

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 557 077**

51 Int. Cl.:

F03B 13/18 (2006.01)

F03B 13/16 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **17.01.2012 E 12701334 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **30.09.2015 EP 2665923**

54 Título: **Sistema y procedimiento para la extracción de energía de las olas del mar**

30 Prioridad:

18.01.2011 DE 102011008877

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

21.01.2016

73 Titular/es:

**NEMOS GMBH (100.0%)
Bismarckstr. 142
47057 Duisburg, DE**

72 Inventor/es:

PECKOLT, JAN PETER

74 Agente/Representante:

TANNER, Lukas

ES 2 557 077 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

Sistema y procedimiento para la extracción de energía de las olas del mar.

- 5 La presente invención se refiere a un sistema y a un procedimiento para la extracción de energía de las olas del mar con ayuda de un cuerpo flotante activado por el movimiento de las olas del mar, que se sumerge, por lo menos parcialmente, en el agua del mar, cuya longitud es múltiplo de su altura y anchura y del cual se guían debajo del cuerpo flotante cables separados entre sí, abiertos hacia puntos de referencia fijos, de manera
- 10 que, como mínimo, uno de los cables está previsto como cable de guiado para efectuar el guiado del cuerpo flotante sobre una trayectoria curva y, como mínimo, un cable está previsto como cable de trabajo para la transferencia de la energía de las olas, como mínimo, a un convertidor de energía.
- 15 Como convertidor de energía, se comprenderán, en relación con la presente invención, sistemas o dispositivos tales que se prevén para transformar la energía mecánica del cuerpo flotante con utilización de dispositivos mecánicos, en energía eléctrica o hidráulica.
- 20 Para alcanzar objetivos de política ambiental para lograr la independencia de los soportes de energía fósiles y reducir la energía nuclear, se está favoreciendo la utilización de energías renovables a escala mundial. Se encuentra a disposición en los mares de todo el mundo una gran cantidad de energía entre otros, en forma de olas en el mar, cuyo potencial para la generación de corriente es escasamente utilizado en la actualidad.
- 25 En las décadas pasadas se ha investigado en esta área y se han desarrollado gran cantidad de conceptos para la utilización de la energía de las olas del mar. Con esta razón, se generó un amplio espectro de sistemas, pero de ellos solamente unos pocos llegaron a la situación de prototipo. Una gran cantidad de todos los proyectos que han
- 30 dado lugar a prototipos, fracasaron finalmente en las pruebas, ante las solicitaciones generadas por condiciones extremas en el mar. Además, la situación del entorno marino de tipo corrosivo presentó grandes problemas con respecto al mantenimiento de las instalaciones y a su seguridad de funcionamiento. Otros modelos se mostraron, en condiciones naturales del mar, por debajo de la eficiencia prevista para el sistema.
- 35 Solamente unos pocos de los proyectos llegaron a la situación de aplicación comercial con alimentación de redes de suministro de energía.
- 40 La presente invención se refiere exclusivamente a los sistemas en los que el movimiento relativo en dirección vertical, horizontal o combinada en cuerpos móviles, se transforma en energía eléctrica o hidráulica. Estos sistemas dotados de cuerpos móviles han recibido la mayor atención en las publicaciones especializadas puesto que con ellos, por lo menos desde el punto de vista teórico, se pueden conseguir elevados coeficientes de rendimiento
- 45 Un criterio de evaluación esencial de los sistemas para la conversión de la energía de las olas es el coeficiente de rendimiento técnico, es decir, el cociente de la potencia de la instalación y de la potencia disponible de las olas. Para un punto determinado de instalación y para una dimensión determinada de la misma ello determina básicamente la magnitud de la generación de energía. Además del coeficiente de rendimiento técnico,
- 50 son decisivos para un funcionamiento económico, ante todo, los costes del sistema. Estos se componen de los costes de fabricación, mantenimiento y del montaje para su

eliminación de la instalación, así como, los costes de las infraestructuras requeridas. Desde el punto de vista económico, se puede considerar que una construcción simple y robusta con un coeficiente de rendimiento aceptable es superior a una instalación eficiente técnicamente que requiere elevados costes de inversión y de mantenimiento. En el desarrollo de los sistemas para la transformación de energía de las olas del mar se deben tener en cuenta, por lo tanto, ambos criterios para poder alcanzar costes reducidos en la generación de energía.

En la literatura especializada (Dr.-Ing.Kai-Uwe Graw, "Wellenenergie - eine hydromechanische Analyse", ISSN 0179-9444, IGAW BUGH Wuppertal, Abschnitt 8, Seite 8-8) se ha dado a conocer el principio de funcionamiento de un cuerpo flotante que es activado por las olas en un movimiento con respecto a un punto de referencia fijo y que acciona un generador eléctrico. El cuerpo flotante está anclado en el fondo marino en puntos fijos determinados mediante un sistema de cable, tanto en la dirección de las olas como también en la dirección contraria a las olas, de manera que los cables se extienden o se abren aproximadamente en 45°. Uno de los cables de anclaje está unido como cable de trabajo con dos cilindros hidráulicos dispuestos en el cuerpo flotante, el otro está destinado a cable de guiado para el cuerpo flotante estando fijado tanto en el cuerpo flotante como también en el fondo marino. Tanto para el movimiento de ascenso y descenso como también el de avance y retroceso del cuerpo flotante a causa de los movimientos de las olas, el mencionado cable de anclaje (cable de trabajo) genera un movimiento relativo con respecto al cuerpo, de manera que se accionan los cilindros hidráulicos. La presión hidráulica generada es utilizada en un convertidor de energía instalado en el cuerpo flotante para la generación de corriente eléctrica.

El otro cable de anclaje (cable de guiado) conduce al cuerpo flotante en una orientación fija según las direcciones de recorrido del cable con respecto a la ola, sobre una trayectoria curva (segmento de círculo) alrededor del punto de fijación fijo.

La solicitud de patente francesa FR 2 869 368 A1 tiene un sistema para la generación de energía de las olas del mar en el que, igual que en el sistema "Graw" que se ha descrito, se pueden utilizar los movimientos de las olas tanto en dirección horizontal como en dirección vertical. Con este objetivo un cuerpo flotante en forma de plataforma con estructura de disco está unido con cables que en un extremo está anclado en tres puntos de fijación separados entre sí en el fondo marino. Desde allí los cables son guiados sobre rodillos inversores dispuestos en la plataforma, hacia un cuerpo de lastrado conjunto dispuesto centralmente por debajo de la plataforma que está fijado en los extremos de los cables. A causa de su peso propio, el cuerpo de lastre mantiene los cables tensados en todo momento. Para movimientos de ascenso y descenso, como también para movimientos de avance y retroceso de la plataforma, bajo la influencia de las olas los rodillos inversores son accionados por los cables guiados sobre los mismos en direcciones de giro alternadas y transforman la energía por accionamiento de un generador conectado, o bien, de una bomba de alta presión que por su parte acciona un conjunto de turbina-generador.

Ambos sistemas tienen inconvenientes. El sistema descrito de "Graw" tiene el inconveniente de que solamente se puede conseguir una trayectoria curva eficiente sobre la que se puede desplazar el cuerpo flotante cuando la dirección de la ola corresponde a la orientación del sistema. El sistema no se puede adecuar a variaciones de la dirección de las olas, de manera que se tiene que prever pérdidas de potencia.

Se considerará como otro inconveniente que los dispositivos convertidores de energía y los controles necesarios para ello están dispuestos directamente sobre el cuerpo flotante donde están sometidos a la atmósfera corrosiva del aire marino y del agua de mar de manera directa. Por lo tanto, se pueden prever averías de funcionamiento y otros fallos en este sistema, siendo en cada caso necesario un elevado gasto de mantenimiento. Además, la masa de los dispositivos del convertidor de energía y de los controles conducen a un aumento de la masa global del sistema en desplazamiento, de manera que ello influye de manera negativa sobre las características de desplazamiento.

5

10

Los inconvenientes que se han descrito se pueden esperar también parcialmente del sistema de la patente francesa FR 2 869 368 A1 puesto que también en este caso los dispositivos para la conversión de la energía están dispuestos directamente sobre el cuerpo flotante, es decir, la plataforma. El direccionado del cuerpo flotante con respecto a la dirección de las olas no es significativo en este sistema puesto que el cuerpo flotante a causa de su estructura de disco permite igual forma de trabajar en todas las direcciones. No obstante, en este caso se tiene la ventaja del cuerpo flotante alargado que para la disposición transversal con respecto a la dirección de avance de las olas recibe la acción de un flujo de energía de mayor anchura. No se puede describir una curva determinada como trayectoria en el sistema conocido para el desplazamiento del cuerpo flotante puesto que el sistema no presenta ningún guiado determinado.

15

20

Finalmente se da a conocer mediante el documento US 5.066.867 A un sistema en el que los dispositivos convertidores de energía están dispuestos de forma estacionaria por debajo del nivel del mar, de manera que también en este caso se deben tener en cuenta inconvenientes por corrosión y por la dificultad de los trabajos de mantenimiento. También en esta disposición, para el movimiento del cuerpo flotante, no se puede describir una trayectoria curva puesto que el sistema no presenta ningún guiado determinado.

25

30

Se conocen sistemas similares así mismo por los documentos GB 2 015 657 A y US 5 808 368 A.

Partiendo del estado de la técnica descrito por Graw, el objetivo de la presente invención consiste en conseguir un sistema para la extracción de energía de las olas del mar que posibilite una utilización eficiente de la energía de las olas con elevada producción de energía, incluso para el caso de variación de la dirección de las olas en el lugar de instalación, y que para costes de invención reducidos presente una técnica simple y una elevada disponibilidad, con poco mantenimiento. Además, el sistema debe ser apropiado para utilizar efectos sinérgicos por la combinación con instalaciones de generación energía eólica situadas en el mar.

35

40

Para conseguir dicho objetivo se prevé, según la invención, que la fijación de todos los cables tenga lugar en un dispositivo de fijación central conjunto que permite una capacidad de ajuste libre del cuerpo flotante, como mínimo, con respecto a la dirección de las olas. Esto se puede conseguir en especial cuando el cuerpo flotante es direccionable de forma espacial con respecto a la dirección de las olas, de manera que, por ejemplo, para la fijación de todos los cables en el cuerpo flotante se utiliza un eje giratorio en la zona del eje vertical central. Esto se puede conseguir mediante un plato giratorio alrededor del eje vertical del cuerpo flotante dispuesto de manera giratoria en el que están fijados los cables. De manera alternativa, para conseguir la capacidad de ajuste del cuerpo flotante se utiliza un sistema de guías sobre un plano aproximadamente

45

50

horizontal en el que están fijados los cables. En ambos casos el cuerpo flotante es giratorio con respecto a la fijación, de forma ajustable. Después del direccionado del cuerpo flotante paralelamente a la cresta de la ola, tiene lugar un movimiento de traslación del cuerpo flotante a lo largo de una trayectoria de segmento circular alrededor del punto de fijación fijo alejado de la ola, o bien, de los puntos de fijación fijos alejados de las olas.

Mientras que en el estado de la técnica los cables retienen al cuerpo flotante en una posición preferente predeterminada mediante los puntos de fijación permanentes sobre el fondo marino, lo cual corresponde preferentemente a la dirección de las olas, que debe ser esperada, principalmente el cuerpo flotante de la invención está dispuesto con capacidad de movimiento de forma tal que puede bascular en el caso de variación de la dirección de las olas en una posición en la que es esperable una generación óptima de energía. Puesto que el cuerpo flotante, de acuerdo con la invención, se ha construido de forma alargada de manera que su extensión longitudinal es un múltiplo de su altura y anchura, en el caso de incidir la cresta de una ola, ésta actuará en primer lugar sobre el extremo más próximo a la ola del cuerpo flotante por lo que dicho cuerpo girará hasta adoptar una posición paralela al valle de la ola y, por lo tanto, quedará dirigida de manera óptima con respecto a la ola. Este efecto se parece al conocido como "atravesamiento" que tiene lugar en los desplazamientos en barco. Para influir de manera definida y mejorada en el comportamiento del desplazamiento el cuerpo flotante puede ser dotado adicionalmente de perfiles de guiado.

En una disposición favorable de la invención se prevé conectar los cables que salen del cuerpo flotante de manera pasiva en éste, de manera que cada cable, opcionalmente en la zona de los puntos fijos de referencia en los que se prevén medios de inversión, es guiado hacia el convertidor de energía y a dispositivos de control de la tracción de los cables y/o de la longitud de los mismos. "Pasivo" significa a este respecto que los cables están unidos con el cuerpo flotante mediante un dispositivo de fijación y que no tiene lugar ningún movimiento relativo entre los cables y el cuerpo flotante que se utilicen para la generación de energía. El concepto de control no se utilizará de manera limitada en esta descripción sino que comprenderá todos los tipos de regulación tales como, por ejemplo, controles con bucle de retroceso.

Mientras que en zonas con menor profundidad de agua en las que la dirección predominante de las olas es constante, la instalación descrita puede ser realizada solamente con dos cables, de acuerdo con una característica especial de la invención se prevén, como mínimo, y de manera preferente, tres cables fijados en el cuerpo flotante y cada uno de los cables es guiado mediante el medio de inversión asociado al mismo, que está fijado en cada uno de los, como mínimo, tres puntos fijos de referencia hacia el convertidor de energía así como el dispositivo de control del cable.

Según una característica específica de la invención se prevé que cada uno de los cables, en caso de necesidad, pueda ser utilizado como cable de guiado para el cuerpo flotante y como cable de trabajo para la transferencia de la energía mecánica a un convertidor de energía.

La disposición que se ha descrito conduce, en especial para cuerpos flotantes libremente direccionables, a que la trayectoria de desplazamiento del sistema pueda ser direccionada de manera correspondiente a la dirección de avance de la ola. De esta manera, el sistema funciona siempre de manera eficaz para diferentes direcciones de la

ola, de manera que también, puede ser generada una elevada energía en diferentes lugares con direcciones variables de las olas.

5 La invención prevé además que para la variación de la trayectoria de desplazamiento del cuerpo flotante el cable de guiado alejado de la ola puede ser fijado con longitud ajustable y/o controlable durante el movimiento. De esta manera se puede ajustar las condiciones correspondientes de la ola al desplazamiento adecuado del cuerpo flotante y eventualmente es corregible también durante el desplazamiento de la ola en el sentido de una utilización efectiva. La longitud del cable en el lado alejado de la ola determina el
10 radio y la inclinación de la curva de recorrido sobre la que discurre forzosamente el cuerpo flotante fijado en el extremo del cable, mientras que el control y transferencia de energía tiene lugar con intermedio del cable en el lado dirigido hacia la ola.

15 Ventajosamente, de acuerdo con otra característica de la invención, los cables de trabajo dirigidos hacia las olas son controlables durante el movimiento del cuerpo flotante. Para el caso de entrada de la cresta de una ola los cables serán bloqueados hasta alcanzar una profundidad de inmersión deseada, o bien, un esfuerzo de tracción deseado en el cable. En el periodo de tiempo siguiente se permitirá el movimiento del cuerpo flotante bajo la fuerza o velocidad definidas de manera que, el cuerpo flotante transmite a través
20 de los cables y de sus inversiones energía mecánica al convertidor de energía

La característica de movimiento del sistema (tales como, por ejemplo, el radio del arco de círculo, la pendiente, amplitud, profundidad de inmersión, velocidades y dirección del movimiento del cuerpo flotante), pueden ser ajustadas mediante el ajuste de la
25 correspondiente longitud de los cables y de las fuerzas que actúan sobre dicho cuerpo con intermedio del sistema de control/sistema de regulación. De modo general, es posible de esta manera que por el efecto del efecto combinado del movimiento de los tres cables se pueden llevar a cabo eficaces desarrollos de movimiento en un espacio tridimensional A través de los tres cables se puede, o bien, extraer energía, aplicar energía o no
30 efectuar conversión alguna de energía. De esta manera, se pueden adecuar los parámetros a las condiciones reales de las olas (tal como, por ejemplo, altura de la ola, longitud de la ola, periodo y dirección de la ola) para conseguir una potencia óptima.

35 De acuerdo con una característica específica de la invención, para una mejor utilización del espectro de direcciones de las olas se puede adecuar el control de los cables individuales a la dirección de avance correspondiente de las crestas de las olas entrantes. Esto se puede conseguir, por ejemplo, por la disposición de los cables de trabajo, de manera que, para el cable en cuya dirección entra una ola única, se permita una amplitud de movimiento mayor.
40

Después de alcanzar la cresta de la ola el cuerpo flotante se desplaza automáticamente a su posición inicial. Se ha demostrado que el cuerpo flotante vuelve con mayor rapidez a su posición inicial mediante un guiado en retroceso activo. En investigaciones experimentales se han podido conseguir mediante esta medida técnica aumentos de
45 potencia en el rango de olas cortas de mayor frecuencia. Además, mediante la fuerza de tracción y de retroceso controlada se consigue una inmersión mayor del cuerpo flotante en el valle de la ola. Esto conduce, tal como se ha demostrado en consideraciones analíticas, a otros aumentos de la potencia. Por lo tanto, se prevé de acuerdo con la invención, que para el retroceso activo del cuerpo flotante elevado hasta la cresta de una
50 ola, o bien, para el control de la profundidad de inmersión, se pueda aplicar a cada uno de los lados de los cables dirigidos hacia la ola un esfuerzo de tracción controlable.

Preferentemente, se prevé que el convertidor de energía sea un generador eléctrico y que el cable de trabajo dirigido hacia la ola, o bien, los cables de trabajo dirigidos hacia la ola, sean dispuestos para el accionamiento directo o indirecto del generador. El generador puede ser accionado de manera conocida en si misma por medio de una polea de cable mediante la cual se guía el cable previsto para la transferencia de energía. El cambio de la dirección de giro puede ser compensado mediante dispositivos de rueda libre. De manera alternativa se pueden utilizar generadores lineales u otros convertidores de energía conocidos que son accionados, por ejemplo, mediante cilindros aire a presión o cilindros hidráulicos de maneta directa o indirecta a través del cable o de los cables.

Para la protección contra condiciones atmosféricas extremas, según otra previsión de la invención, el cuerpo flotante puede ser hundido a profundidades de agua que tienen un menor movimiento. Para ello una parte del cuerpo flotante puede ser inundada con agua de mar. Se inundará, preferentemente, hasta tal punto que ejerza sobre el cable de trabajo y el cable de guiado un esfuerzo dirigido hacia arriba. De esta manera, después de la disminución de las condiciones extremas del tiempo se puede guiar nuevamente a la superficie al destensar los cables. La extracción por bombeo del agua del cuerpo flotante tiene lugar mediante una bomba. Ésta puede ser accionada mediante una célula solar instalada en la superficie del cuerpo flotante o mediante una batería. De manera alternativa, el vaciado puede tener lugar mediante un levantamiento permanente del cuerpo flotante por la zona inferior del mismo.

Para conseguir una mejor capacidad de adaptación a las condiciones de las olas y para reducir el peligro de averías de las construcciones adyacentes o de vehículos acuáticos, en el caso de que se liberara el cuerpo flotante de sus anclajes, se prevé además que el cuerpo flotante presente un reducido peso propio para elevados esfuerzos ascensionales de manera que los esfuerzos de levantamiento se pueden variar mediante la inundación de forma prevista del cuerpo flotante. Una construcción basada en material plástico es ventajosa. Se puede prever la construcción del cuerpo flotante como cuerpo compresible cuya forma es influida por la presión interna que supera la presión atmosférica. De esta manera, se pueden utilizar también materiales flexibles. En caso de constitución del cuerpo flotante en forma de cuerpo compresible con una envolvente externa flexible, se pueden reducir los esfuerzos necesarios para hundir el cuerpo en profundidades de agua con menor movimiento dado que el volumen de aire contenido se reduce de manera sensible.

Por lo tanto, se pueden utilizar también materiales flexibles. Para la constitución del cuerpo flotante como cuerpo a presión con una envolvente flexible externa, se pueden disminuir los esfuerzos necesarios para el hundimiento del cuerpo a profundidades de agua con menor movimiento, de manera que el volumen contenido se reduzca de manera sustancial.

Es especialmente ventajoso que el convertidor de energía y los dispositivos para el control de los cables estén protegidos contra la acción del agua del mar. Esto se consigue, por ejemplo, cuando, de acuerdo con la invención, se dispone una construcción estática por encima del nivel del mar. Este dispositivo puede estar constituido de, por ejemplo, un poste anclado al fondo marino o una torre que sobresale de manera suficiente sobre la cresta de ola más elevada que se pueda prever. Mediante una disposición de este tipo se protegen mejor las partes sensibles del sistema, de manera que, la seguridad de funcionamiento del sistema aumenta debidamente y se reducen las necesidades de mantenimiento.

Una disposición especialmente apropiada de la invención prevé el conectar el sistema con instalaciones de energía eólica dispuestas en el mar, de manera que, los dispositivos protegidos contra el agua de mar para la conversión de energía, así como, los dispositivos para el control de la tensión de los cables estén dispuestos sobre la torre de la instalación de energía eólica, o bien, en la misma torre o en la góndola de forma integrada. La estructura constructiva de la instalación de energía eólica recibirá entonces solamente esfuerzos de compresión y no de momentos de vuelco, de manera que, es posible la integración del sistema en instalaciones ya existentes, o bien, en construcciones nuevas sin variación sustancial de la construcción o de la estática de la misma.

También de forma ventajosa se pueden conectar una serie de sistemas a módulos de un parque de energía que puede estar dispuesto solo o en combinación con un parque eólico. Los sistemas pueden estar dispuestos de forma tal que su anclaje puede ser utilizado, por lo menos parcialmente, por varios sistemas de manera simultánea. En la conexión de varios sistemas en un parque eólico los sistemas pueden estar dispuestos de forma tal que rodeen el parque eólico y, por lo tanto, reduzcan la energía del mar en la zona de las instalaciones eólicas.

En zonas con profundidades de agua mayores los puntos de referencia fijos para los cuerpos flotantes pueden ser previstos también en una construcción sumergida que se puede fijar mediante anclajes adecuados en posiciones fijas mediante una conformación adecuada de una gran masa hidrodinámica presentando una elevada capacidad de soporte. En este caso el direccionado hacia la dirección de la ola puede tener lugar mediante una autoalineación de todo el sistema alrededor de su anclaje. En este caso es suficiente para cada cuerpo flotante un sistema cinemática con dos cables de los que solamente se utilizará el cable dirigido hacia la ola para el control y conversión de la energía.

Para utilizar de manera efectiva el sistema para extracción de energía de las olas del mar se prevé en un procedimiento de trabajo según la presente invención, que los cables de guiado sean ajustados en el lado alejado de la ola en primer lugar con dependencia del radio deseado y la inclinación deseada de la curva de trayectoria del cuerpo flotante en su longitud. De esta manera, los cables de trabajo son bloqueados en el lado del cuerpo flotante dirigido hacia la ola en la entrada de una cresta de ola hasta conseguir una profundidad de inmersión deseada, o bien, un esfuerzo de tracción deseado. Finalmente, se permitirá el desplazamiento del cuerpo flotante bajo una fuerza definida o una velocidad definida, de manera que el cuerpo flotante transmite con intermedio del cable de trabajo energía mecánica al convertidor de energía. Después de alcanzar la cresta de la ola el cuerpo flotante se desplaza en retroceso a su posición inicial. Después de ello los cables de trabajo son sujetados nuevamente bajo tensión por el sistema de control. Un nuevo ciclo puede empezar.

Para un aumento adicional de la potencia a conseguir mediante el procedimiento según la invención, se prevé favorecer los movimientos del cuerpo flotante en su posición de partida mediante un esfuerzo introducido de forma activa mediante el cable de trabajo. Mediante el retroceso activo el cuerpo flotante llega más rápidamente de nuevo a su posición de partida, de manera que se puede conseguir aumentos sensibles de potencia en los rangos de las olas más cortas de frecuencia más elevada. Simultáneamente, los esfuerzos de retroceso conducidos a través del cable o cables de trabajo pueden

conseguir una inmersión más rápida del cuerpo en el valle de la ola, de manera que se pueden conseguir otros aumentos de potencia adicionales.

5 La característica de movimiento del sistema (tal como, por ejemplo, el radio del arco de círculo, la inclinación, amplitud, profundidad de inmersión, velocidades y dirección de movimiento) se pueden ajustar mediante el sistema de control, de manera que, para alcanzar una trayectoria de desplazamiento óptima, de acuerdo con la invención, antes del desplazamiento del cuerpo flotante o durante dicho desplazamiento, la longitud del cable de guiado o de los cables de guiado sea ajustada.

10 De manera ventajosa el esfuerzo conducido por el cable de trabajo puede ser utilizado también para el ajuste de la profundidad de inmersión del cuerpo flotante en el valle de la ola.

15 El sistema descrito presenta las siguientes ventajas con respecto a las técnicas conocidas:

20 La disposición descrita posibilita un direccionado del cuerpo flotante y de la curva de trayectoria de manera correspondiente a la dirección de avance real de la ola, de manera que, se pueden conseguir elevados rendimientos de energía incluso en lugares con variación de la dirección de las olas. El sistema en su conjunto se caracteriza por relativamente elevadas reducciones de energía y reducidos costes. El rendimiento relativamente elevado de la energía se consigue mediante un coeficiente de rendimiento de la curva de trayectoria optimizada y mediante una elevada amplitud funcional de forma alargada dispuesta transversalmente a la dirección de las olas. Los reducidos costes de fabricación y de mantenimiento resultan de la utilización de la cinemática de cables que requieren una reducida utilización de material y un número reducido de partes móviles, y también del adecuado posicionado de todos los elementos sensibles de control y conversión de energía en un punto protegido del agua de mar situado fuera del cuerpo flotante.

30 Con la propuesta de acoplamiento con instalaciones de energía eólica situadas en el mar, el sistema presenta decisivas ventajas con respecto a conceptos anteriores. La estructura constructiva de las instalaciones de energía eólica es especialmente adecuada para la disposición del convertidor de energía y los dispositivos para el control de la tensión del cable y/o de la longitud de los mismos. La estructura será solicitada solamente por los esfuerzos de los cables y no por momentos de vuelco. Por lo tanto, es posible un montaje *a posteriori* del sistema en instalaciones ya existentes, o bien, la integración en construcciones nuevas sin variación sustancial de la construcción.

40 El sistema objeto de la invención será descrito a continuación según un ejemplo de realización en el que el cuerpo flotante libremente direccionable se combina con la disposición del convertidor de energía y el control de los cables fuera del agua del mar.

45 La figura 1 muestra el sistema objeto de la invención en relación con una instalación de generación de energía eólica en el mar.

50 La figura 2 muestra el acoplamiento de un parque de energía de las olas que comprende varios sistemas con una instalación de energía eólica en el mar.

En la figura 1 se muestra de manera muy simplificada el sistema según la invención. Se ha indicado con el numeral 1 el cuerpo flotante semicilíndrico que flota en el agua del mar 2, cuya parte inferior curvada se sumerge parcialmente en el agua del mar 2. El cuerpo flotante 1 que es cerrado, es hueco y está realizado de un metal resistente a la corrosión o material plástico u otro material resistente al agua de mar. Tal como se puede observar, el cuerpo flotante 1 presenta una longitud sensiblemente mayor que su anchura, o bien su altura, y presenta su cara superior plana. Esta forma se ha demostrado especialmente aconsejable, si bien se pueden prever también otras formas.

En su cara inferior está dispuesto un dispositivo de fijación 3 en el cuerpo flotante para diferentes cables S. Los cables S están sujetos de manera pasiva, es decir, están fijados pero posibilita simultáneamente el movimiento espacial del cuerpo flotante 1 alrededor del dispositivo de fijación 3 de los cables. En el caso más simple el dispositivo de fijación 3 está dispuesto con capacidad de giro en la cara inferior del cuerpo flotante 1 alrededor del eje vertical 4 del cuerpo flotante, de manera que el cuerpo flotante 1 posibilita un ajuste libre.

Tal como se puede apreciar en la figura 1 tres cables S1, S2 y S3 están unidos en el dispositivo de fijación 3, cuyos cables están dispuestos de forma piramidal separados entre sí con respecto a los rodillos de inversión U1, U2 y U3 por debajo del nivel del mar. Los rodillos de inversión U1 a U3 están anclados en la zona del fondo marino 5 para lo que se puede utilizar, por ejemplo, pesos de basamento o anclajes constituyendo puntos de referencia fijos 6 para el cuerpo flotante 1 y su dispositivo de fijación 3. Uno de los rodillos de inversión U3 está constituido en el ejemplo descrito por un bloque de rodillos de inversión 4 con otros rodillos inversores en la base de una torre 7 de una instalación de energía eólica a la cual está fijado. Cada uno de los cables mostrados S1 a S3 es invertido de manera arrollable partiendo del dispositivo de fijación 3 sobre uno de dichos rodillos inversores U1 a U3 y está guiado hacia el bloque de rodillos inversores 4 desde el cual todos los cables S1 a S3 discurren hacia arriba, a lo largo de la torre 7 de la instalación de energía eólica hacia un convertidor de energía 8 dispuesto por encima de la superficie del mar y por fuera del alcance de las olas siendo guiados a un dispositivo para el control de la tensión de los cables y/o de la longitud de los mismos 9. Cada uno de los cables S1, S2, S3 discurre, con independencia de otros cables alrededor de los rodillos de inversión U1, U2 y U3, así como, alrededor de los rodillos inversores del bloque de rodillos inversores 4 y, a continuación, son guiados de forma separada y fijados en una longitud predeterminada.

El convertidor de energía 8, que no se describe de manera detallada, comporta esencialmente un generador eléctrico accionado mecánicamente al que se alimenta la energía mecánica producida por movimiento del cuerpo flotante con intermedio de los cables S1, S2, S3 y en un dispositivo apropiado se transforma en un movimiento de rotación para el accionamiento del generador. La corriente generada por el generador se da alimentada a la corriente, mediante un cable que no se ha mostrado. También es posible utilizar temporalmente el generador eléctrico como motor.

El sistema funciona de la manera siguiente:

Una ola 11 que discurre en la dirección 10 alcanza el lado más ancho del cuerpo flotante 1 en primer lugar en el lado dirigido hacia el mismo y produce un giro del cuerpo flotante 1 mantenido con respecto los puntos de referencia fijos 6 y cuyo eje vertical 4, que simultáneamente sirve de eje de giro del dispositivo de fijación 3 de los cables S1 a S3.

Como resultado el cuerpo flotante 1 se dispone transversalmente a la dirección 1 O de las olas 11 y facilita una superficie de acción óptima a la ola 11. Entre los cables S guiados de manera tensada sobre los rodillos inversores U el cable S3 produce el guiado del cuerpo flotante 1 en el lado alejado de la ola, pudiéndose adecuar su longitud incluso durante el movimiento del cuerpo flotante 1 para alcanzar una trayectoria de desplazamiento óptima. Dicho cable S3 será designado en lo que sigue cable de guiado. Dado que el cable será en primer lugar, por su función, cable de guiado, cada uno de los cables S1 a S3 puede ser cable de guiado tan pronto como se encuentra en el lado alejado de las olas del cuerpo flotante 1.

Los cables S1 y S2 del lado alejado de las olas del cuerpo flotante 1 al encontrarse con la cresta de una ola serán detenidos en primer lugar, mediante el dispositivo de control de la tensión del cable y/o de la longitud del cable 9 hasta alcanzar una profundidad determinada de inmersión del cuerpo flotante 1, o bien, de la fuerza de tracción deseada alcanzada por la acción de la ola sobre el cuerpo flotante 1. Inmediatamente después se permitirá un movimiento del cuerpo flotante 1 bajo un esfuerzo o velocidad definidos de manera que sobre los cables S2 y S3 dirigidos hacia las olas, que a continuación se designarán como cables de trabajo, transferirán energía mecánica al generador.

Durante el movimiento del cuerpo flotante 1 los cables de trabajo S2 y S3 tal como simbolizan las flechas dobles, serán tensados por el efecto de la ola 11 y después de pasar la cresta de la ola serán sujetados nuevamente mediante el esfuerzo aplicado por el dispositivo de control. De este modo el cable de guiado S determina, sobre el lado del cuerpo flotante 1 alejado de la ola 11, su trayectoria de desplazamiento.

Después de alcanzar la cresta de la ola, el cuerpo flotante 1 se desplaza automáticamente en regreso a su posición de partida o bien, será obligado a regresar de manera activa mediante un esfuerzo guiado mediante los cables de trabajo S2 y S3. Mediante un retroceso activo, el cuerpo flotante 1 llega de manera más rápida, nuevamente a su posición de partida. El esfuerzo de retorno ocasiona, además, una inmersión más profunda del cuerpo flotante 1 en el valle de la ola, lo que conduce a un aumento adicional de la potencia.

Mediante el ajuste de las correspondientes longitudes de los cables y de los esfuerzos que actúan sobre el cuerpo flotante 1 mediante los dispositivos de control de la tensión del cable y/o de la longitud del cable 9 se puede ajustar la característica de desplazamiento de todo el sistema (tal como, por ejemplo, el radio del arco de giro, la inclinación, amplitud, profundidad de inmersión, velocidades y dirección de desplazamiento) de manera que pueden adecuar todos los parámetros a las condiciones reales de las olas tales como altura de las olas, longitud de las olas, periodo y dirección de las olas.

Para la mejor utilización del espectro de direcciones, la trayectoria de desplazamiento puede ser adecuada mediante el control individual de los cables individuales S1, S2, S3, a la dirección de avance correspondiente de la cresta de la ola entrante. Ello se consigue, por ejemplo, mediante disposiciones de dos cables de trabajo S2 y S3 de manera que para el cable de trabajo S2 o S3, de cuya dirección entra una ola individual 11, se permite una amplitud de desplazamiento más grande. El número de los cables de trabajo y cables de guiado utilizados no está limitado al número mostrado en el ejemplo sino que, se puede escoger según necesidades y peculiaridades. Cada uno de los cables S puede ser

utilizado según la dirección de desplazamiento de la ola como cable de trabajo o cable de guiado.

5 En la figura 2 se ha mostrado esquemáticamente una utilización adecuada del sistema objeto de la invención en un parque de generación de energía en el que se han combinado instalaciones de energía eólica con el sistema de extracción de energía de las olas del mar. Múltiples cuerpos flotantes 1 del tipo descrito en la figura 1, con su cinemática, se han representado reunidos y están unidos con el sistema de cables descrito en la figura 1 con la torre 7 (pueden existir varias torres) de la instalación de
10 generación de energía eólica. Iguales piezas se han designado con iguales numerales de referencia tales como los utilizados en la figura 1.

15 En ambos ejemplos se puede prever también que los cables estén guiados en el interior de las torres 7 de la instalación de energía eólica; igualmente se pueden colocar convertidores de energía 8 y/o dispositivos para el control de la tensión de los cables y/o de la longitud de los cables 9 en el interior de la torre. Dado que la estructura constructiva de la instalación de generación de energía eólica está solicitada solamente por esfuerzos de empuje y no por momentos de vuelco, la instalación *a posteriori* del sistema en
20 instalaciones ya existentes, o bien, su integración en construcciones nuevas es posible sin variaciones sustanciales de la construcción.

REIVINDICACIONES

5 1. Sistema para la extracción de energía de las olas del mar, con ayuda de un cuerpo flotante (1) sumergido, por lo menos parcialmente, en el agua del mar, cuya longitud es un múltiplo de su altura y anchura y del que se prevén cables (S1, S2, S3) en la parte inferior del cuerpo flotante hacia puntos de referencia fijos separados entre sí (U1, U2, U3), siendo guiados de forma divergente de manera que, como mínimo, uno de los cables está previsto como cable de guiado para efectuar el guiado del cuerpo flotante sobre una trayectoria curva y, como mínimo, un cable está previsto como cable de trabajo para la transferencia de la energía de la ola a, como mínimo, a un convertidor de energía (8),

15 **caracterizado** porque la fijación de todos los cables (S) tiene lugar en un dispositivo de fijación general central sobre el cuerpo flotante (1) que posibilita el ajuste libre del cuerpo flotante (1), como mínimo, con respecto a la dirección de las olas.

20 2. Sistema para la extracción de energía de las olas del mar, según la reivindicación 1, **caracterizado** porque los cables S están conectados de manera pasiva mediante uno o varios dispositivos de fijación (3) en el cuerpo flotante (1) desde el cual cada uno de los cables (S) opcionalmente con intermedio de un elemento de inversión (U), previsto en la zona de los puntos de referencia fijos (6), es guiado hacia el convertidor de energía (8) y a dispositivos para el control de la tensión del cable y/o de la longitud del cable (9).

25 3. Sistema para la extracción de energía de las olas del mar, según la reivindicación 1 o 2, **caracterizado** porque, como mínimo, tres cables (S1, S2 y S3) están fijados en el cuerpo flotante (1) y cada uno de los cables (S1, S2, y S3) está guiado con intermedio del elemento de inversión asociado al mismo (U1, U2 y U3) a cada uno de los, como mínimo, tres puntos de referencia fijos (6) hacia el convertidor de energía (8), así como, al dispositivo para el control de los cables y/o de la tensión de los cables (9).

30 4. Sistema para la extracción de energía de las olas del mar, según las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado** porque cada uno de los cables (S1 a S3) es utilizable según necesidad como cable de guiado para el cuerpo flotante (1) y como cable de trabajo para la transferencia de la energía de las olas al convertidor de energía (8).

35 5. Sistema para la extracción de energía de las olas del mar, según una de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado** porque para la variación de la trayectoria de desplazamiento del cuerpo flotante (1) el lado del cable de guiado (S3) alejado de la ola es ajustable en su longitud y/o durante el desplazamiento.

40 6. Sistema para la extracción de energía de las olas del mar, según una de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizado** porque la longitud del cable de cada uno de los cables de trabajo (S2 y S3) alejados de las olas es controlable durante el desplazamiento del cuerpo flotante (1).

45 7. Sistema para la extracción de energía de las olas del mar, según una de las reivindicaciones 5 y 6, **caracterizado** porque el control de los cables individuales (S) se puede adecuar a la correspondiente dirección de avance de la cresta de la ola incidente.

50

8. Sistema para la extracción de energía de las olas del mar, según una de las reivindicaciones 1 a 7, **caracterizado** porque para el retroceso activo del cuerpo flotante (1) elevado sobre una cresta de ola, se puede aplicar en cada uno de los cables de trabajo (S2 y S3) alejados de la ola, un esfuerzo de tracción controlable.

5

9. Sistema para la extracción de energía de las olas del mar, según una de las reivindicaciones 1 a 8, **caracterizado** porque el cuerpo flotante (1) puede ser hundido en zonas de agua profundas con menor movimiento del agua, para la protección contra los esfuerzos producidos por condiciones extremas del tiempo.

10

10. Sistema para la extracción de energía de las olas del mar, según una de las reivindicaciones 1 a 9, **caracterizado** porque el convertidor de energía (8) y los dispositivos para el control de la tracción de los cables y/o de la tracción de los cables (9) están dispuestos con protección contra el agua de mar en una estructura estática (7) por encima del nivel del mar.

15

11. Sistema para la extracción de energía de las olas del mar, según una de las reivindicaciones 1 a 10, **caracterizado** por la conexión del sistema en instalaciones de captación de energía eólica en el mar, de manera que los dispositivos protegidos contra el agua de mar para la conversión de energía (8), así como, los dispositivos para el control de la tracción de los cables están dispuestos, o bien, en la torre (7) o en la góndola de una instalación de captación de energía eólica.

20

12. Sistema para la extracción de energía de las olas del mar, según una de las reivindicaciones 1 a 11, **caracterizado** porque los puntos de referencia fijos (6) para el cuerpo flotante (1) están previstos en una construcción submarina que se pueden fijar mediante anclajes adecuados en posición fija o que presenta una elevada capacidad de esfuerzo mediante una conformación adecuada.

25

13. Sistema para la extracción de energía de las olas del mar, según una de las reivindicaciones 1 a 12, **caracterizado** porque los cables (S) conectados al cuerpo flotante (1) son guiados hacia bombas de agua de mar/bombas hidráulicas, desde las cuales se guían conducciones a presión a convertidores de energía en los que la presión hidráulica es transformada en energía eléctrica.

30

35

14. Procedimiento para la extracción de energía de las olas del mar con utilización del sistema, según una de las reivindicaciones 1 a 13, **caracterizado** por la sucesión de las siguientes etapas:

40

- los cables de guiado, en el lado alejado de las olas, son ajustados en su longitud con dependencia del radio deseado y de la inclinación de la trayectoria curva del cuerpo flotante,

45

- los cables de trabajo, en el lado del cuerpo flotante alejado de las olas, serán detenidos al entrar una cresta de ola hasta que se alcanza una profundidad de inmersión deseada, o bien, un esfuerzo de tracción deseado.

50

- finalmente, se permitirá un desplazamiento del cuerpo flotante bajo una fuerza o velocidad definida, de manera que el cuerpo flotante transfiera energía mecánica al convertidor de energía con intermedio del cable de trabajo.

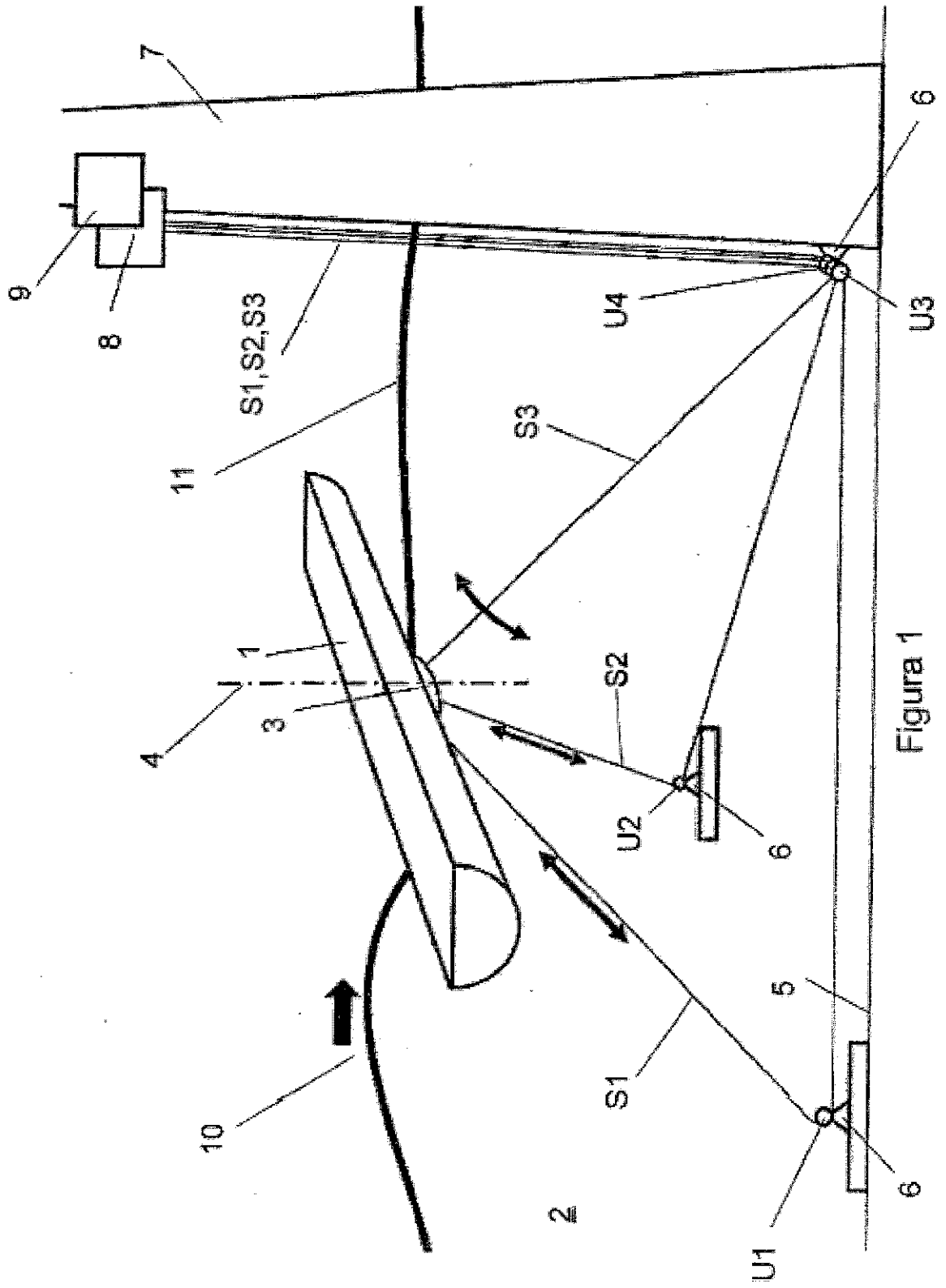


Figura 1

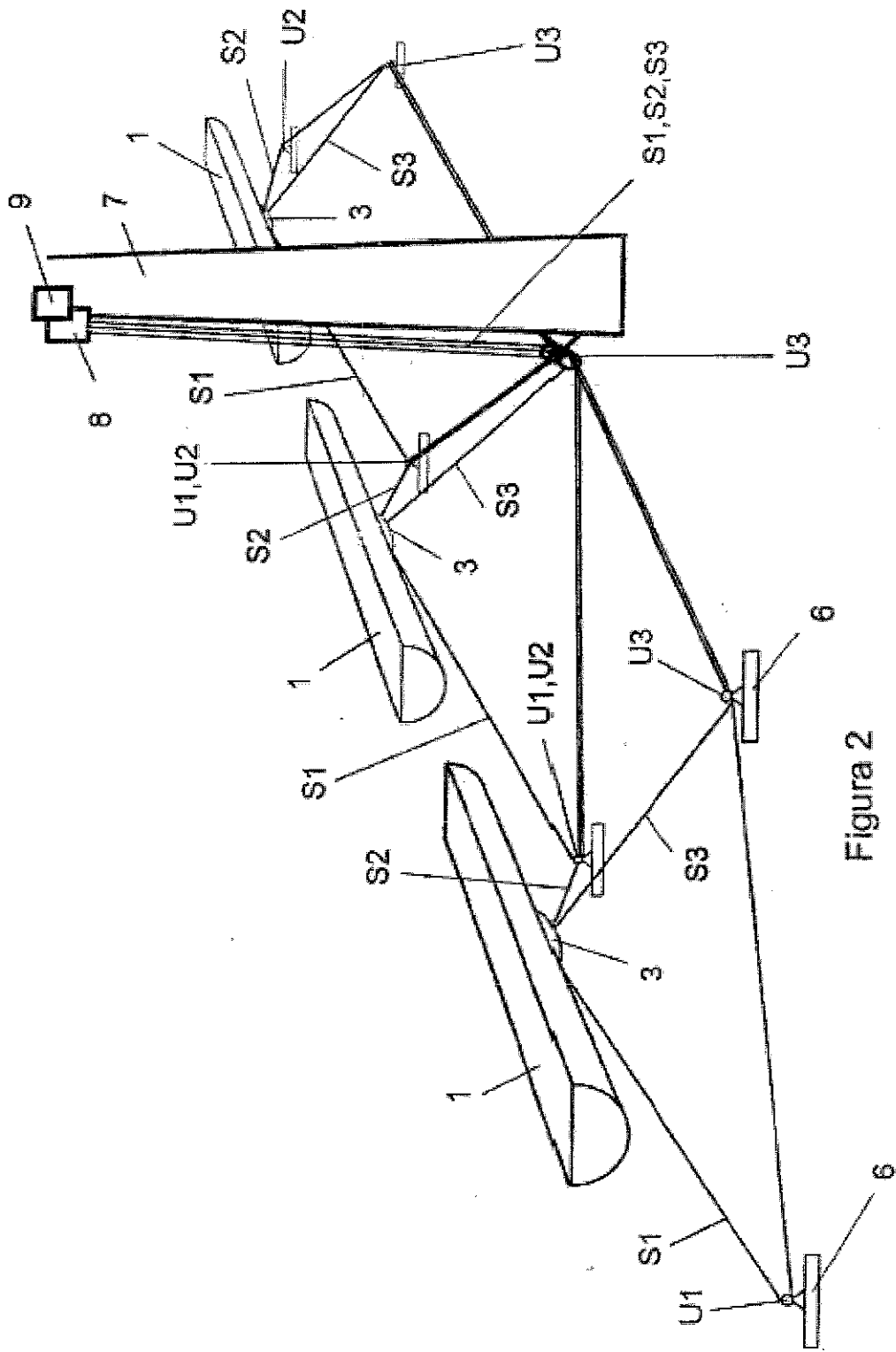


Figura 2