 deteniéndose cuando la distancia entre las superficies del pedestal 11a-b y 12 en las que están sujetas las superficies de fricción reemplazables se hace menor que un cierto número de milímetros. Cuando/si las superficies de fricción se desgastan entonces completamente, el embrague deslizará de manera que prácticamente no tiene lugar transmisión de movimiento de rotación al eje de salida.

[0030] El efecto de la disposición de refuerzo de robustez descrita anteriormente es como sigue: a medida que las superficies de fricción se desgastan, la eficiencia del sistema se reducirá gradualmente, en lugar de que el sistema sea expuesto a desgaste aún mayor debido al desgaste. En otras palabras: la disposición hace que el desgaste se vuelva limitador del desgaste.

[0031] En la práctica, un embrague deslizante que desliza cuando la velocidad de rotación es demasiado elevada podría construirse de varias maneras. En los ejemplos de este documento, el mecanismo de realimentación que proporciona acoplamiento/grado de desembrague variable se especifica como un regulador de volante, inspirado por el famoso regulador de presión de vapor giratorio que James Watt usó en su máquina de vapor que hizo época en el siglo XVIII, y que antes de eso fue empleado para regular la fuerza de compresión entre las muelas en los molinos de viento (aunque acoplado de la manera opuesta en este caso, de manera que la fuerza de compresión entre las muelas aumentaba cuando aumentaba la velocidad del molino de viento). Es esencial para este regulador de volante que esté montado de tal manera que su velocidad de rotación dependa de la velocidad de rotación del eje de salida, y no de la velocidad del eje de entrada, (El eje de salida es el eje al que se transmite la potencia generada. El eje de entrada es el eje del que se transmite la potencia generada). En este documento, "desembrague" se refiere a un mecanismo para acoplamiento variable. Un posible diseño implica permitir a un dispositivo de resorte 13 presionar las superficies del embrague 7a-b, 8 una contra otra, véase la Figura 2 y la Figura 7. Dos o más brazos elevables 14a-b con una cierta masa, están sujetos en lados opuestos del eje de salida 10. Cuando los brazos son levantados del eje de salida, las superficies de embrague se sueltan una de otra. De este modo las fuerzas centrífugas harán que el embrague deslice cuando la rotación del eje de salida alcanza una velocidad umbral específica. Con este diseño relevante, se logra una funcionalidad adicional: los brazos elevables 14a-b ayudan a estabilizar la velocidad de rotación del eje de salida cuando se ha logrado la velocidad umbral. Esto es porque la velocidad angular de la masa giratoria se altera como una función de la variación del radio cuando los brazos se elevan y se bajan.

[0032] También es posible prever un mecanismo de realimentación controlado electrónicamente, donde un motor o un electroimán con fuerza variable dispone que la fuerza de compresión en el embrague sea ajustada según la velocidad de rotación que el eje de salida tiene en cualquier momento.

[0033] Un torno accionado por energía undimotriz con embrague deslizante para establecer el umbral de potencia generada transmisible máxima podrá construirse en muchísimas variantes diferentes. Además del embrague deslizante 6, la transición entre el tambor de cable 3 y el eje de salida 10 puede contener uno o más ejes con

embragues asociados, por ejemplo una rueda libre (embrague unidireccional), y posiblemente uno o más engranajes de alguna forma u otra.

[0034] Los tipos de embrague descritos anteriormente, tanto el embrague deslizante diseñado mecánicamente como el mecanismo de realimentación controlado electrónicamente, son embragues deslizantes cuyo modo de funcionamiento está **caracterizado porque** establecen un límite superior para lo rápido que puede rotar el eje de salida. La potencia generada transmitida es igual al producto de la velocidad angular transmitida y el par de torsión transmitido. Estableciendo un umbral para lo elevada que se permite que sea la velocidad que ha de transmitirse en el embrague giratorio, se establece simultáneamente un umbral para cuántos vatios de potencia de salida pueden canalizarse a la maquinaria de reconversión, dado que la resistencia ofrecida por la maquinaria de reconversión (el par de torsión que actúa sobre el eje de salida 10) es constante cuando la velocidad de rotación es constante.

[0035] Una alternativa más sencilla, aunque menos resistente al desgaste, implica el uso de un embrague deslizante corriente donde la fuerza de compresión entre las superficies del embrague es fija, estableciendo así un límite superior para la potencia de la rotación que puede transmitirse (lo grande que es el par de torsión). Para la maquinaria de reconversión el resultado de esto será el mismo, a saber, que la potencia generada canalizada dentro de la maquinaria de reconversión no puede ser mayor que el valor umbral determinado por el producto de la velocidad angular transmitida y el par de torsión.

[0036] Independientemente del diseño, el concepto básico es que la central undimotriz debería ser capaz de resistir las olas más extremas porque no intenta *resistirse* a las olas cuando las fuerzas de las olas en la misma se vuelven demasiado grandes, sino que, en cambio, cede y permite que la mayoría de la potencia generada de las olas extremas, los picos de energía destructiva, pasen y permanezcan en el mar.

Diseño del elemento de absorción

[0037] El elemento de absorción está anclado al extremo del cable 4 que corre por dentro y por fuera del torno 2 anteriormente mencionado. Entre la multitud de posibles diseños del elemento de absorción, lo siguiente es un ejemplo adecuado: un cuerpo flotante tubular o en forma de salchicha 1 está anclado por dos cables superiores de igual longitud 16a-b, uno en cada extremo del cuerpo flotante, véase la Figura 3. Los extremos opuestos de los cables superiores (los extremos que no están anclados al cuerpo flotante) se encuentran en un punto de conexión central 17. Cuando la central undimotriz están en condición operativa, el punto de conexión central estará situado bajo la superficie del océano. Desde el punto de conexión central un cable principal desciende hacia el lecho marino. (Este cable principal es el mismo que el cable de torno 4). El torno real puede estar situado sobre el lecho marino. El cable de torno 4 correrá entonces directamente desde el torno verticalmente hacia arriba hasta el punto de conexión central 17. Alternativamente, el torno puede estar situado en la orilla, en cuyo caso el cable de torno puede correr desde el torno a través de una polea 18 anclada sobre el lecho marino antes de extenderse hasta el punto de conexión central.

[0038] Con un cuerpo flotante tubular o en forma de salchicha de esta clase, amarrado doblemente por dos cables superiores sujetos a un punto de conexión central anclado además por el cable principal, el cuerpo flotante normalmente estará colocado con el costado a lo largo del frente de las olas, independientemente de la dirección del frente de las olas. Esto proporciona la mayor absorción de energía posible. En una realización, en uno de los cables superiores está insertado un enlace débil 19, que es más débil que los otros elementos del cable y el sistema de amarre. El enlace débil 19 puede formarse cambiando el diámetro de uno de los cables superiores, conectando uno de los cables superiores a un material con diferente resistencia a la rotura, etc. El efecto de esto es el siguiente: si las fuerzas de las olas se vuelven demasiado violentas, haciendo que algo se rompa, es este enlace débil el que primero se rompe. El cuerpo flotante ocupará entonces una posición con el costado atravesado al frente de las olas. La capacidad – y la posibilidad – del cuerpo flotante de absorber energía de las olas oceánicas se vuelve así sustancialmente inferior. Esto tendría el efecto de reducir la extensión del daño en caso de daño producido por el mar.

[0039] En una realización de la invención, entre el cable principal 4 y el punto de conexión central 17, está insertado un fuerte resorte de absorción de sacudidas 20 que está pensado para absorber el esfuerzo de los tirones en el cable durante el arranque, es decir, al comienzo de un ciclo de olas durante periodos de olas violentas. El resorte de absorción de sacudidas está diseñado para compensar la inercia no deseada en el sistema debida a elementos de masas móviles que se ponen en movimiento al principio de cada ciclo de olas: el cable, el tambor de cable, los ejes, cualquier engranaje, el embrague deslizante, etc.

50 **Diseño de una central undimotriz con torno, sistema de transmisión y maquinaria de reconversión situados en la orilla**

[0040] Véase la Figura 4. En este diseño, la central undimotriz está constituida por las siguientes partes:

- Un elemento de absorción flotante anclado por cable 1.
- Una polea 18 sujeta a un ancla 21 sobre el lecho marino.

- Un torno 2 que se encarga de la transmisión del movimiento mecánico absorbido por el elemento de absorción a la maquinaria de reconversión 5 a través de un sistema de transmisión que contiene un embrague deslizante como se describe bajo la sección “Sistema de transmisión con embrague deslizante incorporado” anterior.

5 **[0041]** El elemento de absorción puede estar diseñado como se describe en la sección “Diseño del elemento de absorción” y como se ilustra en la Figura 3, o puede adoptar alguna forma, cualquiera que sea, siempre flote y esté anclado por cable. La polea 18 está sujeta a una base de anclaje 21 situada sobre el lecho marino. El cable de torno 4 se extiende oblicuamente hacia abajo desde la orilla por dentro del agua, hasta el lecho marino donde corre a través de la polea 18 y posteriormente en vertical hacia arriba hacia la superficie donde ancla el elemento de absorción 1.

10 Diseño del sistema de tensión del torno

[0042] Un torno accionado por energía undimotriz como se describe en este documento no funcionará sin un sistema para tensar el torno. Existen varias soluciones diferentes del sistema entre las que escoger. Un acumulador hidráulico será una alternativa adecuada. Otras posibles soluciones del sistema son las siguientes (no enumeradas en orden de prioridad):

- 15
1. Tensión del cable de torno por medio de dispositivo de resorte mecánico de auto-tensión.
 2. Tensión del cable de torno por medio de cable de tensión de enrollado inverso con un cuerpo de flotabilidad sumergido en el agua sujeto al extremo. Véase la Figura 5.
 3. Basada en 2, pero donde dos tornos comparten el mismo cuerpo de flotabilidad. Véase la Figura 6.

Solución 1 del sistema de tensión (no mostrada):

20 **[0043]** El torno se tensa mediante un dispositivo de resorte mecánico incorporado/integrado que está dispuesto de manera que el resorte se tensa cuando se tira hacia fuera del cable de torno. Cuando la fuerza/las fuerzas que tiran hacia fuera del cable de torno cesan o disminuyen suficientemente, el sistema de resorte se encargará de que el torno sea rebobinado. El resorte es lo suficientemente resistente como para mantener tirante el cable de torno 4.

Solución 2 del sistema de tensión (Figura 5):

25 **[0044]** Esta solución del sistema es la más práctica si el torno está colocado sobre el lecho marino, véase la Figura 5, pero no es esencial que el torno esté colocado de esta manera. El torno también puede estar situado en la orilla. Un cable de tensión 23 es bobinado sobre un tambor de tensión situado en el mismo eje que el tambor de cable. El tambor de tensión tiene un radio menor que el tambor de cable. El cable de tensión 23 y el cable principal 4 se enrollan sobre sus tambores específicos en dirección opuesta uno de otro, si el cable principal se enrolla en una dirección de las agujas del reloj, el cable de tensión tiene que enrollarse en una dirección contraria a las agujas del reloj, y viceversa. El cable de tensión corre a través de una polea 18 anclada al lecho marino. La polea está fijada a una base de anclaje 21 que, si el torno está colocado sobre el lecho marino, está desplazada horizontalmente a una cierta distancia del torno. Desde allí el cable de tensión se extiende verticalmente durante una cierta distancia hacia arriba dentro del agua donde su extremo está sujeto a un cuerpo de flotación 24, que es pura y simplemente una boya alargada o un cuerpo en forma de manguera cuyo peso específico es más ligero que el agua de mar. El cuerpo de flotabilidad está completamente sumergido en el agua, y está situado tan lejos debajo de la superficie que no se ve influido apreciablemente por el movimiento de las olas. Si se tira hacia fuera del cable principal 4 como resultado del movimiento de las olas en la superficie del océano, esto hará que se tire hacia abajo del cuerpo de flotabilidad, pero debido a su flotabilidad intentará flotar hacia arriba hacia la superficie, forzando así al cable principal a ser bobinado de nuevo cuando amainan las fuerzas de las olas.

30

35

40

Solución 3 del sistema de tensión (Figura 6):

[0045] Dos tornos 2a-b están colocados sobre el lecho marino a una cierta distancia uno de otro, cada uno accionando un elemento de absorción 1a-b. Cada uno tiene un torno de tensión, pero comparten el cable de tensión 23, como se ilustra en la Figura 6. Del mismo modo que para la solución 2 del sistema de tensión, el cable de tensión es bobinado sobre los tambores de tensión en la dirección opuesta a los cables principales 4a-b. El cable de tensión se tensa mediante un cuerpo de flotabilidad sumergido 24 con una polea 25 sujeta a la parte inferior. El cable de tensión corre a través de esta polea. Tener dos unidades de torno compartiendo un cuerpo de flotabilidad de esta manera ahorra materiales de construcción, permitiendo así que se reduzcan los costes.

45

Términos de referencia usados en las figuras:

50 **[0046]**

1 elemento de absorción (cuerpo flotante)

ES 2 356 504 T3

2	torno
3	tambor de cable
4	cable de torno (cable principal)
5	maquinaria de reconversión
5 6	embrague deslizante para establecer el umbral de la potencia generada transmisible máxima
7	(a-b) superficie(s) de fricción sujeta(s) al eje de salida
8	superficie de fricción sujeta al eje de entrada
9	eje de entrada/eje del torno/eje delante del eje de salida
10	eje de salida
10 11	(a-b) superficie(s) de pedestal sujeta(s) al eje de salida
12	superficie de pedestal sujeta al eje de entrada
13	dispositivo de resorte
14	(a-b) brazos elevables en el eje de salida
15	(a-b) peso de plomo en los brazos elevables
15 16	(a-b) cables superiores
17	punto de conexión central
18	polea sobre el lecho marino
19	enlace débil
20	resorte de absorción de sacudidas
20 21	construcción de anclaje sobre el lecho marino/base de anclaje
22	tambor de tensión
23	cable de tensión
24	cuerpo de flotabilidad
25	polea sujeta al cuerpo de flotabilidad
25 26	sistema de transmisión

REIVINDICACIONES

1. Un dispositivo para una central undimotriz que comprende un torno de auto-tensión (2) con un cable de torno (4), donde el cable de torno está conectado a un elemento de absorción (1) accionado por energía undimotriz por un extremo y al tambor de cable de torno de auto-tensión (3) por el otro extremo y el tambor de cable está conectado por medio de un sistema de transmisión (26) a un eje de salida (10) que además está conectado a una maquinaria de reconversión de almacenamiento de energía (5), donde el movimiento del elemento de absorción tiene como resultado la rotación del tambor de cable y la transmisión de energía mecánica desde el tambor de cable hasta el eje de salida giratorio (10) y hasta la maquinaria de reconversión (5), **caracterizado porque** el sistema de transmisión (26) comprende un embrague deslizante (6) conectado al eje de salida, que protege a los componentes de la central undimotriz, particularmente los componentes de la maquinaria de reconversión, contra la sobrecarga en caso de gran amplitud de las olas, donde el embrague del embrague deslizante varía dependiendo de la velocidad de rotación o el par de torsión del eje de salida, proporcionando así un umbral máximo para cuanta cantidad de energía por unidad de tiempo puede transmitirse al eje de salida y a la maquinaria de reconversión de almacenamiento de energía.
2. Un dispositivo según la reivindicación 1,
- 15 **caracterizado porque** el eje del tambor de cable está conectado a un eje intermedio a través de uno o más engranajes, y posiblemente un volante (embrague unidireccional) antes o entre o después de los engranajes, y donde el eje intermedio está conectado además al eje de salida a través de un embrague deslizante como se describe en la reivindicación 1.
3. Un dispositivo según las reivindicaciones 1 y 2,
- 20 **caracterizado porque** el embrague deslizante es de tal naturaleza que desliza si la velocidad angular (velocidad de rotación) que se está intentando que se transmita al eje de salida excede un valor umbral predeterminado.
4. Un dispositivo según las reivindicaciones 1 y 2,
- caracterizado porque** el embrague deslizante es de tal naturaleza que desliza si el par de torsión que se está intentando que se transmita excede un valor umbral predeterminado.
- 25 5. Un dispositivo según las reivindicaciones 1-3,
- caracterizado porque** el embrague deslizante comprende superficies de embrague adyacentes (8 y 7) en un eje de entrada (9) y un eje de salida (10) respectivamente que son presionados una contra otra por medio de la fuerza de resorte de un dispositivo de resorte (13), y en conexión con el eje de salida un mecanismo de embrague que está constituido por dos o más brazos elevables (14a-b) sujetos al eje de salida, cada uno con un peso de plomo en el extremo más exterior (15a-b), que es presionado hacia el eje por medio de la fuerza procedente del dicho dispositivo de resorte, por medio de lo cual la fuerza de compresión entre las superficies de embrague adyacentes (8 y 7) se ajusta como una función de las fuerzas centrífugas que actúan sobre los brazos (14a-b) y los pesos (15a-b) de tal manera que la fuerza de compresión en el embrague disminuye cuando aumenta la velocidad de rotación del eje de salida.
6. Un dispositivo según las reivindicaciones 1-3,
- 35 **caracterizado porque** el embrague deslizante es un mecanismo de embrague donde el grado de embrague se ajusta por medio de un sistema de regulación electrónico conectado al eje de salida (10), con el resultado de que la fuerza de compresión entre las superficies de embrague disminuye cuando aumenta la velocidad de rotación del eje de salida.
7. Un dispositivo según las reivindicaciones 1, 2, 3 y 5,
- 40 **caracterizado porque** las superficies de embrague adyacentes (7, 8) son reemplazables y están sujetas a superficies de pedestal respectivas (11, 12), y donde el mecanismo que presiona las superficies de embrague una contra otra contiene un medio de bloqueo que impide que las superficies de pedestal entren en contacto mutuo si/cuando las superficies de embrague reemplazables se desgastan completamente.
8. Un dispositivo según las reivindicaciones 1-7,
- 45 **caracterizado porque** el elemento de absorción (1) está conectado a través de un resorte de absorción de sacudidas (20) al cable (4) que está bobinado sobre el tambor de cable, por lo que el resorte de absorción de sacudidas tiene el efecto de absorber el esfuerzo de los tirones en el cable.
9. Un dispositivo según las reivindicaciones 1-8,
- 50 **caracterizado porque** el elemento de absorción es un elemento de absorción (1) flotante en forma de salchicha amarrado doblemente en cada extremo por dos cables superiores (16a, 16b) que están sujetos con sus extremos de cable opuestos en un punto de conexión central (17) que además está conectado a través de un resorte de absorción de sacudidas (20) al cable (4) que está bobinado sobre el torno.

10. Un dispositivo según la reivindicación 9, donde en uno de los dos cables superiores (16b) hay incorporado un enlace débil (19) que es más débil que los otros elementos de amarre, con el resultado de que es este enlace débil y ningún otro el que primero se rompe en caso de sobrecarga.

11. Un dispositivo según las reivindicaciones 1-10,

5 **caracterizado porque** el elemento de absorción está conectado por el cable (4) a través de una polea (18) sujeta a un ancla (21) sobre el lecho marino, al torno (2) situado en la orilla conectado a un sistema de transmisión (26).

12. Un dispositivo según las reivindicaciones 1-10,

caracterizado porque el torno (2) es de auto-tensión, siendo tensado por un sistema de resorte mecánico incorporado o similar.

10 13. Un dispositivo según las reivindicaciones 1-10,

caracterizado porque el torno (2) es de auto-tensión, siendo tensado por un cuerpo de flotabilidad sumergido (24) sujeto a un cable de tensión (23) bobinado sobre un tambor de tensión cuyo radio es mejor que el del tambor de cable, donde el tambor de tensión está fijado al mismo eje que el tambor de cable y donde el cable de tensión es bobinado sobre el torno en la dirección opuesta del cable de torno (4), corriendo el cable de tensión desde el torno (2) a través de una polea (18) sujeta a un ancla sobre el lecho marino, antes de extenderse verticalmente hasta el cuerpo de flotabilidad (24).

15

14. Un dispositivo según las reivindicaciones 1-10,

caracterizado porque están provistos dos tornos (2a-b) situados sobre el lecho marino desplazados horizontalmente a una cierta distancia uno de otro, siendo tensados ambos tornos por uno y el mismo cuerpo de flotabilidad (24) con una polea (25), donde un cable de tensión de enrollado inverso (23), que es común a los dos tornos, corre a través de la polea, asegurando así que ambos cables de torno (4a-b) se mantienen tirantes.

20

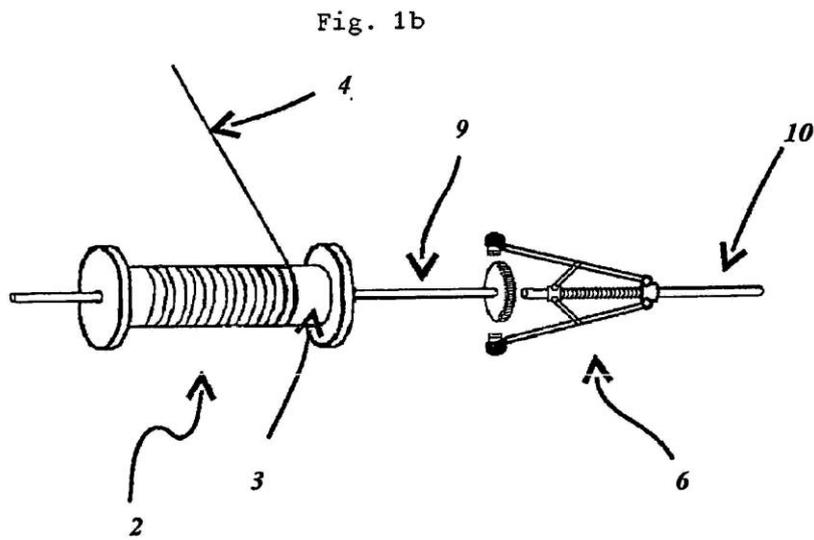
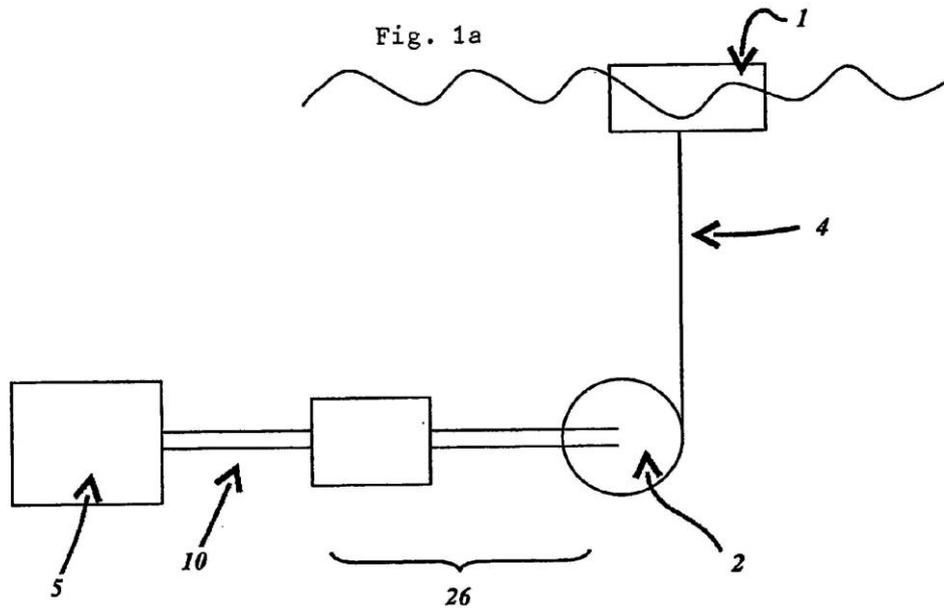


Fig. 2

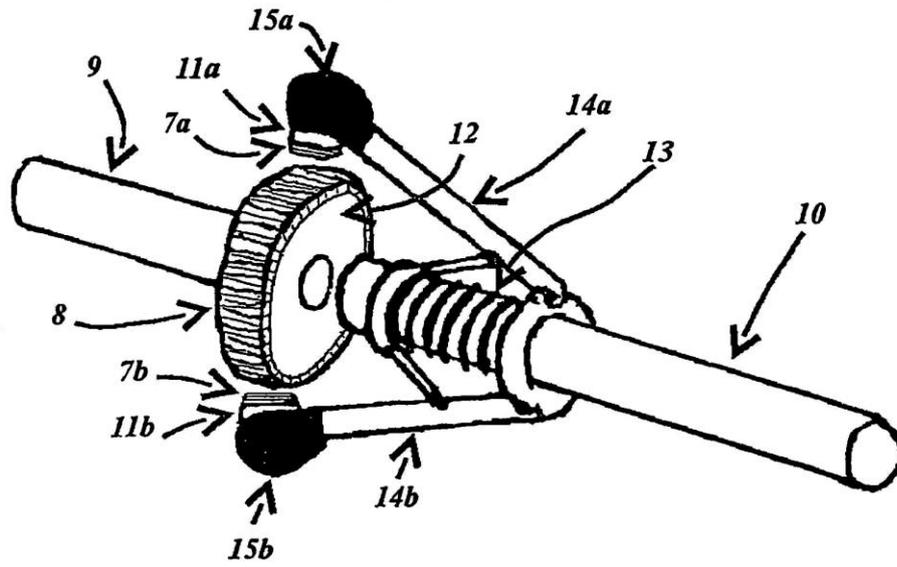


Fig. 3

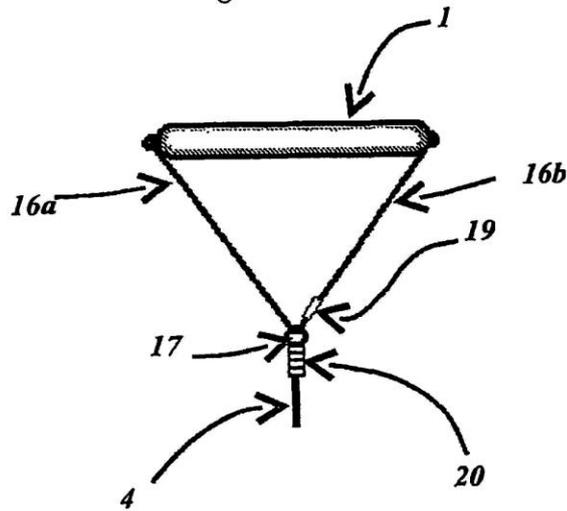


Fig. 4

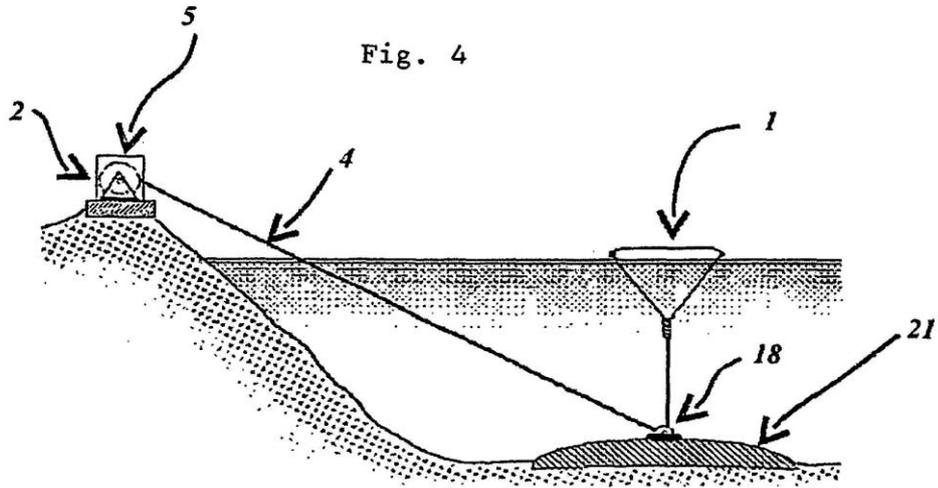
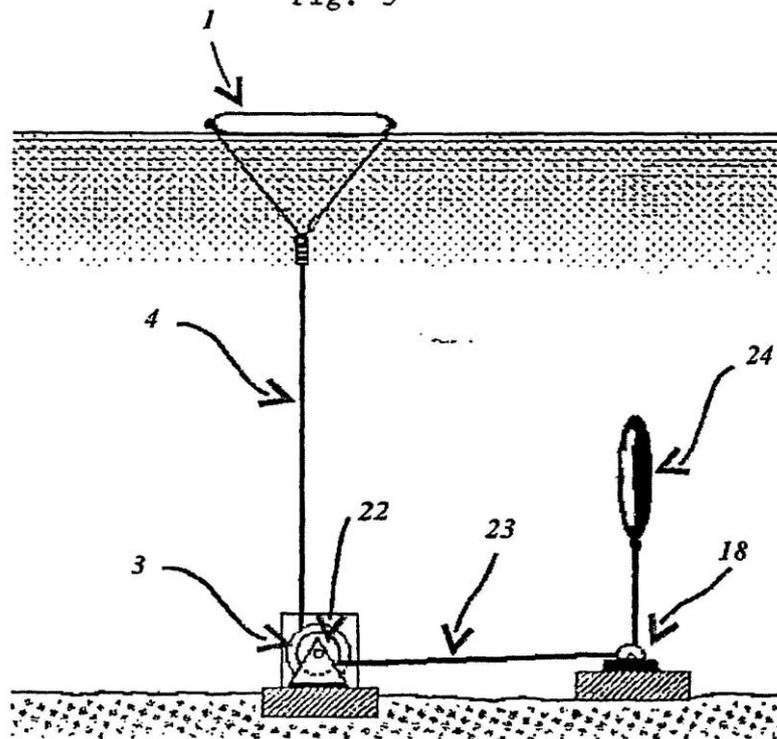


Fig. 5



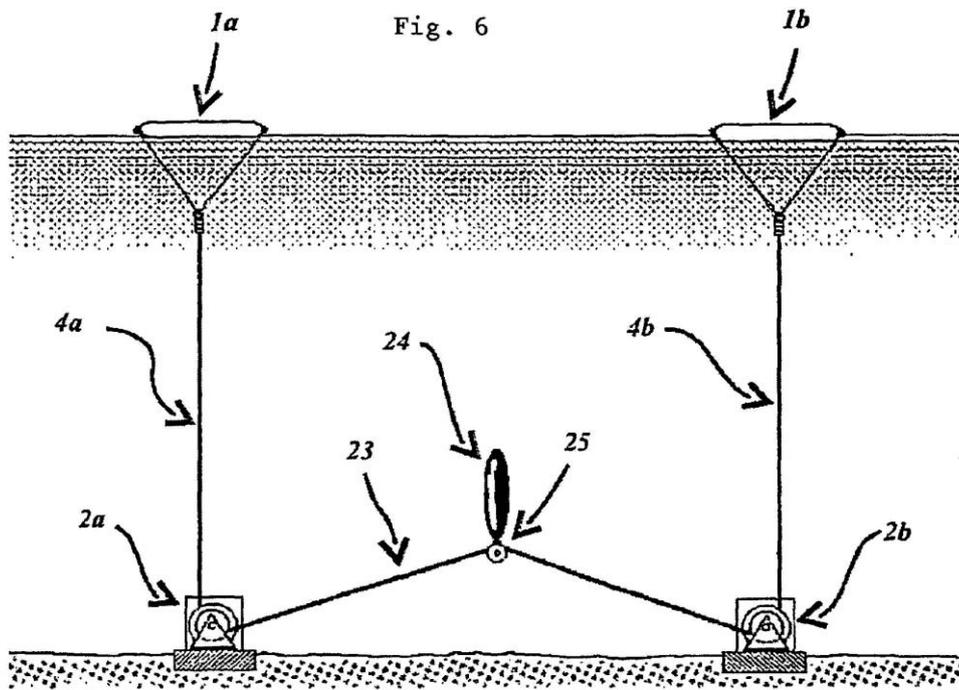
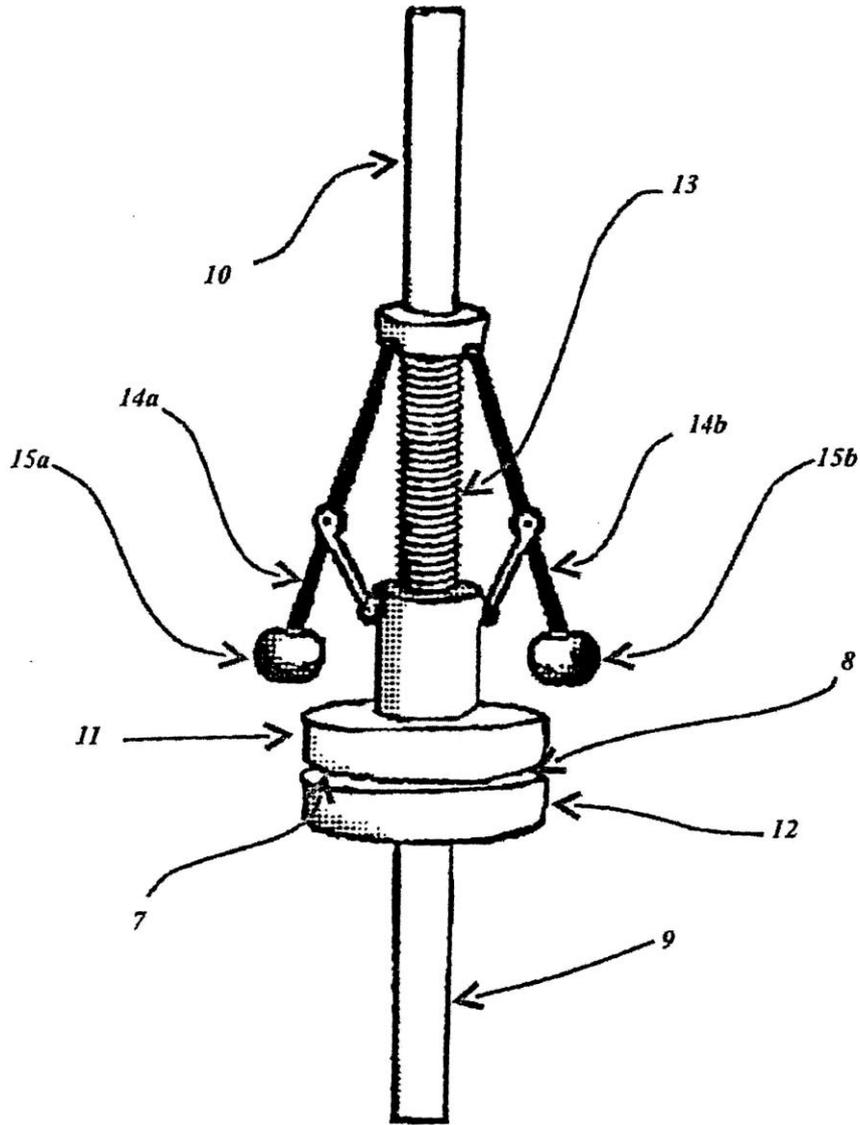


Fig. 7



REFERENCIAS CITADAS EN LA DESCRIPCIÓN

5 *Esta lista de referencias citadas por el solicitante está prevista únicamente para ayudar al lector y no forma parte del documento de patente europea. Aunque se ha puesto el máximo cuidado en su realización, no se pueden excluir errores u omisiones y la OEP declina cualquier responsabilidad al respecto.*

Documentos de patente citados en la descripción

10

- US 5808368 A [0001]
- US 20050285402 A1 [0002]
- US 20050121915 A [0007]
- GR 990100030 [0007]
- DE 2850293 [0013] [0014]
- WO 9630646 A [0014] [0015]
- US 4228360 A [0016] [0018] [0019] [0020] [0021]