

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 550 963**

51 Int. Cl.:

F03B 13/26 (2006.01)

B63B 35/44 (2006.01)

B63B 21/50 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **04.04.2008** **E 08761455 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **29.07.2015** **EP 2141353**

54 Título: **Unidad de generación de energía eléctrica sumergible para el aprovechamiento energético de las corrientes marinas**

30 Prioridad:

12.04.2007 ES 200700985

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

13.11.2015

73 Titular/es:

**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID
(100.0%)
C/ RAMIRO DE MAEZTU 7
28040 MADRID, ES**

72 Inventor/es:

LÓPEZ PIÑERO, AMABLE

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 550 963 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

Unidad de generación de energía eléctrica sumergible para el aprovechamiento energético de las corrientes marinas.

Sector técnico

- 5 Esta invención se encuadra dentro del sector de la "Tecnología fuera-costa marina" (Offshore technology) y también dentro del sub-sector llamado "plantas de aprovechamiento de energías renovables".

Estado de la Técnica

En la actualidad, existe un marcado interés en el aprovechamiento de las energías renovables, que dentro del campo marino se centran en los siguientes tipos de plantas generadoras:

- 10 - Eólicas
- Hidrotermales
- De las olas
- De las corrientes

- 15 El aprovechamiento de la energía de las corrientes (tanto las constantes y de tipo estacional, de origen térmico) como las de las producidas por las mareas (de ciclo bidual y origen gravitacional), está suscitando un interés especial por sus grandes posibilidades de desarrollo.

El diseño más extendido consiste en una estructura fijada al fondo sobre la que se fijan los generadores (de tipo eléctrico), movidos por hélices con palas de gran esbeltez, similares a las de los generadores eólicos.

- 20 La mayor parte de la estructura está sumergida (incluyendo generadores y hélices), sobresaliendo sobre la superficie del mar una parte pequeña, que permite el acceso al interior de la planta y, eventualmente al izado de los elementos activos para labores de mantenimiento de mayor envergadura.

Con este diseño la profundidad de la zona de operación está limitada, siendo apropiado sólo para mares de tipo pre-continental como el Mar del Norte. No siendo posible el uso de este tipo de plantas con láminas de agua por encima de los 100 m como ocurre, por ejemplo, en el Estrecho de Gibraltar.

- 25 La solución planteada hasta la fecha para el uso de generadores en mares más profundos, consiste en el uso de generadores submarinos, de flotabilidad controlada, compuestos por un cuerpo cilíndrico donde se aloja el generador. Por su parte delantera dispone de un sistema de enganche a un cable o cadena, ligada al fondo de forma elástica, por medio de un sistema de anclaje similar al utilizado en plataformas offshore. Por su parte trasera se coloca la hélice, que es movida por la corriente marina.

- 30 Este sistema presenta dos problemas: La dificultad de contrarrestar el momento de giro de reacción en el generador y el problema de cómo realizar el mantenimiento de un sistema que está sumergido.

Para solventar estos problemas, la empresa Hydrovisión (del Reino Unido) ha desarrollado un diseño con 2 hélices girando en sentido contrario, uniendo dos generadores con una riostra de gran longitud. Deslastrando el conjunto y soltando el cable de anclaje, la planta puede salir a la superficie para efectuar tareas de mantenimiento.

- 35 El documento US4524285 muestra un convertidor de energía de corrientes marinas, un dispositivo para capturar la energía de una corriente natural de agua en circulación, y convertirla en energía eléctrica. El dispositivo tiene un rotor para accionar el generador, el cual presenta palas y vanos rigidamente fijados al rotor dispuestos a aproximadamente cuarenta y cinco grados.

- 40 Su aplicación industrial es clara ya que existen prototipos de otros tipos de generadores submarinos que están siendo probados y un importante desarrollo de los parques eólicos marinos.

Descripción detallada de la invención

La invención es una unidad de generación de energía eléctrica sumergible para el aprovechamiento energético de las corrientes marinas, como el que se aprecia en la figura 1, que comprende un rotor o hélice con varias palas,

ES 2 550 963 T3

que acciona un generador eléctrico, situado en un domo central (POD), del que salen, de forma radial o en estrella, varios brazos o columnas, situados en un plano perpendicular al eje del rotor, existiendo al final de cada brazo un flotador (torpedo), con un eje paralelo al del rotor.

5 Todos estos elementos estarán inmersos en la corriente. Tendrán una forma hidrodinámica adecuada para reducir su resistencia viscosa y de presión, ya que estarán sometidos a la velocidad de la corriente, por lo que producirán una fuerza de arrastre que debe ser soportada por el sistema de fondeo.

10 El conjunto de elementos descrito constituyen lo que se denomina una unidad generadora, pudiendo disponerse un conjunto de las mismas en una zona, para el aprovechamiento de la energía, formando un "parque de generadores submarinos" que pueden compartir la unidad de control y el sistema de transporte de la energía hasta tierra o una unidad de conversión.

A partir de este diseño base, pueden proyectarse diferentes variantes, cambiando la longitud de las columnas (mayor o menor que la de las palas), la proporción entre el volumen de los torpedos y de los brazos, la posición relativa entre estos (torpedo centrado o desplazado en el sentido de la corriente) y las dimensiones relativas de cada elemento.

15 El conjunto tendrá un equilibrio hidrostático, de tal forma que el peso total sea ligeramente inferior al del volumen de agua desplazada. Esta pequeña diferencia será compensada por el sistema de fondeo.

La distribución de pesos y flotaciones permite que en operación, el par de giro y el momento de inclinación se compensen hidrostáticamente. El conjunto se une por un sistema de cables de fondeo al fondo.

20 La distribución de pesos y empujes será modificable, por un sistema de lastrado telecontrolado por medio bombas, válvulas y botellas de aire de soplado, controladas a distancia por medio de un sistema de control automático y enlaces acústicos y/o de cable, de tal forma que en la posición de operación, en el torpedo y columna del brazo inferior sea mayor el peso que el empuje y en los superiores ocurrirá lo contrario.

25 De esta forma el centro de gravedad del conjunto estará por debajo del centro de empuje, produciendo esta "altura metacéntrica" los momentos de estabilización necesarios para que la unidad generadora mantenga la posición vertical, mostrada en la figura 1, que es la óptima para el trabajo de la hélice, al predominar la componente horizontal en las corrientes marinas.

Con este sistema se compensan de forma simple, tanto el par de giro, producido por la reacción mecánica en el generador, como el de inclinación que se produce si el sistema de fondeo no está equilibrado con respecto al domo central.

30 Vaciando el agua de los tanques de lastrado se logrará que el conjunto tenga una flotabilidad positiva, con lo que liberando o aflojando el sistema de fondeo, saldrá a la superficie y al igualar las posiciones verticales de los centros de gravedad y empuje que el conjunto emergerá en posición horizontal, tal como puede apreciarse en las distintas fases de la figura 2.

35 Este procedimiento se podrá invertir para la puesta en operación de la unidad, pasando desde la posición horizontal flotando, hasta la vertical sumergida de trabajo.

Estos procesos, de puesta en operación y flotación para mantenimiento, deben ser realizados cuando la velocidad de la corriente sea reducida, y serán ayudados por sistemas telemandados de enganche y liberación entre la unidad generadora y el sistema de fondeo, complementado con un cable de guiado entre ambas partes.

40 Controlando la posición relativa longitudinal de los centros de gravedad y de empuje, se puede lograr que el conjunto salga a la superficie con la hélice hacia arriba, para facilitar su mantenimiento, o hacia abajo, con objeto que quede accesible el extremo libre del domo (el opuesto al del rotor) con lo se podrá acceder a su interior para realizar el mantenimiento del generador.

45 La disposición de los brazos en forma de estrella, saliendo como radios desde el domo central, permite que cuando el conjunto está flotando, para realizar las tareas de mantenimiento, se facilite el acceso con embarcaciones al domo, al mismo tiempo que se logra una buena estabilidad. Si el número de palas de la hélice es igual al de columnas, se podrán estibar unas encima de las otras, mejorando la accesibilidad, la autoprotección de los elementos más sensibles y facilitando las labores de traslado, instalación y mantenimiento.

50 Con respecto a las disposiciones de fondeo el sistema propuesto permite varias opciones como: la sujeción por un cable del extremo libre del POD central, quedando la hélice "aguas abajo" de la estructura, la sujeción multipunto, en los extremos de los torpedos, o la sujeción en un extremo del torpedo inferior.

5 Gracias a esta asimetría, el conjunto puede fondearse con un único punto de enganche en el extremo exterior del torpedo inferior (figura 4), reduciendo la longitud de las líneas de fondeo. De esta forma se puede situar la hélice por delante de la estructura (con respecto al sentido de la corriente), se elimina la interferencia hidrodinámica de los cables y del sistema de enganche y se facilita el proceso de sujeción y liberación entre la estructura y el sistema de fondeo.

El sistema de fondeo puede estar basado en varias líneas (cables o cadenas) unidas a puntos fijos del fondo. De esta forma el punto de unión a la estructura permanece casi fijo. En ese punto se dispondrá de un elemento pasivo de flotabilidad positiva que permitirá que el punto de enganche no se desplace cuando la estructura esté flotando. En este flotador pueden instalarse los elementos de enganche y liberación con la unidad generadora

10 Con esta disposición, el cable entre el flotador pasivo y el torpedo puede ser de longitud reducida y el giro de cada unidad generadora, para acomodarse a la fuerza y dirección de las corrientes, no produce desplazamientos importantes en su posición, permitiendo una mayor densidad de unidades dentro del parque de generadores.

Breve descripción de los dibujos

En la figura 1 se muestra el diseño básico del sistema con:

- 15 (1) Hélice con varias palas.
- (2) Domo central en el que se aloja el generador eléctrico, movido por la hélice.
- (3) Brazos de la estructura, de sección ovalada para reducir la resistencia a la corriente. Alojara elementos auxiliares y tanques de lastrado auxiliar.
- (4) Flotadores de los extremos, de forma similar a los torpedos que alojan lastre fijo y tanques de lastrado.

20 En la figura 2 se describe (de derecha a izquierda y de arriba abajo) el proceso para sacar a flote el generador, que consiste en liberar el enganche entre el generador y el sistema de fondeo, reducir la cantidad de agua de lastre, con lo que se obtiene una flotabilidad positiva y redistribuir la posición del lastre, con objeto de que la posición de equilibrio pase de la posición vertical a la horizontal de la plataforma.

25 Para la instalación del sistema, una vez situado el sistema de fondeo, y con el generador flotando en la superficie, se lastrará de forma inversa, para que quede vertical, y con la ayuda de un cable de guiado que unido a un punto de la estructura, pase por el flotador del sistema de fondeo, que al ser arrastrado desde una maquinilla en la superficie, una el sistema de generación con el de fondeo.

30 En la figura 3 se muestra la variante del generador denominada Y-Z. Consta de tres brazos, con lo que se optimizan las cualidades en flotación horizontal con la simplicidad de construcción y la reducción de la fuerza de arrastre. Como puede apreciarse en la figura 3, el centro de flotación de cada torpedo está desplazado del eje de su columna (en sentido de la corriente en los superiores y en el contrario en el inferior) lo que produce una "asimetría longitudinal". De esta forma se simplifica el sistema de fondeo y se facilita que la estructura permanezca vertical cuando está soportando la fuerza de la corriente.

35 En la figura 4 se propone una variante del sistema de fondeo, compuesto por al menos tres puntos de sujeción al fondo (5) que unidos a un flotador pasivo (6) permiten que el punto de enganche con la unidad de generación (7) esté próximo y el conjunto tenga un desplazamiento pequeño, con respecto a la posición de equilibrio sin corrientes.

Exposición de al menos un modo de realización de la invención

El sistema descrito está formado por distintos elementos conocidos en el estado de la técnica que se acoplan de una manera específica y que le confiere características novedosas. En concreto:

40 El Rotor 1 será de un tipo similar a los de los generadores eólicos y las hélices de grandes buques, pudiendo construirse con materiales compuestos (fibra de carbono por ejemplo) combinado con bronce.

El diseño del domo 2 será similar al de los sistemas de propulsión POD para buques, integrando dentro del mismo el generador eléctrico, acoplado al rotor 1 a través de una bocina estanca, y con un soporte que integre la chumacera de empuje.

45 Los brazos 3 están basados ne una estructura de acero similar a las utilizadas en instalaciones offshore. En su interior se alojarán los tanques de lastre y elementos auxiliares.

ES 2 550 963 T3

El control de lastrado y deslastrado utilizará técnicas de soplado, similares a las usadas en submarinos. Podría estar controlado por un sistema automático conectado por cable o por sistemas de telemando subacuático.

5 Como sistema de fondeo puede utilizarse cualquiera de desarrollados para las plataformas de extracción de petróleo y las jaulas de acuicultura. Por ejemplo el punto de unión podría estar unido por tres cables a sendos puntos de fijación en el fondo 5.

Todos los elementos fijos (domo 2, brazos 3 y torpedos 4) están unidos por soldadura. El estator del generador se unirá a su bancada, por medio de pernos, estando esta soldada al domo 2. El rotor 1 del generador y las palas de la hélice se unirán a través de un núcleo por medio de pernos.

10 Los cables de enlace entre la estructura y el flotador 6 terminarán en una pieza de acoplamiento basado en un mecanismo de rápida liberación. El flotador 6 se unirá a las fijaciones del fondo 5 por medio de cables o cadenas.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Unidad de generación de energía eléctrica sumergible para el aprovechamiento energético de las corrientes marinas, dicha unidad comprendiendo un rotor (1) con varias palas, donde el rotor (1) está conectado a un generador eléctrico, soportado por una estructura sumergida con forma de estrella o radial, que comprende al menos tres brazos (3) que se extienden desde dicho generador en diferentes direcciones radiales, donde dichos brazos (3) están situados en un plano perpendicular al eje del rotor, terminados en expansiones en forma de torpedo (4) con su eje paralelo al eje del rotor (1), dicha unidad de generación de energía eléctrica (7) caracterizada por que la estructura está unida a un sistema de fondeo en un punto de enganche dispuesto en un flotador auxiliar (6) del sistema de fondeo y tiene un sistema de lastres para colocar la unidad de generación de energía eléctrica (7) desde una posición sumergida vertical en operación a una posición horizontal en la superficie marina para mantenimiento, donde dichos brazos (3) y dichos torpedos (4) están adaptados para ser llenados o vaciados con lastres de agua, para hacer posible dicho movimiento desde la posición vertical a la posición horizontal.
- 10
- 15 2. Unidad de generación de energía eléctrica sumergible para el aprovechamiento energético de las corrientes marinas, según reivindicación 1, caracterizada porque dicha unidad de generación de energía eléctrica (7) es móvil desde la posición de flote horizontal a la posición vertical sumergida mediante tanques de lastres de agua controlados, que cambian la flotabilidad y el centro de gravedad de la unidad (7), y porque la unidad de generación de energía eléctrica (7) comprende un cable de guiado telecontrolado entre la plataforma de generación y el sistema de fondeo.
- 20 3. Unidad de generación de energía eléctrica sumergible para el aprovechamiento energético de las corrientes marinas, según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 2, caracterizada porque el rotor (1) comprende tres palas y una estructura con tres brazos (3), con los torpedos (4) desplazados asimétricamente con respecto al eje de cada brazo, para mantener verticalmente el conjunto, compensando con el conjunto de fuerzas hidrostáticas el efecto de vuelco producido por la corriente.
- 25 4. Unidad de generación de energía eléctrica sumergible para el aprovechamiento energético de las corrientes marinas, según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado porque el sistema de fondeo para la estructura tiene varias líneas de cable o cadena, unidas al punto de enganche, dicho punto de enganche manteniendo su posición mediante tres o más líneas de fondeo.

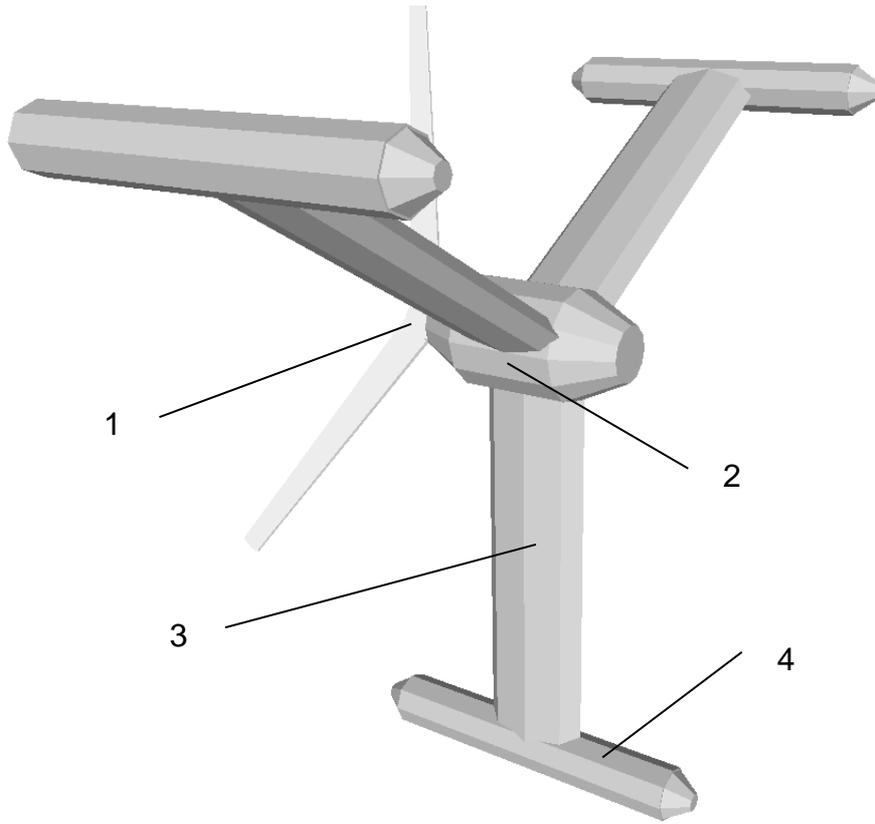


Figura 1

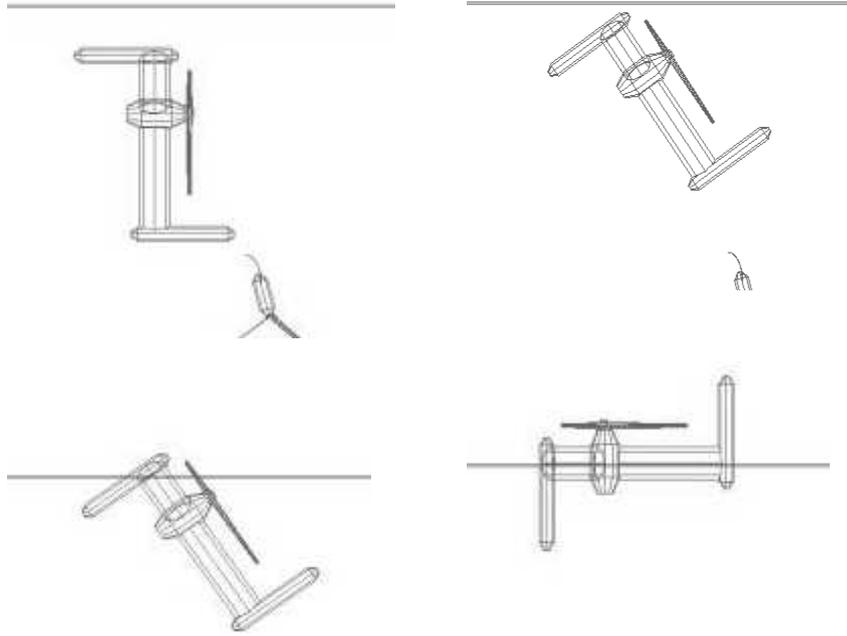


Figura 2

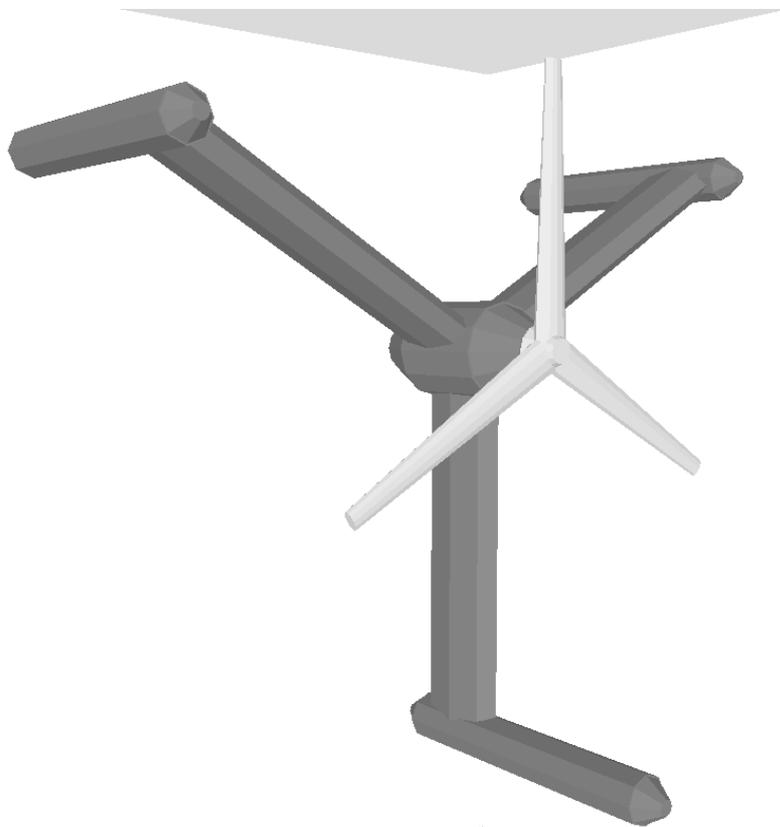


Figura 3

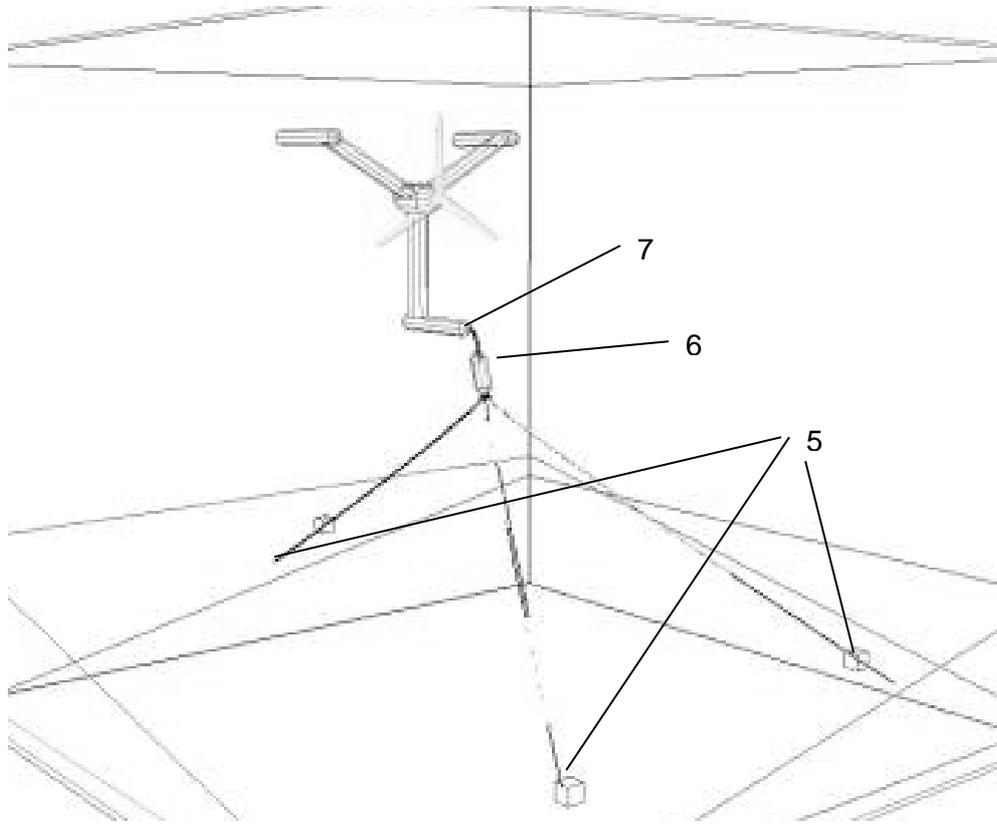


Figura 4