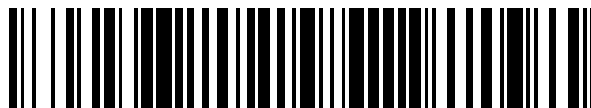


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 629 867**

21 Número de solicitud: 201500839

51 Int. Cl.:

B63B 21/50

(2006.01)

12

SOLICITUD DE PATENTE

A2

22 Fecha de presentación:

24.11.2015

43 Fecha de publicación de la solicitud:

16.08.2017

71 Solicitantes:

GARCÍA FERRÁNDEZ, Antonio Luis (100.0%)
C/ Peñalara 5, portal 4, 4º izquierda
28224 Pozuelo de Alarcón (Madrid) ES

72 Inventor/es:

GARCÍA FERRÁNDEZ, Antonio Luis

54 Título: **Sistema y procedimiento de fondeo para plataformas marinas flotantes, que evita el movimiento de cabeceo y permite captar la energía de las olas**

57 Resumen:

Sistema de fondeo para plataformas flotantes, que se caracteriza porque elimina totalmente los movimientos de cabeceo y de balance mediante la utilización de varios cables (8) unidos al fondo (4), que se apoyan en varias paleas de la plataforma (2 y 3) y se unen todos en el mismo punto de un contrapeso común (1) que cuelga de la plataforma (10).

El sistema también permite captar la energía de las olas (a través del movimiento de toda la plataforma) mediante generadores (12) intercalados en las líneas de fondeo, e incluye un procedimiento novedoso, para instalarla en su lugar de destino sin la ayuda de buques especiales.

El sistema es aplicable a cualquier tipo de plataforma flotante, aunque es especialmente indicado para plataformas soporte de aerogeneradores marinos.

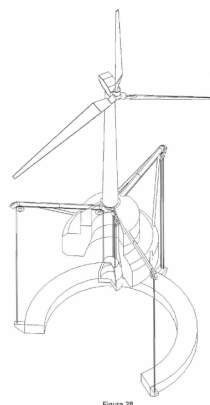


Figura 28

DESCRIPCIÓN

Sistema y procedimiento de fondeo para plataformas marinas flotantes, que evita el movimiento de cabeceo y permite captar la energía de las olas.

Objeto de la Invención

La presente memoria descriptiva se refiere a una solicitud de patente de invención, relativa a un sistema de fondeo aplicable a todo tipo de plataformas flotantes marinas, que permite el movimiento de la misma, tanto en dirección horizontal como vertical, pero que anula completamente el movimiento de cabeceo y el de balance de la plataforma.

Por ser un sistema de fondeo diferente de los que se utilizan actualmente, se incluye también un procedimiento para instalar la plataforma correspondiente, trasladándola desde el lugar de botadura hasta su emplazamiento final, y que permite cambiarla de ubicación sin necesidad de buques especiales, con la única ayuda de un remolcador convencional.

El hecho de que la plataforma flotante en la que se instala este sistema, no tenga movimientos de cabeceo ni de balance (incluso con olas grandes), hace que sea especialmente adecuado para las siguientes instalaciones:

- En las que embarquen personas propensas a marearse con los movimientos de la plataforma (es decir, que no sean profesionales marinos), tales como niños pequeños, turistas, científicos, huéspedes y visitantes en general.

- Sobre las cuales se instalen aerogeneradores marinos offshore.

- En las que los equipos instalados y en las que la actividad a que se dedican (laboratorios, centros de investigación, factorías), requieran que los movimientos y las aceleraciones de la plataforma sean pequeños.

- Que puedan estar sometidas (en algún momento) a temporales de extrema severidad, que pudieran poner en peligro la seguridad de la misma estructura o que puedan llegar a volcarla (si su movimiento de cabeceo fuera muy grande).

La plataforma en la que se instala este tipo de fondeo no necesita apoyarse en el fondo, por lo que es adecuada para zonas de cualquier profundidad marina, tanto cerca de la costa (80 m de profundidad), como alejada de ella (hasta profundidades de 1000 m o más) y a cualquier distancia intermedia, ya que es capaz de soportar temporales muy severos.

La característica distintiva respecto a otros sistemas de fondeo convencionales, es que las líneas de fondeo no se sujetan directamente a la estructura de la plataforma, sino que se reenvían mediante poleas hacia el centro de la plataforma y desde ahí se vuelven a reenviar mediante otras poleas hacia un contrapeso totalmente sumergido, en el que se unen todas las líneas de fondeo.

Otro de los objetivos prioritarios de la invención es simplificar y facilitar las maniobras de instalación de la plataforma, para que no sean necesarios buques especiales para esta tarea. Por ejemplo, la instalación de una plataforma soporte de aerogeneradores marinos dotada de este sistema de fondeo, se puede hacer con un solo remolcador que la traslade desde el astillero a la zona de operación y una vez allí, la posicione y la ponga en operación sin el uso de "buques grúa" especiales.

También permite desinstalarla y trasladarla a otra posición, con la única ayuda del remolcador que vaya a moverla de lugar. En capítulos posteriores, se especifica toda la secuencia de traslado, instalación y desinstalación.

5 **Definiciones utilizadas en esta solicitud de patente**

A continuación, se definen algunos elementos que se citan en las reivindicaciones y que pueden tener un significado (o ciertos matices) ligeramente diferente del habitual.

10 **Flotador**: es un envoltorio cerrado y estanco, sumergido total o parcialmente en el agua y que puede estar sometido a fuerzas hidrostáticas o hidrodinámicas por efecto de las olas o las corrientes marinas. Si está parcialmente sumergido, también puede estar sometido a las fuerzas originadas por el viento sobre su costado o superestructuras.

15 **Casco**: es uno o varios flotadores estancos que forman un conjunto rígido y resistente, en los que al menos uno de ellos está parcialmente sumergido.

20 **Plataforma** (10): es un casco de cualquier forma o configuración, con varios elementos o estructuras adicionales, dedicada a cualquier función (alojamientos, instalaciones industriales o de recreo, soporte de molinos de viento, etc), dotado del sistema de fondeo aquí propuesto.

25 **Agentes externos**: son el viento, las corrientes marinas, las olas, movimientos de carga internos o cualquier elemento exterior a la plataforma que intente alejarla de su posición de proyecto o intente que tenga movimientos de cabeceo o de balance.

Tensión del cable: fuerza de tracción a la que está sometida el cable (por su naturaleza flexible, el cable no puede estar sometido a fuerzas de compresión).

30 **Contrapeso Central** (1): es un casco totalmente sumergido, de densidad media superior a 1.3 kg/dm^3 , que mantiene tensadas las líneas de fondeo que se conectan a él. En instalaciones simples hay sólo un contrapeso situado en el eje central de la plataforma, pero puede haber varios o estar situados debajo de otros puntos de la plataforma.

35 **Peso o bloque de fondeo** (4): Es un peso (grande) apoyado en el fondo marino, al que se sujetan los cables del sistema de fondeo. En otras instalaciones convencionales, equivale al ancla, a los 'muertos' que mantienen en su posición boyas u otros elementos marinos o a cualquier otro tipo se anclaje mediante pilotes.

40 **Anillo de fondeo** (4): es un caso particular de los pesos de fondeo en que todos los pesos del sistema de fondeo están unidos entre sí, formando una sola pieza (en general en forma de anillo, pero no necesariamente) en la que se sujetan todos los tramos de fondeo de todas las líneas de fondeo. Se facilita si las maniobras de instalación de la plataforma.

45 **Cable de fondeo**: es un cable, cadena o amarra de cualquier tipo que mantiene a la plataforma unida al peso de fondeo, evitando que la plataforma sea arrastrada por agentes externos. Está compuesto de los siguientes elementos:

50 • **Tramo de fondo** (8) es la parte del cable que une el peso de fondeo con la polea externa de la línea de fondeo. En la mayoría de las aplicaciones en la condición de proyecto es totalmente vertical, aunque en casos especiales puede ser ligeramente divergente.

- Tramo intermedio (7) es la parte del cable que une las dos poleas que sujetan el cable, puede ser horizontal o con una ligera pendiente.
- Tramo central (6) es la parte del cable que une la polea interior con el contrapeso central, la última parte de este tramo se denomina.
- Tramo de ajuste (9) situado al final del tramo central, sirve para ajustar la longitud del cable (una vez fondeada la plataforma en su lugar de operación) de forma que con el mar en calma, la plataforma este nivelada horizontalmente y todos los cables de fondeo tengan su tensión de proyecto.

Eje de la línea de fondeo: un eje vertical que pasa por el CdG del contrapeso en su posición de reposo (o de proyecto).

Línea de fondeo (genérica): es la unidad básica del sistema de fondeo, está compuesta por los siguientes elementos:

- Un peso de fondeo apoyado en el fondo marino
- Una polea externa (3): sujeta a la plataforma de forma parcialmente flexible (o giratoria), cerca de la vertical del peso de fondeo
- Una polea interior (2): sujeta a la plataforma de forma parcialmente flexible (o giratoria), situada entre la polea exterior y el eje de la línea de fondeo
- La parte correspondiente del contrapeso central (varios cables deben compartir obligatoriamente el mismo contrapeso)
- Un cable de fondeo que une todos estos elementos, compuesto por los tramos definidos anteriormente.

Todos los elementos de la línea de fondeo son coplanarios en su estado de reposo, aunque las poleas son auto orientables, para que se adapten a las variaciones de dirección que sufren los tramos central y de fondeo debidas a los movimientos de la plataforma.

Péndulo: es el conjunto formado por el contrapeso central y los tramos centrales de todas las líneas de fondeo que concurren en ese contrapeso. Se denomina así porque su comportamiento dinámico es muy similar al de un péndulo convencional, de hecho con algunas olas, el contrapeso tiene movimientos horizontales importantes y los cables giran bastante respecto a la vertical (se pueden alcanzar ángulos de balance del péndulo de hasta 15°).

Línea de bloqueo (figura 1): es una línea de fondeo genérica (tal como se ha descrito anteriormente), encargada de mantener la verticalidad de la plataforma, sus elementos son de gran tamaño, pues pueden estar sometidas a grandes tensiones en su cable de fondeo, especialmente en las plataformas soporte de aerogeneradores.

Línea amortiguadora (figura 2): es una línea de fondeo con algunas variaciones:

- Se añaden dos poleas intermedias (11), iguales y engranadas entre sí (giran exactamente lo mismo, pero en direcciones opuestas), una de ellas está conectada a un generador eléctrico, que permite captar la energía del movimiento de la plataforma.

- El tramo central del cable de fondeo (13) no es recto, sino que pasa por las dos poleas intermedias (11), de forma que las poleas giran al moverse longitudinalmente el cable.
- 5 - El tramo de ajuste del cable de fondeo tiene una parte más elástica, para que absorba las variaciones de longitud de las líneas de bloqueo.
- La tensión del cable está limitada por las características eléctricas del generador y es mucho menor que la de las líneas de bloqueo.
- 10 - El tamaño de sus elementos (diámetro del cable, poleas, soportes...) también es menor, debido a las menores tensiones a que está sometido.

Línea de fondeo Divergente: Es una línea de fondeo en la que su tramo de fondeo (el que se sujeta en el fondo marino) no es vertical, sino que esta inclinada hacia afuera, es decir, el eje de la línea de fondeo esta mas lejos del peso de fondeo que de la polea exterior (figura 6).

Grupo de líneas de fondeo: Es el conjunto de varias líneas de fondeo (de bloqueo o amortiguadoras) que comparten un contrapeso central común, con todos sus tramos centrales muy próximos. La disposición resultante es obligatoriamente radial, aunque cada rama puede tener diferente tamaño (distancia entre el eje de la línea central y la polea exterior).

Sistema de fondeo: Es el conjunto de todos los grupos de líneas de fondeo que sujetan una plataforma. Por lo general cada plataforma tiene un solo grupo amortiguador y un solo contrapeso. Puede haber configuraciones más complejas:

- En plataformas muy alargadas, puede tener instalados varios grupos de líneas de fondeo actuando sobre el mismo contrapeso (las líneas centrales de cada grupo de líneas de fondeo, se sujetan a puntos diferentes del contrapeso, que también es alargado).
- En plataformas especialmente grandes, puede haber varios grupos de líneas de fondeo, cada grupo con su contrapeso correspondiente.

Plataforma LVDT (longitud variable por diferencia de tensión): es una plataforma en la que se ha instalado el sistema de fondeo propuesto en esta patente.

Plataforma TLP (tension leg platform): un tipo de plataformas existentes en el mercado, en las que el fondeo está compuesto por tres (o más) líneas de fondeo verticales que se mantienen en tensión debido a un exceso de flotabilidad del casco de la plataforma.

Pozo Central (16): es un hueco que atraviesa verticalmente toda la plataforma, justo debajo de las poleas interiores, para el paso del péndulo (cables del tramo central y contrapeso), cuando las poleas interiores están separadas de la vertical del contrapeso central, el pozo central es innecesario.

Campo de aplicación de la invención

Es aplicable a cualquier instalación marina flotante, en la que los requisitos de movimientos sean un condicionante importante del diseño. Especialmente para los siguientes casos:

Turismo, ocio marítimo y deportes náuticos

Una plataforma diseñada con este tipo de fondeo, es ideal para la industria hotelera y de recreación, ya que la mayor parte de los clientes potenciales de este tipo de instalaciones no son marineros expertos y el hecho de que se mueva muy poco, supone un gran atractivo.

Se puede instalar un hotel, situándolo en aguas extraterritoriales a más de 10 millas náuticas de la costa, así podría tener instalaciones de descanso, recreo, casino y salas de juego, parques temáticos o cualquier tipo de instalaciones para las que una instalación equivalente en tierra podría encontrar impedimentos de tipo urbanístico o tener dificultades para conseguir los permisos de apertura o tener problemas con las normativas municipales vigentes.

Al estar alejado de la costa, la profundidad del mar es mayor y no es posible apoyar el hotel en el fondo marino. Además el oleaje es mayor, por lo que una plataforma convencional se movería demasiado para esta aplicación.

Parques eólicos

Los molinos de viento, necesitan una base que se mueva lo menos posible, de hecho, sobrepasado un cierto nivel de inclinación (cabeceo) o un cierto nivel de aceleraciones, deben pararse los aerogeneradores por motivos de seguridad. El hecho de que se mueva menos que las que hay actualmente, aumenta la rentabilidad de la instalación, al disponer de más horas netas al año para generar electricidad.

De hecho, varias de las realizaciones preferentes presentadas en esta patente, hacen referencia a plataformas diseñadas específicamente como soporte de aerogeneradores marinos.

Energías alternativas

Por su propia naturaleza, el sistema propuesto reduce el ángulo de cabeceo de la plataforma extrayendo energía del movimiento absoluto del flotador principal. Esto se realiza incorporando un generador eléctrico a una de las poleas engranadas (11) del tramo intermedio del cable de fondeo de las líneas amortiguadoras. La energía eléctrica generada se puede utilizar para el consumo propio de la instalación o para enviarla a tierra a través del correspondiente cable eléctrico.

De hecho, la patente propuesta se puede enfocar desde dos puntos de vista diferentes en cuanto a objetivo primario, pero que en el fondo son la misma cosa:

- Como captador de energías renovables: Es un sistema que extrae energía del movimiento provocado por las olas, anulando simultáneamente los molestos movimientos de cabeceo y balance de la plataforma.

- Como dispositivo de confort: Es un sistema que anula los movimientos de cabeceo de la plataforma, que además puede generar energía a partir de las olas.

Desde el segundo punto de vista, la energía extraída de las líneas amortiguadoras se puede disipar directamente en forma de calor o se puede convertir en energía eléctrica. Si se disipa, el equipamiento necesario es más barato y sencillo, los movimientos de la plataforma serían los mismos, pero no se aprovecha todo el potencial del sistema. Si se

decide aprovechar la energía disponible, se puede almacenar en baterías o consumirla a bordo en la instalación.

Embarcaciones de recreo

5 Podría utilizarse una versión reducida de este sistema de fondeo para embarcaciones de recreo que van a fondear cerca de la costa (con poco fondo), sería un sistema desmontable que se instala manualmente y se ajusta cada vez que se fondea (ya que el fondo marino es irregular), se instalaría en la popa de la embarcación y sólo anularía el
10 movimiento de balance, permitiendo el cabeceo, que de por sí es pequeño y menos molesto que el balance, en este tipo de embarcaciones.

Antecedentes de la Invención

15 Desde el punto de vista cinemática (movimientos)

Cuando se aborda el problema de los movimientos de una plataforma flotante, hay varios enfoques y formas de resolverlo tradicionales:

20 La más sencilla es ignorarlos, especialmente cuando la plataforma va a estar situada en lugares en que las olas que puede haber son pequeñas, como ocurre en zonas fluviales, en lagos pequeños y pantanos o en instalaciones portuarias. En todas ellas, se supone que la plataforma va a estar en zonas abrigadas donde el riesgo de olas grandes es muy bajo. En este caso, sea cual sea el comportamiento de la plataforma, si no hay olas no se
25 mueve.

Otro enfoque es impedir físicamente el movimiento, tal como se hace en las plataformas TLP (tension leg platform), que sujetan la plataforma mediante cables rígidos y muy tensos al fondo marino e impide así el movimiento de la misma. Este sistema anula el
30 movimiento de cabeceo y balance de la plataforma, pero impide que la misma se adapte a las mareas, si por ejemplo la marea sube 5 metros, la plataforma se sumerge (respecto al nivel del mar) esa misma distancia, esto lleva a diseños muy altos y esbeltos, para que pueda absorber esas diferencias de calado. Actualmente solo son de aplicación para plataformas que soportan aerogeneradores, pues la superficie de cubierta útil que
35 necesitan es muy pequeña.

Si la plataforma necesita grandes superficies habitables, se suele recurrir a plataformas semisumergibles, que tienen un comportamiento en olas aceptable y disponen de grandes superficies libres. Son adecuadas con estados de mar, suaves y medios.
40 Cuando se espera estados de mar más severos, se recurre a plataformas más grandes y pesadas que se mueven menos que las pequeñas. En cualquier caso las plataformas semisumergibles no impiden el movimiento de cabeceo / balance, sólo lo limitan.

Desde el punto de vista energético (captación de energía)

45 Recientemente han surgido proyectos para aprovechamiento de la energía de las olas, utilizando como base una plataforma flotante. Algunos de estos proyectos comparten elementos con el dispositivo propuesto en esta solicitud de patente, pero presentan grandes diferencias.

50 En general constan de un gran número de flotadores pequeños, distribuidos por la periferia de la plataforma y sujetos a esta mediante un brazo articulado, el movimiento de estos brazos activa una bomba hidráulica que capta la energía de las olas próximas a la plataforma, el hecho de que sean muchos flotadores es una ventaja desde el punto de

captación de energía, pero ese no es el objetivo primario de esta invención. Por otra parte, son flotadores muy pequeños en comparación con la plataforma, de modo que no afectan a los movimientos de la plataforma.

- 5 Otros tipos de dispositivos de captación de energía son estructuras flotantes articuladas / flexibles que se mueven con las olas y captan su energía aprovechando el movimiento relativo entre las distintas partes de la estructura, esto es inherente a la captación de energía (si no hay movimiento relativo, la energía generada es nula).
- 10 Todos estos tipos de dispositivos son todo lo contrario del sistema propuesto, lo que aquellos intentan es que la estructura se mueva lo más posible para generar energía, en esta propuesta de patente, lo que se intenta es que la plataforma (el flotador principal) se mueva lo menos posible. Si además se puede aprovechar la energía del movimiento de la estructura, es un valor añadido, pero no el objetivo primario.

15

Plataformas TLP (tension leg platform)

Es un tipo de plataformas para soporte de aerogeneradores marinos, de forma aproximadamente cilíndrica vertical, con 3 o más brazos sumergidos, en cuyos extremos se sujetan los cables de fondeo que llegan hasta el fondo marino y se sujetan en pilotes anclados al fondo.

20

Evitan los movimientos de cabeceo y balance, pero también bloquean el movimiento vertical de la plataforma, generando unas tensiones en los cables muy elevadas.

25

El sistema propuesto limita en gran medida las tensiones que se producen en los cables y en el resto de la estructura de la plataforma.

Fundamentos del sistema

30

Fundamento teórico de la invención

El fundamento teórico de la invención es bastante simple (aunque la realización práctica puede presentar ciertas dificultades), pues se basa en una construcción geométrica, tal como se puede ver en la figura 3.

35

Cada cable de fondeo puede considerarse casi inextensible, si lo suponemos formado por tres tramos: T6 (tramo central), T7 (tramo intermedio) y T8 (tramo de fondeo) la suma de los tres es constante: $T6 + T7 + T8 = \text{Cte}$, puesto que el tramo intermedio no varía de longitud, también se cumple que: $T6 + T8 = \text{Cte}$.

40

Cada posición de la plataforma, tiene dos líneas de fondeo (si se supone el movimiento plano, si se plantea tridimensional habría al menos 3, pero el resultado es el mismo)

45

- Condición de proyecto: tiene dos líneas (Ta y Tb), cada una con sus tres tramos citados.

- Otra posición cualquiera: las líneas se transforman en (Tc y Td)

Puesto que cada línea mantiene su medida:

50

$$T6a + T8a = T6c + T8c \quad \text{y} \quad T6b + T8b = T6d + T8d$$

Puesto que $T6a = T6b$ y $T6c = T6d$ (representan la misma medida)

Si partimos de dos líneas simétricas, es decir $T_{8a} = T_{8b}$, entonces $T_{8c} = T_{8d}$

Es decir las dos poleas exteriores y los dos pesos de fondeo forman un cuadrilátero 'articulado' en que sus lados opuestos son iguales y por tanto el lado superior se mantiene siempre paralelo al lado inferior, independientemente de la posición del centro de la plataforma.

Para bloquear el giro de la plataforma en un plano, son suficientes dos líneas de fondeo, tal como se ven en las figuras 1 o 3. Por ejemplo, si se quiere evitar el ángulo de cabeceo, se necesitan dos líneas en un plano longitudinal, con una polea exterior en proa y otra exterior en popa, con las dos poleas interiores entre ellas (no es necesario que los tramos intermedios del cable de fondeo sean iguales). Si se quiere evitar el ángulo de balance, las dos líneas deben estar en un plano transversal.

Para bloquear los dos giros (cabeceo y balance) se necesitan al menos tres líneas de fondeo, con las poleas exteriores dispuestas preferentemente en los vértices de un triángulo equilátero, aunque también podría ser un triángulo isósceles si la plataforma fuese más larga que ancha o si la distribución general de los locales del interior de la plataforma no permite una solución con simetría axial.

Esquema de funcionamiento (equilibrio de fuerzas)

El esquema de funcionamiento del sistema se puede ver en la figura 4.

Cuando los agentes externos (vientos, olas o corrientes marinas) actúan sobre la plataforma, generan un momento flector (M_f) y una fuerza (F_x) que empuja a la plataforma hasta la posición que se ve en la figura.

Por otro lado, el contrapeso central (1) tiene un peso neto (peso en seco menos empuje hidrostático) que tensa los dos cables de las líneas de fondeo generando dos fuerzas, en barlovento (F_1) y en sotavento (F_2).

Por el equilibrio del contrapeso se cumple que:

$$F_1 + F_2 = P \quad \text{Estas fuerzas se transmiten por el cable hasta los pesos de fondeo (4).}$$

Para que la plataforma esté en equilibrio las dos fuerzas F_1 y F_2 aplicadas en los tramos de fondeo deben compensar totalmente el momento flector de los agentes externos (M_f).

$$(F_1 - F_2) \times \text{Distancia poleas exteriores} \times \cos(\alpha) = M_f$$

Puesto que los cables no trabajan a compresión, mientras F_2 sea positiva, la plataforma mantendrá la horizontalidad, luego empezará a inclinarse hacia sotavento.

Por otro lado, el equilibrio de las fuerzas horizontales impone que:

$$F_H = F_1 \times \sin(\alpha) + F_2 \times \sin(\alpha) = P \times \sin(\alpha) = F_x$$

Comparación con las plataformas TLP (Tension Leg Platform)

Aparentemente las plataformas con sistema de fondeo tipo TLP sirven para lo mismo que una plataforma con el sistema de fondeo propuesto. Su objetivo es anular el movimiento de cabeceo / balance de la plataforma. Sin embargo, el principio de funcionamiento de

ambas es radicalmente diferente y sus características cinemáticas y dinámicas también lo son, tal como se puede ver en la tabla siguiente:

Característica	Plataforma TLP	Plataforma LVDT
Posición vertical	Casi constante, se mueve en un arco de circunferencia, con centro en los pesos de fondeo	Completamente libre, dentro del rango de diseño (el rango depende de la longitud del péndulo central)
Ángulo de cabeceo	Teóricamente nulo, depende de elasticidad de las líneas de fondeo	Depende del Tramo de fondeo: -Vertical: teóricamente nulo -Divergente: inverso controlable
Tensión de proyecto en los cables	Muy elevada	Moderada, menor que $\frac{1}{4}$ de las tensiones de las plataformas TLP
Tensión media en los cables en condiciones estáticas	Crece con el nivel de marea y con los movimientos horizontales	Rigurosamente constante en cualquier situación y en cualquier estado de la mar
Posibilidad de des-tensarse el cable de sotavento.	Por momento flector externo Por bajada de las mareas. Por olas intensas	Por momento flector externo. Por olas intensas
Al aplicar una fuerza horizontal ...	La plataforma se hunde Se tensan más los cables	La plataforma se eleva un poco Los cables mantienen la tensión
Momento flector en la base de la torre	Algo superior a un molino terrestre	Puede ser menor que el de un molino terrestre (líneas divergentes)
Aspecto exterior	Plataformas muy altas y esbeltas	Plataformas de altura reducida y aplanadas (cualquier forma)
Impacto ambiental	Alto impacto ambiental, sobre todo con marea baja	Impacto ambiental reducido, en cualquier condición
Requisitos geométricos del casco	Área de la flotación pequeña Ninguno otro relevante	Necesita un pozo central
Piezas móviles	Ninguna	Casi todo el sistema de fondeo
Traslado a su posición operativa	Compleja, necesita buques especiales	Muy simple, basta un remolcador convencional
Instalación	Muy compleja, necesita posicionar los anclajes de fondo con mucha precisión	Muy simple, no requiere acondicionamiento del terreno, es casi autónoma para su instalación
Cambio de ubicación operativa	Casi imposible	Muy sencilla, sólo necesita un remolcador para el traslado

Descripción de la invención

Problema técnico planteado

La invención que se presenta pretende resolver un problema inherente a todas las estructuras flotantes, con las olas o el viento tienen movimientos de cabeceo o balance, que son perjudiciales para la operación de las mismas, molestas para el personal embarcado y que pueden poner en peligro la seguridad de las personas y las estructuras. Esta invención permite anular dichos movimientos, dejándole libertad para moverse verticalmente.

Ventajas respecto a otros sistemas de fondeo actuales

Sus características / ventajas principales son:

- 5 • Se puede aplicar a cualquier tipo de plataforma, especialmente para molinos de viento y para plataformas dedicadas a actividades de ocio marítimo.
- Impide totalmente el movimiento de cabeceo y balance de la plataforma, pero permite cualquier movimiento horizontal o vertical.
- 10 • No necesita cimentaciones, ni preparación especial del fondo marino.
- Los calados óptimos están entre 70 m y 400 m. puede alcanzar profundidades mayores
- 15 • Se puede instalar o reubicar (tantas veces como se quiera) sin necesidad de buques especiales, tan sólo necesita un remolcador para trasladarlo.
- Se puede adaptar para captar la energía de las olas, sin más que incluir uno o varios generadores convencionales.
- 20 • Las fuerzas que aparecen en las líneas de fondeo, son menores que en las TLP, si se rompe alguna línea, sigue funcionando con las demás. Se puede reparar / sustituir *in situ*.
- Con la presión del viento, la plataforma no se sumerge, reduce su calado.
- 25 Permite diseñar plataformas mucho más ligeras (y por tanto más económicas) y de puntal reducido (con menor impacto visual).

Elementos del sistema de fondeo

- 30 La mayoría de los elementos que componen el sistema propuesto, se han descrito en las definiciones. Hay otros elementos opcionales que ayudan al correcto funcionamiento de los elementos principales y otros elementos que ayudan a la implementación real en una plataforma dada. Por último hay algunas modificaciones posibles, que aunque desvirtúan
- 35 ligeramente la filosofía del sistema, mejoran sus prestaciones en ciertos casos concretos.

Elementos básicos del fondeo

- 40 La configuración más simple está compuesta por tres líneas de fondeo de bloqueo, cada una de las cuales está compuesta por:
- Un peso de fondeo (4) apoyado en el fondo del mar.
 - Dos poleas, una exterior (3) y otra interior (2).
 - 45 • Un contrapeso central (1), común a las tres líneas de fondeo.
 - Un cable que une el peso de fondeo con el contrapeso central, pasando por la polea exterior (3) y la polea interior (2), definiendo tres tramos independientes:
 - 50 - El tramo central del cable de fondeo (6), que une la polea interior (2) con el contrapeso central (1), su longitud depende de la posición vertical del contrapeso central. La parte del cable (9) más próxima al contrapeso central (1), se ha denominado tramo de ajuste del cable de fondeo y se puede utilizar para ajustar la

longitud total del cable a la profundidad del lecho marino en el punto donde se vaya a colocar la plataforma.

- El tramo intermedio del cable de fondeo (7), que une la polea interior (2) con la polea exterior (3), por su naturaleza tiene una longitud constante.
- Un tramo de fondo del cable de fondeo (8), que une la polea exterior 3) con el peso de fondeo (4), su longitud depende de la posición de la plataforma.

Puesto que los tres tramos son parte del mismo cable, la suma de sus longitudes es constante.

La misión de estos elementos es impedir el movimiento de balance y cabeceo de la plataforma, permitiendo que se pueda mover horizontal o verticalmente.

Peculiaridades cinemáticas y dinámicas

Si la plataforma se mueve verticalmente una altura H , el contrapeso se mueve verticalmente una altura $2H$, pero las fuerzas sobre la plataforma no se alteran

Si la plataforma se mueve horizontalmente una cantidad H , las líneas generan una fuerza horizontal opuesta que tiende a volver la plataforma a su posición original, las fuerzas verticales sobre la plataforma apenas varían. El contrapeso se mueve ligeramente hacia arriba.

Si se aplica un momento flector que intenta hacer que la plataforma gire en el sentido del cabeceo, las tensiones de los cables de fondeo varían para compensarlo e impedir el giro, si ese momento flector aumenta lo suficiente, una de las líneas se destensara y la plataforma queda sujeta solo por las demás líneas, en general el casco de la plataforma comenzara a sumergirse levemente.

Cuando se hayan destensado todas las líneas menos una, posiblemente se iniciará el vuelco de la plataforma. Ese vuelco será reversible o irreversible según sea la geometría particular de todo el conjunto.

Elementos de la captación de energía

En el fondeo se pueden incluir también varias líneas amortiguadoras con o sin captadores de energía. La misión fundamental de estas líneas es reducir las vibraciones (oscilaciones) que se pueden producir como consecuencia de la elasticidad de los cables de fondeo, en un sistema que conceptualmente bastante rígido.

Estas vibraciones de baja/media frecuencia podrían incrementar sensiblemente las aceleraciones en la plataforma y hacerla inaceptable. La incorporación de las líneas amortiguadores cancela casi totalmente estas vibraciones (oscilaciones).

Estas líneas amortiguadoras son muy similares a las líneas de fondeo de bloqueo, que incorporan además dos poleas (11) en el tramo intermedio (13). Estas poleas accionan un generador eléctrico (si se va a aprovechar la energía) o un disipador hidráulico o eléctrico (si sólo funcionan como amortiguadoras)

Elementos auxiliares

Según como sea la geometría de la plataforma que van a sujetar, puede necesitar algunos elementos que facilitan el correcto funcionamiento del sistema de fondeo. Algunos se pueden ver en las figura 5 y 7, otros son normales en la construcción naval y no se han representado en las figuras. Entre otros se pueden citar:

Poleas soporte del tramo intermedio (12): el tramo intermedio tiene forma de catenaria apoyada en las poleas interior y exterior, una catenaria varía su longitud según sea la tensión a la que está sometido el cable, este fenómeno se traduce (si la distancia entre poleas es grande) en que en esta parte el cable actúa como si fuese más elástica de lo normal e interfiere con la filosofía del sistema. Para evitarlo se pueden colocar poleas de apoyo intermedio en este tramo (que reducen la distancia entre apoyos y por tanto reducen drásticamente la flecha de la catenaria correspondiente), para que se comporte casi como si fuese en línea recta y el cable recupere su rigidez original.

Brazos soporte de la polea exterior (17): en plataformas soporte de aerogeneradores, el diámetro de la plataforma es mucho menor que la distancia optima para colocar la polea exterior. Se necesitan entonces unos brazos radiales que sobresalen de la plataforma y de los que cuelga la polea exterior, este brazo puede ser una estructura reticulada (los elementos quedan expuestos a la intemperie) o una estructura cerrada (los elementos quedan protegidos de la intemperie), la elección de un tipo u otro dependerá de la filosofía de cada diseño concreto.

Chigres de elevación de pesos: durante las maniobras de instalación / desinstalación, hay que bajar los pesos de fondeo hasta el fondo marino y posicionar el contrapeso central hasta su posición de proyecto, esto se realiza mediante unas maquinillas y unas líneas de cadena auxiliares, que al finalizar la operación se repliegan (se desenganchan del peso de fondeo y se suben hasta cubierta) o se dejan instaladas (totalmente destensadas para que no interfieran con las líneas de bloqueo normales). Estas maquinillas necesitan poca potencia y fuerza de tiro, pues el proceso de instalación / desinstalación se realiza con los pesos de fondeo con flotabilidad casi nula (ligeramente negativa para que se hundan) solo adquieren todo su peso cuando ya están apoyados en el fondo.

Modificaciones al sistema propuesto (aerogeneradores)

Esta es una variante especial para plataformas que soportan aerogeneradores marinos. Este tipo de plataformas tienen varias particularidades, entre otras:

- La plataforma no necesita una superficie de cubierta grande, puede ser una pequeña boya que soporte el peso del aerogenerador y de su torre.
- La fuerza principal de diseño es el empuje aerodinámico del viento sobre las palas del rotor del aerogenerador.
- La fuerza del viento ejerce un momento flector sobre la base de la torre muy grande.

Si las líneas de fondeo en la condición de proyecto no son verticales (como se ven en la figura 3), sino ligeramente divergentes (como se ven en la figura 6), entonces cuando la plataforma se ve arrastrada por el viento, la polea de sotavento se eleva respecto a la de barlovento, como consecuencia de ello, la plataforma tiene un ángulo de cabeceo OPUESTO a la fuerza del viento, este ángulo (A) es proporcional al desplazamiento horizontal de la plataforma y es apenas sensible al movimiento vertical de la misma.

Este ángulo hace que el peso (Q) de la góndola (14) tenga una componente axial opuesta al empuje del viento sobre aspas, que es proporcional al ángulo girado, que a su vez es proporcional al movimiento horizontal de la plataforma, que a su vez es proporcional a la fuerza ejercida por el viento. Si se sincronizan adecuadamente estas constantes de proporcionalidad, se puede conseguir que la componente axial del peso de la góndola anule exactamente la fuerza del viento, sea cual sea la velocidad del viento (realmente esto es cierto hasta que se destense el cable de la línea de fondeo de sotavento.

De esta forma se puede anular totalmente el momento flector en la base de la torre debido al viento. Quedarían todavía las fuerzas y momentos debidos a las olas, pero son fuerzas y momentos menores. Como consecuencia de ello:

- Se podría aligerar la torre (15), dándole menos espesor a sus elementos estructurales.
- Se reducen las fuerzas que actúan en los cojinetes de carga de la góndola.
- Se reducen las cargas sobre el fondeo y la estructura de la plataforma, podría ser más ligera (y barata de construir).

Modificaciones al sistema propuesto (ocio marino)

En plataformas dedicadas al ocio marino, el agente externo que más influencia tiene en el confort de los pasajeros, es el efecto de las olas. Con el sistema propuesto, se anulan los movimientos de giro de la plataforma, el movimiento vertical tiene poca influencia (sobre todo si se usa una plataforma semisumergible), pero queda el efecto del movimiento horizontal de las olas, que con mares severas puede generar aceleraciones importante (hasta 1.5 m/s^2).

En algunas aplicaciones, se puede utilizar un sistema de fondeo divergente, que produzca un cabeceo opuesto al movimiento horizontal. Este cabeceo puede generar una aceleración longitudinal que se oponga a la aceleración del movimiento horizontal, de forma que la resultante sea menor que si la plataforma se mueve sin cabecear, esto mejoraría el confort de las personas embarcadas.

Una analogía terrestre de este movimiento horizontal y de cabeceo inverso, sería el movimiento de un columpio o de una hamaca, tiene movimientos y giros grandes, pero no tiene la sensación psicológica de que haya aceleraciones. De hecho, las aceleraciones se mantienen perpendiculares a la superficie de la cubierta de la plataforma (perpendiculares a la superficie del asiento, en el caso del columpio).

El esquema de funcionamiento sería similar al de la figura 6, pero con un ángulo (A) de divergencia algo mayor que el de la figura mostrada.

Una dificultad que aparece es que la anulación de las aceleraciones longitudinales solo se puede conseguir para un rango de olas relativamente pequeño, por ejemplo si se puede conseguir esta anulación para olas entre 8s y 10s, se trata entonces de sintonizar estos periodos con los periodos de las olas más probables, esta sintonización depende de:

- La geometría de la plataforma y de su estabilidad e inercia.
- La geometría de las líneas de fondeo y de sus características elásticas.

El cable de fondeo

El cable de fondeo es bastante largo, mide al menos el calado en la zona de operación, mas la longitud de los brazos (por lo general entre 30 y 40m), más el doble de la altura entre las poleas y la superficie de mar, mas el doble del máximo recorrido vertical de la plataforma (altura de la marea + altura de la ola máximas), más un 20% del calado del mar en la zona de instalación y el margen que se crea conveniente.

De esta longitud, hay una parte que no sufre desgastes de ningún tipo, pero otra parte está sometida a rozamientos, flexión (en las poleas) y a fenómenos de fatiga.

Por ello, el cable puede estar dividido físicamente en dos partes, de forma que en caso de desgaste sólo haya que cambiar una de las partes, la superior, que es la que más se desgasta.

De hecho, tal como se ve en la figura 21, la parte desmontable puede estar formada por varios cables independientes (24) de menor sección transversal que el cable principal (8), que están unidos al tramo de fondeo principal mediante unas piezas denominadas concentradoras de cables de fondeo (23).

La longitud de los cables desmontables debe ser tal que, con los mayores movimientos previsibles de la plataforma, los concentradores nunca se acerquen a las poleas exteriores, si se tocan, puede producirse una avería importante. Cada cable desmontable tiene sus poleas interior y exterior correspondientes.

El material del cable puede ser cualquiera que sea apto para cables, ente otros:

- Cable metálico trenzado: no hay posibilidad que se retuerza, pues la tensión de las líneas según las aristas de un prisma vertical impiden el giro de guiñada de la plataforma.
- Cable de material sintético o textil
- Cadenas de eslabones: esta es ideal para el tramo intermedio (y la parte superior de los otros dos tramos) de las plataformas soporte de aerogeneradores, pues permite usar poleas dentadas (en las líneas amortiguadoras) y tienen radios de giro relativamente pequeños.

Su inconveniente es que es más ruidosa, para instalaciones de ocio es menos recomendable y debería estar muy bien aislada acústicamente.

En las plataformas de ocio marino, el tramo intermedio y la parte superior de los otros dos tramos deberían ser de material textil, pues con olas, se está moviendo continuamente y tendría un comportamiento más silencioso que si es de cadena con eslabones (que podría originar problemas de ruido en la estructura).

Aplicaciones especiales

Para algunas aplicaciones en las que el movimiento de cabeceo es irrelevante, se puede utilizar este sistema de fondeo para anular sólo el movimiento de balance. En este caso se utilizan sólo dos líneas de fondeo, orientadas aproximadamente perpendiculares al plano de crujía de la plataforma. El anillo de fondeo se transforma en una viga de fondeo o incluso en dos pesos independientes.

Plataforma de gran tamaño

En las plataformas de gran tamaño o en las que sólo tienen 3 líneas de fondeo, las fuerzas que aparecen en los cables pueden ser bastante elevadas. En ese caso, se puede desdoblar la línea en dos, tres o más líneas paralelas de menor dimensión, en ese caso:

- Las poleas son dobles, triples o de mas roldadas
- Los cables corren paralelos en todo su recorrido
- Las uniones al contrapeso y anillo de fondeo están muy próximas entre si

Una de ellas, de menor diámetro de cable, se puede utilizar como línea amortiguadora

Transporte e instalación (sólo para aerogeneradores marinos)

Una de las ventajas de este sistema, es la facilidad de transporte, instalación y desinstalación de las plataformas dotadas de este sistema de fondeo. Además tiene una ventaja adicional, si un temporal de una intensidad inesperada arrastra la plataforma y los bloques de fondeo, la plataforma sigue operativa en su nueva posición, como si estuviese en ese lugar intencionadamente.

El sistema tiene varias configuraciones, cada una de ellas pensada para la fase de transporte / instalación en que se encuentre, las características de estabilidad y sus prestaciones dinámicas son diferentes en cada fase, pero son perfectamente aceptables.

El proceso de instalación es ligeramente diferente, según sea el tipo de plataforma en la que actúa (soporte de aerogeneradores / ocio marítimo) por la propia naturaleza y geometría de la plataforma, pero las similitudes son mucho mayores. Para no alargar innecesariamente las explicaciones, se describe sólo el soporte para aerogeneradores, en el otro caso (ocio marítimo) sólo hay que suprimir algunos pasos.

Las plataformas en las que se instala este sistema de fondeo, son estructuras flotantes y por ello son importantísimas las características de estabilidad y flotabilidad, en todas las fases de instalación y operación de las mismas, así como en las maniobras de transición entre unas fases y otras. Para garantizar la estabilidad y flotabilidad, tanto la plataforma como el contrapeso central y los pesos de fondeo disponen de tanques de lastre que se pueden llenar o vaciar según sean las necesidades de cada caso.

Por ello, se han definido varias Configuraciones Estándar, que definen como debe estar la plataforma y el resto de los elementos del sistema, En las figuras 7 a 10 se puede ver la disposición de todos los elementos en cada configuración. También se han definido los procedimientos (maniobras) que permiten pasar de una configuración a otra de una forma segura.

Fabricación y montaje

Básicamente, el sistema consta de cuatro elementos:

- Anillo de fondeo: en general se construirá de hormigón armado, aunque puede ser de cualquier otro material
- Contrapeso: construido de acero lastrado con ferralla u hormigón

- Plataforma: con el resto de elementos del sistema de fondeo (brazos, poleas...). Lo normal es que se construya de acero, aunque también podría ser de hormigón o de construcción mixta acero / hormigón

- 5 • Aerogenerador y su torre: son modelos comerciales, subcontratados

10 Todos estos elementos (excepto el aerogenerador), en la condición de lastre tienen poco calado, por lo que se pueden construir en dique seco y trasladarlos a flote a una dársena del puerto para su ensamblaje final, también se podrían construir en grada y botarlos de forma convencional, reorganizándolos después, para que ocupen sus posiciones correctas.

15 Una vez contruidos y a flote (en lastre), se unen entre sí en sus posiciones adecuadas, se instala la torre, el aerogenerador y las palas mediante una grúa de la dársena.

15 Configuración de Transporte

20 Tras terminar el montaje de la plataforma en el puerto, ésta está lista para ser trasladada a su lugar de operación, su aspecto es algo similar al de la figura 7 (los detalles dependerán de la forma concreta de la plataforma):

25 Todos los elementos de la plataforma están instalados en sus posiciones respectivas, los cables están estibados sobre la cubierta. Todos los elementos flotantes (plataforma, contrapeso y anillo de fondeo) están con sus tanques de lastre vacíos, lo que supone que:

- El anillo de fondeo (4) tiene flotabilidad positiva, pero con un francobordo muy pequeño
- 30 • El contrapeso (1) tiene flotabilidad ligeramente positiva, pero cuelga del tramo central del cable de fondeo, situado en el pozo central (16), o de un cable auxiliar desechable
- El cable de fondeo (18) está recogido en cubierta y todo el cable se mantiene a una
- 35 • tensión del orden del 5% al 10% de la nominal.
- La plataforma (10) sobresale del nivel del mar (19) más de lo que es habitual durante la operación normal.

40 En esta condición, la plataforma es muy estable, debido a la gran inercia de la flotación que aporta el anillo de fondeo (4), la tensión del cable de fondeo en el tramo de fondeo (8) transmite esta estabilidad al resto de la plataforma.

45 Una vez finalizado el armamento a flote de la plataforma, se puede trasladar a su lugar de operación, mediante un remolcador convencional.

50 Aunque no sería estrictamente necesario, si se va a trasladar la plataforma por zonas donde se espera mala mar, se pueden añadir unas amarras provisionales de transporte (20), que sujetan el anillo de fondeo a la cubierta de la plataforma y evitan los movimientos relativos anillo plataforma. Estas amarras se pueden disponer de forma radial o en zigzag a lo largo de toda la periferia del anillo. Después del traslado, se suprimen totalmente y se pueden usar para el traslado de la plataforma siguiente. Si se considera conveniente, también se puede sujetar de forma similar el contrapeso central, durante el traslado.

También se instalan unas cadenas auxiliares de sujeción del contrapeso (21), que solo se usan durante la fase siguiente y que luego se sueltan del contrapeso, quedando colgadas de la plataforma (se podrían retirar totalmente, pero no compensa el esfuerzo).

5 Configuración Primera de Instalación

Una vez que se ha trasladado la plataforma a su lugar de instalación, está preparada para iniciar el proceso de fondeado de la misma. En esta configuración, sus elementos principales están dispuestos de la siguiente manera, tal como se puede ver en la figura nº 8:

- Los tanques de lastre del anillo de fondeo (4) están vacíos. El anillo de fondeo flota por sí mismo y está unido a la plataforma mediante un cable tensado, que cuelga de cada una de las poleas exteriores (3) de las líneas de fondeo. Del anillo de fondeo se han retirado las amarras provisionales de transporte (20)
- Los tanques de lastre del contrapeso central (1) están parcialmente llenos, con flotabilidad ligeramente negativa. El contrapeso central no flota por sí mismo y está sujeto a la plataforma mediante las cadenas auxiliares de sujeción del contrapeso (21) que en esta condición están tensadas por el peso aparente del contrapeso central.
- La mayor parte del cable de fondeo de cada línea de fondeo está destensado y está recogido sobre la cubierta de la plataforma

25 Configuración Segunda de Instalación

Una vez que se ha posicionado el contrapeso central para que proporcione a la plataforma la estabilidad que necesita, está lista para empezar a sumergir el anillo de fondeo y apoyarlo en el fondo marino. En esta condición, sus elementos principales están dispuestos de la siguiente manera, tal como se pueden ver en la figura nº 9:

- Los tanques de lastre del anillo de fondeo (4) están parcialmente llenos, con una flotabilidad ligeramente negativa. El anillo de fondeo no flota por sí mismo y está unido a la plataforma mediante los tramos de fondo del cable de fondeo, que están ligeramente tensados y que cuelgan de las poleas exteriores (3) de cada línea de fondeo.
- Los tanques de lastre del contrapeso central (1) están totalmente llenos, con flotabilidad negativa. El contrapeso central no flota por sí mismo y está sujeto a la plataforma mediante las cadenas auxiliares de sujeción del contrapeso (21) que en esta condición están muy tensadas por el peso aparente del contrapeso central.
- Una parte importante del cable de fondeo de cada línea de fondeo está destensado y está recogido sobre la cubierta de la plataforma. Los tramos de fondo (8) de los cables de fondeo sujetan el anillo de fondeo (4) mientras este baja hacia el fondo del mar.

45 Configuración de Operación

Es el estado habitual de la plataforma durante su utilización normal. Sus elementos principales están dispuestos de la siguiente manera, tal como se pueden ver en la figura nº 10:

- Los tanques de lastre del anillo de fondeo (4) están totalmente inundados, con un peso aparente muy elevado. El anillo de fondeo se apoya en el fondo del mar y está unido a la

plataforma mediante los tramos de fondo del cable de fondeo (8), que están totalmente tensados y que cuelgan de las poleas exteriores (3) de cada línea de fondeo.

- Las cadenas auxiliares de sujeción del contrapeso (21) se han eliminado definitivamente.

- Los tanques de lastre del contrapeso central (1) están totalmente inundados, con un peso aparente bastante elevado. El contrapeso central cuelga del tramo central del cable de fondeo (6) de todas las líneas de fondeo.

- Todo el cable de fondeo está extendido y está sometido a una tensión igual al peso aparente del contrapeso central (dividido por el número de cables).

Maniobra de Instalación (1ª Parte)

Es el proceso mediante el cual se pasa de la condición de transporte (figura 7) a la condición primera de instalación (figura 8). Cuando la plataforma está situada sobre el punto en que se va a instalar, se realizan una serie de pasos, para garantizar que la plataforma siempre tenga toda la estabilidad que necesita:

- Se retiran las amarras provisionales de transporte (20)
- Se llena uno de los tanques de lastre del contrapeso, de forma que tenga una flotabilidad ligeramente negativa, de manera que tienda a hundirse espontáneamente.
- Se baja lentamente el contrapeso, hasta que se tensen las Cadenas auxiliares de sujeción del contrapeso (21). El cable de fondeo que estaba estibado en cubierta (18), se va desplegando y ocupando su posición en el tramo central (6) de la línea de fondeo.
- Se Inundan todos los tanques de lastre del contrapeso, de forma que adquiera todo su peso aparente. A consecuencia de esto, el casco de la plataforma se sumerge un poco.

Como consecuencia de esta maniobra (el contrapeso queda colocado muy por debajo del centro de carena de la plataforma), la estabilidad crece sensiblemente y el conjunto: (Aerogenerador + Plataforma) - Contrapeso forman un conjunto suficientemente estable (figura 8).

A partir de este momento, ya no se necesita la estabilidad que proporcionaba la inercia de la flotación del anillo de fondeo.

Maniobra de Instalación (2ª Parte)

Es el proceso mediante el cual se pasa de la condición primera de instalación (figura 8) a la condición segunda de instalación (figura 9). Puesto que ya no se necesita la estabilidad que proporcionaba el anillo, ahora se puede sumergir éste sin poner en peligro la plataforma, para ello se realizan los siguientes pasos:

- Se llenan algunos tanques de lastre del anillo de fondeo, hasta que comience a sumergirse, con una flotabilidad ligeramente negativa

- Se va desenrollando el cable de fondeo estibado en cubierta, para que el anillo de fondeo (4) baje hacia el fondo marino. En la figura 9 se puede ver una imagen correspondiente a una posición intermedia de esta fase.

5 Maniobra de Instalación (3ª Parte)

Es el proceso mediante el cual se pasa de la condición segunda de instalación (figura 9) a la condición operativa (figura 10).

- 10 • Cuando el anillo se posa en el fondo, se abren las válvulas de llenado de todos los tanques de lastre y el anillo adquiere todo el peso aparente que necesita para que los agentes externos no puedan arrastrar la plataforma.

15 Ahora la plataforma está en su posición definitiva, pero hay que hacer una serie de ajustes para que sea totalmente operativa:

- Lo primero es ajustar la longitud de todos los cables de fondeo, para que la plataforma quede en una posición nivelada (para corregir los desniveles del fondo marino)
- 20 • Se bloquea la polea exterior (3), para que la estabilidad de la plataforma dependa del anillo de fondeo y no del contrapeso central (1)
- Se eleva ligeramente el contrapeso, para destensar las Cadenas auxiliares de sujeción del contrapeso (21) y se suelta la cadena de sujeción del contrapeso, si se desea también se sueltan del casco de la plataforma y se retiran definitivamente (aunque volverán a ser necesarias si se piensa trasladar la plataforma a otro lugar)
- 25 • Se baja el contrapeso hasta que se tensen totalmente el cable de fondeo.
- 30 • Se liberan los frenos de cable de fondeo, que se habían usado para hacer descender suavemente el anillo central. Como consecuencia, se tensa el cable de la línea de fondeo en el tramo de fondeo y el calado de la plataforma vuelve a aumentar hasta adquirir el valor nominal de proyecto
- 35 • Se desmontan y retiran todos los elementos auxiliares empleados durante la instalación, se conectan los cables eléctricos de extracción de energía eléctrica de los aerogeneradores. La plataforma queda operativa, tal como se puede ver en la figura 10.

40

Desinstalación y traslado a otra posición

Se siguen los mismos pasos anteriores, pero en orden inverso.

- 45 Hay una cosa que hay que hacer adicionalmente pues atañe a un proceso que es termodinámicamente irreversible (el llenado de los tanques de lastre es automático cuando se abren las válvulas correspondientes, pero no se pueden vaciar de forma automática), el vaciado de los tanques de lastre para que el contrapeso y el anillo de fondeo vuelvan a flota, este proceso es irrelevante para esta invención y puede hacerse por cualquier procedimiento convencional:
- 50

- Vaciado inyectando aire comprimido (hay que tener en cuenta que el anillo está a decenas de atmósferas de presión)

- Vaciado mediante bombas hidráulica situadas en el anillo de fondeo.

Se parte de la plataforma en la Condición de Operación caracterizada porque Los tanques de lastre del anillo de fondeo (4) están totalmente inundados, con un peso aparente muy elevado. El anillo de fondeo se apoya en el fondo del mar y está unido a la plataforma mediante los tramos de fondo del cable de fondeo (8), que están totalmente tensados y que cuelgan de las poleas exteriores (3) de cada línea de fondeo. Los tanques de lastre del contrapeso central (1) están totalmente inundados, con un peso aparente bastante elevado. El contrapeso central cuelga del tramo central del cable de fondeo (6) de todas las líneas de fondeo. Todo el cable de fondeo está extendido y está sometido a una tensión igual al peso aparente del contrapeso central (dividido por el número de cables).

Con estas consideraciones, la secuencia de desinstalación implica los siguientes pasos:

- Se bloquea la posición del contrapeso central (1) mediante unos cables auxiliares.
- Se vacían parcialmente los tanques de lastre del anillo de fondeo mediante bombas, o usando aire comprimido, se deja una pequeña cantidad de lastre para que la flotabilidad del anillo sea ligeramente negativa.
- Se recogen los cables de fondeo (9) simultáneamente de todas las líneas de fondeo, hasta que el contrapeso llegue a la superficie del mar.
- Se sujeta el anillo de fondeo (4) a la plataforma mediante cables auxiliares y se terminan de vaciar los tanques de lastre del anillo de fondeo.
- Se vacían parcialmente los tanques de lastre del contrapeso central (1), dejando una pequeña cantidad de lastre, para que la flotabilidad del contrapeso sea ligeramente negativa.
- Se iza (eleva) el contrapeso central hasta que llegue a la superficie, bien sea mediante los tramos centrales (6), o mediante unas cadenas auxiliares (21).
- Se sujeta el contrapeso central (1) a la plataforma principal y se terminan de vaciar sus tanques de lastre. La plataforma se encuentra ahora en la configuración de traslado, lista para ser movida a cualquier otro lugar o emplazamiento.

Descripción de los dibujos

Para completar la descripción que se está realizando, y con objeto de ayudar a una mejor comprensión de las características del sistema de fondeo propuesto, se acompaña a la presente memoria descriptiva 28 planos (o figuras), distribuidas en 12 páginas, que incluyen:

- Esquemas de funcionamiento del sistema de fondeo propuesto
- Esquemas 20 o 30, de plataformas en las que se ha instalado este sistema
- Vistas de varios ejemplos de las realizaciones preferentes o de las reivindicaciones.

Algunas de las figuras se describen muy someramente, pues ya se han descrito con anterioridad, o se describirán más extensamente en el apartado de realizaciones preferentes:

En estas figuras de carácter ilustrativo y no limitativo, se ha representado lo siguiente:

Figura número 1.- Esquema básico de las líneas de fondeo de bloqueo (las que impiden el movimiento de giro de la plataforma). Una instalación de este tipo consta de una plataforma (10) flotando en el mar, dotada de 2 o más líneas (el mínimo es 2 cuando sólo se quiere anular el movimiento de giro en una dirección, como por ejemplo el cabeceo. El mínimo es 3 cuando se quiere anular simultáneamente el cabeceo y el balance), cada una de las cuales, al menos, están compuestas por: Una polea interior (2) y una polea exterior (3), que soportan un cable de fondeo compuesto por tres tramos, un tramo de fondo (8) que llega hasta un peso de fondeo (4) apoyado en el fondo marino (5), otro tramo central (6) que llega hasta un tramo de ajuste de longitud de la línea (9) sujeto al contrapeso central (1) y un tramo intermedio (7) que une los otros dos tramos. El contrapeso central está compartido por todas las líneas de fondeo

Figura número 2.- Esquema básico de una línea de fondeo amortiguadora, que además de los elementos de la figura 1 incluye dos poleas (11) intercaladas en el tramo intermedio (denominado ahora con la referencia (13) pues sus funciones son diferentes) y engranadas entre sí, que arrastran un generador eléctrico que tiene una misión doble, generar energía a partir del movimiento de las olas e introducir un amortiguamiento en las ecuaciones dinámicas de la plataforma. En instalaciones en las que el aprovechamiento de la energía es irrelevante, se sustituye el motor por una bomba hidráulica que disipa la energía y produce el mismo efecto de amortiguamiento en la línea.

Figura número 3.- Esquema del principio geométrico que regula las longitudes de cada tramo de las líneas de fondeo y justifica que la plataforma siempre se mueve paralelamente a la posición inicial de la misma.

Figura número 4.- Esquema del principio dinámico, con las fuerzas que actúan sobre los cables de fondeo cuando la plataforma está sometida a una fuerza (F_x) y un momento flector (M_f) originados por los agentes externos (viento, olas o corrientes marinas). La suma de las tensiones en todas las líneas es siempre constante (igual al peso aparente del contrapeso central (1)), la diferencia entre las tensiones de las líneas es proporcional a momento flector aplicado y la fuerza horizontal (F_H) que es capaz de soportar la plataforma es proporcional al seno del ángulo (A) de las líneas de fondeo con la vertical. Cuando una de las líneas se destensa, la plataforma pierde la horizontalidad (aparecen movimientos de cabeceo o balance)

Figura número 5.- Esquema de alguno de los elementos auxiliares al sistema de fondeo propuesto. Como novedades respecto a las figuras anteriores, se incluyen los brazos (17) que sujetan las poleas: interior (2) y exterior (3), las poleas soporte del tramo intermedio (12), una sección transversal de una plataforma anular (10) soporte de aerogeneradores y parte de la torre (15) del aerogenerador. También se puede ver el pozo central (16) donde se aloja el péndulo (contrapeso + tramos centrales de las líneas). **Es la figura de portada de esta solicitud de patente.**

Figura número 6.- Esquema de funcionamiento del sistema de fondeo cuando se utilizan líneas divergentes, en el cual los tramos de fondo (8) no bajan verticales hasta el fondo, sino que su trazado forma un ángulo (A) con la vertical. Cuando la plataforma se mueve horizontalmente, se inclina hacia barlovento, en primera aproximación es como si girase alrededor del punto de intersección de los dos tramos de fondo.

Si la plataforma es un soporte de aerogeneradores marinos, con una torre (15) y una góndola de aerogenerador (14), se puede conseguir que la componente axial del peso de la góndola (debida a la inclinación de la torre) compense exactamente el empuje del

viento sobre las palas, de forma que se anule el momento flector en toda la torre del aerogenerador (y por tanto los momentos de flexión que trasmite la torre a la plataforma).

Figura número 7.- Plataforma soporte de aerogeneradores en la condición de transporte, a la salida del astillero, con todos sus elementos instalados. Los más importantes son: la plataforma en si (10) con el hueco que conforma el pozo central (16), la torre del aerogenerador (15), los brazos (17) que sujetan las poleas exteriores (3) y las centrales (2), las poleas soporte del tramo intermedio (12), el anillo de fondeo (4), el contrapeso central (1), todo el cable de fondeo, cuya mayor parte está recogido sobre cubierta (18), las amarras provisionales de transporte (20) que mantienen unidos la plataforma y el anillo de fondeo y la cadenas auxiliares (21) de sujeción del contrapeso, que están instaladas pero no son operativas, pues el contrapeso cuelga de los tramos centrales de las líneas de fondeo. La plataforma flota en su posición más elevada respecto a la superficie del mar (19), pues todos los tanques de lastre de la plataforma, del anillo y del contrapeso están vacíos

Figura número 8.- Ídem que la anterior, pero cuando la plataforma está en su lugar de destino, preparada para comenzar la instalación, la diferencia con la anterior es que se ha bajado el contrapeso central hasta que queda colgado por las cadenas auxiliares (21) de sujeción del contrapeso. El cable de fondeo se ha extendido un poco (la cantidad de cable estibada en la cubierta ha disminuido).

La plataforma ha aumentado su estabilidad por la presencia del contrapeso, cuyos tanques de lastre están totalmente inundados. El casco de la plataforma ha aumentado de calado (se ha hundido un poco) para compensar el peso extra del contrapeso central.

Figura número 9.- Idéntica a la anterior, pero se han inundado algunos tanques del anillo central, para que tenga una flotabilidad ligeramente negativa y se hunda (retenido por el cable de fondeo en su tramo de fondo) hasta que se pose en el fondo marino. El cable de fondeo se va desplegando poco a poco durante el proceso de inmersión del anillo central.

Figura número 10.- Representa la plataforma instalada y preparada para operar normalmente, el anillo de fondeo está apoyado en el fondo marino, con todos sus tanques de lastre inundados, para que actúe como el 'ancla' de la plataforma, el contrapeso cuelga libremente de las poleas interiores, la plataforma se ha hundido un poco más (hasta alcanzar su calado de proyecto).

Figura número 11.- Representa una vista 3D de una plataforma anular soporte de un aerogenerador marino, dotada del sistema de fondeo propuesto, con tres líneas dobles de fondeo seccionada por los planos de simetría de dos de sus líneas. La plataforma consta de tres brazos dispuestos en forma de estrella cuyo centro es el eje de simetría de la plataforma. De cada brazo cuelgan las poleas central (2) y exterior (3). El brazo se apoya en el borde exterior de la plataforma mediante dos columnas inclinadas. Cada brazo tiene dos cables de fondeo (con sus poleas correspondientes) cuyos tramos central (6) y de fondeo (8) llegan hasta el contrapeso central y al anillo de fondeo respectivamente (no representados pues quedan fuera de la imagen). Sobre la parte superior de la plataforma se apoya la torre del aerogenerador (15).

Figura número 12.- Representa la plataforma de la figura 11, vista en su conjunto, cuando está en la condición de operación, es decir con el anillo de fondeo (4) apoyado en el fondo marino, el contrapeso (1) en su posición nominal y la plataforma (10) en la vertical del anillo de fondeo), equivale a la condición de proyecto sin viento ni olas. La línea 'horizontal' que recorre la plataforma, más a o menos a media altura de su casco, corresponde a la línea de flotación.

Figura número 13.- Ídem que la figura 13, pero correspondiente a la condición de traslado, con el anillo de fondeo y el contrapeso central flotando junto al casco de la plataforma.

- 5 Figura número 14.- Se corresponde con la vista en planta de la plataforma completa (incluido el aerogenerador), esta vista es independiente de la posición vertical de los pesos móviles, es válida para las figuras 12 y 13.

- 10 Figura número 15.- Es la vista 3D de la plataforma antes citada, en su versión de cuatro brazos, cortada por la mitad (por el eje de dos brazos opuestos), cada brazo tiene una línea doble con dos líneas de fondeo gemelas.

- 15 Figura número 16.- Es la vista 3D de la plataforma antes citada, en su versión de cinco brazos, por lo demás es idéntica a la plataforma de la figura 15,

Figura número 17.- Vista en planta de la plataforma de la figura 15,

Figura número 18.- Vista en planta de la plataforma de la figura 16,

- 20 Figura número 19.- Es una variante de la plataforma anular de la figura 11, pero con un casco diferente, denominado tubular. Todo el anillo que forma la parte principal del casco está totalmente sumergido, sobre ese anillo hay una torre que continúa más allá de la línea de la flotación (22), la torre es hueca y estanca, con el pozo central en su interior y de un espesor adecuado para tener las características dinámicas en olas deseadas.
25 Aunque las plataformas anular y tubular parecen ser muy similares, sus características hidrodinámicas son muy diferentes. Esta última se mueve menos, pero el control de pesos durante la fabricación es más crítico.

- 30 Figura número 20.- Es una vista de perfil seccionada de la plataforma tubular de la figura anterior. En esta se aprecia mejor la posición de la línea de flotación (22).

- 35 Figura número 21.- Es un esquema de un sistema de fondeo compuesto por tres líneas de fondeo bifurcadas, cada una de ellas tiene un tramo de fondo (8) principal de un solo cable y tres cables desmontables paralelos (24) con sus poleas correspondientes, unidos al cable principal a través del concentrador de cables de fondeo (23). Los cables principales se prolongan hasta el fondo donde se unen al anillo de fondeo (4), que es común para las tres líneas de fondeo (solo hay un anillo, con tres puntos de sujeción para las tres líneas de fondeo).

- 40 Figura número 22.- Es una vista 3D de una plataforma para ocio marino, en la que se ha suprimido el primer entrepuente y toda la superestructura. Está dotada del sistema de fondeo propuesto, configurada como una plataforma semisumergible hexagonal. Consta de un casco sumergido hexagonal (28) con un hueco central (que equivale al pozo central (16) de las plataformas soporte de aerogeneradores) sobre el que apoyan 6 columnas (29) de unión entre el casco y el entrepuente de la plataforma.
45

- 50 Justo por encima del fondo del entrepuente (26) están las poleas interiores (2) y exteriores (3) y todo el tramo intermedio (7) del cable de fondeo, con varias poleas (12) soporte del tramo intermedio. La flotación de proyecto (22) está marcada como una línea horizontal cerca de la parte central (en altura) de las columnas de unión casco-entrepunte.

En las tres caras del hexágono en las que no hay línea de fondeo, se han dispuesto unos embarcaderos (25) para yates o buques menores, a los que se accede a través de unas

rampas de bajada (27) desde la planta baja del entrepuente principal, estos embarcaderos quedan muy cerca de la superficie del mar (22). A los buques de mayor tamaño se accede directamente desde la cubierta intemperie.

5 Cabe destacar que el anillo de fondeo (4) no es circular como en las figuras anteriores, sino que es triangular achatado en los vértices. Este modelo también valdría para las plataformas de aerogeneradores, siempre que su casco central quepa en el hueco del anillo triangular, pues ambos están en el plano de la flotación durante la fase de transporte

10 Figura número 23.- Se corresponde con una vista seccionada, en la que se ha retirado $\frac{1}{3}$ de la plataforma para ver el trazado de los cables de fondeo. Incluye también el entrepuente principal de la plataforma que tiene una planta casi circular. Sobre el entrepuente se han colocado 3 edificios con alojamientos y locales de ocio y recreación
15 (en la imagen sólo se ven dos edificios, el otro se ha eliminado con el corte de la plataforma).

Figura número 24.- Ídem que la figura 23, pero con la plataforma completa sin seccionar, vista desde arriba.

20 Figura número 25.- Ídem que la figura 24, pero vista desde abajo, se aprecian mejor la forma del casco sumergido con el pozo central y las 6 columnas de unión casco-entrepunte.

25 Figura número 26.- Ídem que la figura 23, pero con un edificio diferente, compuesto por dos anillos desfasados verticalmente, el anillo exterior está compuesto por 7 niveles de apartamentos, todos con vistas al exterior, el anillo interior también tiene 7 niveles, pero comienzan en la cuarta planta, los tres niveles superiores son apartamentos con vistas al exterior y los otros cuatro tienen vistas a la galería central interior. Parte de estos cuatro
30 niveles se dedican a restaurantes, salones, locales comunes, etc.

Figura número 27.- Ídem que la figura 26, pero con la plataforma completa sin seccionar, vista desde arriba. Esta plataforma vista desde abajo es muy similar a la plataforma anterior, tal como se puede ver en la figura 25.

35 Figura número 28.- Plataforma tubular en la configuración de operación, vista 3D azimutal, con el casco de la plataforma seccionado $\frac{1}{3}$.

Elementos que aparecen en las figuras

40 Para facilitar la interpretación de las figuras, se incluye la siguiente tabla, en la que aparecen todos los elementos que se citan en ellas (ordenados por número de referencia), su denominación y el número de la figura en que aparece por primera vez:

45	Ítem	1ª Vez	Denominación del elemento
	1	Figura 1	Contrapeso central
	2	Figura 1	Polea interior
50	3	Figura 1	Polea externa
	4	Figura 1	Peso de fondeo / Anillo de fondeo

5	Figura 1	Fondo marino
6	Figura 1	Tramo central del cable de fondeo
5	7	Figura 1 Tramo intermedio del cable de fondeo
8	Figura 1	Tramo de fondo del cable de fondeo
9	Figura 1	Tramo de ajuste del cable de fondeo
10	6+7+8+9	Cable de fondeo (la unión de todos los tramos)
10	Figura 1	Plataforma (de cualquier tipo)
15	11	Figura 1 Poleas Engranadas de una línea amortiguadora
12	Figura 5	Polea Soporte del tramo intermedio
13	Figura 2	Tramo intermedio de una línea amortiguadora
20	14	Figura 6 Góndola del aerogenerador
15	Figura 5	Torre del aerogenerador
25	16	Figura 5 Pozo Central
17	Figura 5	Brazo soporte de la línea de fondeo
18	Figura 7	Cable de fondeo, plegado sobre cubierta
30	19	Figura 7 Nivel de la superficie del mar
20	Figura 7	Amarras provisionales de transporte
35	21	Figura 7 Cadenas auxiliares de sujeción del contrapeso
22	Figura 19	Línea de la flotación de proyecto, a veces coincide con (19) el nivel de la superficie del mar
40	23	Figura 21 Concentrador de cables de fondeo
24	Figura 21	Tramo de cables desmontables
25	Figura 22	Embarcadero para yates / buques menores
45	26	Figura 22 Fondo del entrepuente principal
27	Figura 22	Rampa de bajada al embarcadero
50	28	Figura 22 Casco hexagonal inferior
29	Figura 22	Columnas de unión casco-entrepunte

Reivindicaciones asociadas a cada figura

Para facilitar la comprensión de las reivindicaciones, se incluye la tabla siguiente, que identifica cada reivindicación con una o varias figuras.

5	Las reivindicaciones nº 1 a nº 2 se corresponden a la reivindicación principal de esta solicitud de patente sin o con sistema de aprovechamiento de energía de las olas.		
10	Las reivindicaciones nº 2 a nº 6 hacen referencia a las líneas de fondeo del sistema de fondeo dependiendo de su orientación vertical o ligeramente divergentes, y dependiendo de si cada línea se bifurca en varios cables o no.		
15	Las reivindicaciones nº 7 a nº 10 hacen referencia a plataformas concretas con el sistema de fondeo propuesto, tal como se describen en el apartado de realizaciones preferentes.		
20	La reivindicación nº 11 hace referencia al proceso de utilización del sistema objeto de esta patente, con la configuración en que debe estar una plataforma (qué elementos incluye y cómo están situados o cómo están operando), en que se haya instalado este sistema de fondeo, para ser operativa. Es importante porque marca la diferencia entre este sistema y otros que ya existen en la tecnología naval.		
25	Las reivindicaciones nº 12 y nº 13 describe la secuencia de transporte e instalación / desinstalación, que es especial para plataformas con este tipo de fondeo y es diferente a la secuencia de instalación de plataformas con cualquier otro tipo de fondeo.		
	Reivindicación	Figura	Elemento característico
	1	Fig-01	Topología del sistema de fondeo / líneas de fondeo
30	2	Fig-02	Sistema de captación de energía en el tramo intermedio
	3	Fig-01	El tramo de fondo de los cables de fondeo es vertical
35	4	Fig-06	El tramo de fondo de los cables de fondeo es divergente
	5	Fig-05	Línea con cables de fondeo sencillos
	6	Fig-21	Línea con cables desmontables múltiples
40	7	Fig 22 a 27	Plataforma para ocio marítimo
	8		Plataforma genérica para aerogeneradores marinos
45	9	Fig 11 a 18	Plataforma anular para soporte de aerogeneradores marinos
	10	Fig 19 a 20	Plataforma tubular para soporte de aerogeneradores marinos
50	11	Fig-10	Configuración de operación
	12	Fig 07 a 10	Secuencia de transporte e instalación
	13	Fig 10 a 07	Secuencia de desinstalación

Realizaciones preferentes de la invención

Aunque el sistema de fondeo propuesto es válido para cualquier plataforma flotante, tal como se indica en capítulo "campo de aplicación de la invención" está especialmente indicada para dos aplicaciones concretas, como soporte para aerogeneradores marinos y como plataforma para ocio marítimo.

En lo que respecta al objeto de la patente propuesta (el sistema de fondeo), la diferencia principal entre las dos aplicaciones es el área de cubierta de la plataforma, que hace que en las plataformas diseñadas como soporte de aerogeneradores, la polea exterior cuelgue de un brazo radial, que sobresale bastante de la cubierta de la plataforma, y en las plataformas diseñadas para ocio marino, hace que la polea exterior cuelgue de un brazo muy corto que sobresale del entrepuente principal de la plataforma.

1 - Plataforma anular, soporte para aerogeneradores marinos

Se trata de una plataforma flotante, dotada del sistema de fondeo propuesto en esta solicitud de patente, cuya misión es servir de soporte para un aerogenerador marino. Está formada por los siguientes elementos:

Sistema de fondeo: Compuesto por 3 o más líneas de fondeo radiales (tal como se puede ver en las figuras 14, 17 o 18), cada una de las cuales tiene un cable de fondeo colgado de una polea exterior (3) y otra polea interior (2), que a su vez cuelgan de un brazo soporte de las líneas de fondeo (17). El tramo de fondo del cable de fondeo de todas las líneas, está sujeto al anillo de fondeo (4) y el tramo central de todas las líneas (6) está sujeto a un contrapeso central (1) que es común para todas las líneas.

Plataforma (10): es el elemento distintivo de esta realización preferente, su casco es un anillo aproximadamente circular, con un hueco en el centro, el pozo central (16), por el que pasan los tramos centrales del cable de fondeo de todas las líneas de fondeo de la plataforma. En su posición de proyecto, este casco queda parcialmente sumergido. Sobre el casco apoyan unos arbotantes que rigidizan los brazos soporte de las líneas de fondeo (17). Sobre el pozo central hay una pequeña superestructura, en la que se apoyan también los brazos soporte de las líneas de fondeo y que alberga las poleas interiores de todas las líneas de fondeo.

Aerogenerador: compuesto por una torre del aerogenerador (15) que apoya sobre la superestructura que hay sobre el pozo central, la torre sujeta el aerogenerador propiamente dicho (14). Es un componente comercial, por lo que no se describe con más detalle.

Esta plataforma tiene dos modos de funcionamiento:

- La condición de traslado (figura 13), en la que tanto el anillo de fondeo (4) como el contrapeso central (1) tienen una flotabilidad ligeramente positiva y el cable de fondeo está recogido y ligeramente tensado, para darle estabilidad a la plataforma.

- La condición de operación (figura 12), en la que el anillo de fondeo (4) está apoyado en el fondo marino, con los tanques de lastre inundados (para conseguir un peso aparente elevado), el contrapeso central (cuyos tanques de lastre también están totalmente inundados) cuelga de los tramos centrales de todas las líneas de fondeo (con la misma tensión en todos los cables).

2 - Plataforma tubular, soporte para aerogeneradores marinos

Es una plataforma flotante, casi idéntica a la plataforma anular descrita en el apartado anterior (especialmente en cuanto al sistema de fondeo y modos de funcionamiento)), que sólo se diferencia de la anterior en la forma de su casco (figuras 19 y 20). Su casco está formado por:

- Un anillo de eje vertical (parte inferior) y de sección transversal rectangular achaflanada. El diámetro del hueco central está comprendido entre el 20% y el 50% del diámetro de la plataforma. En la condición de proyecto, este anillo está totalmente sumergido.

- Un tubo de eje vertical (parte superior) situado directamente sobre el anillo sumergido anterior, cuya cara interior es prolongación de la cara interior del anillo sumergido. La diferencia entre el radio exterior y el interior del tubo vertical, está comprendida entre el 15% y el 35% del radio exterior del casco de la plataforma.

En la condición de proyecto, este tubo está parcialmente sumergido y la línea de la flotación intersecta al tubo aproximadamente en la mitad de su altura. A igualdad de desplazamiento, el calado de una plataforma tubular es mayor que el de una plataforma anular. La flotación de proyecto (22) está en una posición intermedia de la torre, tal como se aprecia en la figura 20.

Aunque a primera vista es muy parecida a la realización preferente nº 1, el comportamiento hidrodinámico de las dos plataformas es muy diferente por la diferencia del área de la flotación de ambos casos (la superficie de flotación de la plataforma tubular es de un tercio a un medio de la superficie de la flotación de la plataforma anular).

Además por la geometría de la plataforma, una plataforma tubular tendría más calado que otra plataforma anular del mismo desplazamiento y esto mejora el comportamiento hidrodinámico en olas.

3 - Plataforma para ocio, con tres edificios independientes

Se trata de una plataforma flotante, dedicada a actividades de ocio marítimo. Lo característico de esta realización es que necesita mucha superficie habitable. Básicamente está compuesta por el sistema de fondeo propuesto en esta solicitud de patente, un casco sumergido estanco y otro casco superior (o entrepuente, situado en su totalidad por encima de la flotación), unidos por seis columnas. Sobre el entrepuente hay tres edificios de forma espiral y de altura variable (figuras 22 a 25). Sus elementos principales son:

Sistema de fondeo (figura 22): está compuesto por tres líneas de fondeo radiales, con el pozo central en el centro de la plataforma. El tramo intermedio de los cables de fondeo (7) está apoyado en una o varias poleas de soporte del tramo intermedio (12), todo este tramo está insertado en el entrepuente principal de la plataforma (figura 23). Las poleas exteriores (3) cuelgan de un pequeño voladizo, que aleja el tramo de fondeo de las paredes de la superestructura. El anillo de fondeo (4) tiene forma de triángulo equilátero achaflanado en los vértices.

Casco sumergido (figura 25): está compuesto por un anillo hexagonal totalmente sumergido (28), con un hueco en el centro (que se corresponde con el pozo central) por donde pasan los tramos centrales de los cables de todas las líneas de fondeo y que sujetan el contrapeso central (1). Este anillo proporciona a la plataforma casi toda la flotabilidad que necesita, sobre este anillo hay seis columnas pentagonales verticales (29)

que transmiten el empuje hidrostático hasta el entrepuente superior. La línea de la flotación (22) está aproximadamente a media altura de las columnas.

Entrepuesto superior (figuras 22 y 23): con forma de estrella de seis puntas achaflanadas. Está apoyado en las columnas que lo unen al casco sumergido, en la parte superior tiene unos voladizos, que le dan a la cubierta de la plataforma un aspecto aproximadamente circular. En tres de las puntas de la estrella están las poleas exteriores de las líneas de fondeo, de las otras tres puntas cuelgan unas pasarelas (25) que sirven de embarcadero para yates u otras embarcaciones de pequeño porte, a las que se accede a través de rampas de bajada al embarcadero (27) que llegan hasta el cuerpo central del entrepuente. En este entrepuente está todo el tramo intermedio del cable de fondeo (7) de todas las líneas de fondeo.

Edificios sobre cubierta (figuras 23 y 24): La plataforma se completa con tres edificios de forma espiral y de altura variable situados sobre la cubierta de la plataforma. Estos edificios podrían tener otra forma de la representada en las figuras (la forma es irrelevante para esta realización preferente, lo importante es que hay varios edificios situados sobre la cubierta. con alojamientos, locales de ocio, restaurantes...). La forma de los edificios representados en las figuras se ha elegido por motivos estéticos, pueden tener cualquier otra geometría.

4 - Plataforma circular para ocio, con un edificio central circular

Esta realización preferente es virtualmente idéntica a la anterior, cambiando el grupo de edificios sobre cubierta por un solo edificio central circular, que cubre la mayor parte de la cubierta de la plataforma (figura 27).

El edificio es un anillo circular con habitaciones orientadas hacia el exterior o hacia el interior, separadas por un pasillo en la línea media del anillo (figura 26). Las habitaciones interiores tienen un balcón que se proyecta sobre un gran hall en el centro del edificio, al que se accede desde la cubierta a través de seis puertas de grandes dimensiones. El primer nivel del edificio está dedicado a tiendas y lugares de ocio, el resto son alojamientos para los huéspedes de la plataforma. Las habitaciones interiores están desplazadas verticalmente, de forma que comienzan en la cuarta planta y sobresalen sobre las habitaciones exteriores tres niveles.

Índice de figuras

En la tabla siguiente, se han resumido los títulos de cada figura, para facilitar la rápida identificación de las mismas.

Denominación de la figura

Figura 1	Líneas de fondeo de bloqueo
Figura 2	Líneas de fondeo amortiguadoras
Figura 3	Principio de funcionamiento
Figura 4	Fuerzas sobre el sistema de fondeo
Figura 5	Elementos auxiliares
Figura 6	Líneas de fondeo Divergentes

	Figura 7	Condición de Transporte
	Figura 8	Fase primera de la instalación
5	Figura 9	Fase segunda de la instalación
	Figura 10	Plataforma instalada
	Figura 11	Plataforma anular soporte de Aerogeneradores (casco y brazos)
10	Figura 12	Condición de Operación (plataforma anular)
	Figura 13	Condición de traslado (plataforma anular)
15	Figura 14	Vista en planta (plataforma anular)
	Figura 15	Plataforma anular (casco y 4 brazos)
	Figura 16	Plataforma anular (casco y 5 brazos)
20	Figura 17	Vista en planta (4 brazos), (plataforma anular)
	Figura 18	Vista en planta (5 brazos), (plataforma anular)
25	Figura 19	Plataforma Tubular (3 brazos)
	Figura 20	Plataforma Tubular (Perfil)
	Figura 21	Línea de fondeo bifurcada (3 cables desmontables → 1 cable principal)
30	Figura 22	Plataforma para ocio, suprimido entrepuente y superestructura
	Figura 23	Plataforma para ocio con el sistema de fondeo propuesto
35	Figura 24	Plataforma para ocio completa, vista 3D superior
	Figura 25	Plataforma para ocio completa, vista 3D inferior
	Figura 26	Plataforma circular para ocio, vista 3D seccionada $\frac{1}{3}$
40	Figura 27	Plataforma circular para ocio, vista 3D superior
	Figura 28	Plataforma Tubular completa soporte de aerogeneradores, seccionada $\frac{1}{3}$

REIVINDICACIONES

1. Sistema de fondeo para plataformas flotantes marinas, que se **caracteriza** porque está formado por tres o más líneas de fondeo, dispuestas radialmente alrededor de un punto común de la plataforma, cada una de las cuales incluye los siguientes elementos:

- Una polea interior (2) situada en la parte superior de la línea de fondeo, y otra polea exterior (3), situada en la parte superior de la línea de fondeo, en el extremo de la línea más alejado del punto común. Las poleas interior y exterior pueden ser sencillas (con una sola roldana) o múltiples (con varias roldanas paralelas superpuestas).

- Un contrapeso central (1) común a todas las líneas de fondeo, situado debajo del punto de intersección de todas las líneas de fondeo, con varios tanques de lastre, tales que, cuando los tanques de lastre del contrapeso central están vacíos, tiene una flotabilidad positiva pequeña (inferior al 20% del volumen total del contrapeso) y cuando todos los tanques de lastres del contrapeso central están inundados, tiene un peso aparente grande (superior al 5% del desplazamiento total de la plataforma)

- Un anillo de fondeo (4) común a todas las líneas de fondeo, o varios pesos de fondeo (uno por cada línea de fondeo), con varios tanques de lastre tales que, cuando los tanques de lastre del anillo de fondeo están vacíos, tiene una flotabilidad positiva pequeña (inferior al 20% del volumen total del anillo de fondeo) y cuando los tanques de lastres del anillo de fondeo están totalmente inundados, tiene un peso aparente muy grande (superior al 15% del desplazamiento total de la plataforma). En la condición de operación, el anillo de fondeo reposa sobre el fondo marino (5) y realiza las funciones del ancla de un buque convencional, impidiendo que el viento, las corrientes marinas o las olas arrastren la plataforma.

- Un cable de fondeo, que une el contrapeso central con el anillo de fondeo (o con cada uno de los pesos de fondeo) y que se apoya en las poleas interior y exterior de cada línea, dividido virtualmente en tres zonas o tramos: el tramo central del cable de fondeo (6), que va desde el contrapeso central hasta la polea interior de esa línea, el tramo intermedio del cable de fondeo (7), comprendido entre la polea interior y la polea exterior y el tramo de fondo del cable de fondeo (8), que va desde la polea exterior hasta el anillo de fondeo.

Como elementos auxiliares, cada línea de fondeo puede incluir también los siguientes elementos:

- Una o varias poleas soporte del tramo intermedio (12) intercaladas entre la polea interior y la polea exterior, en las que se apoya el tramo intermedio del cable de fondeo.

- Un tramo de ajuste de la longitud del cable de fondeo (9), intercalado entre el tramo central y el contrapeso central, con un tensor para igualar las longitudes totales de los cables de fondeo de todas las líneas.

- Un brazo soporte de la línea de fondeo (17), apoyado en la cubierta o en la superestructura de la plataforma, del que cuelgan: la polea exterior, la polea interior y las poleas de soporte del tramo intermedio si las hubiera.

- Cadenas auxiliares de sujeción del contrapeso (21), que unen el contrapeso central (1) con el fondo del casco de la plataforma (10) y que al tensarse, aportan a la plataforma toda la estabilidad que necesita durante las operaciones de instalación en su lugar de destino.

También incluye otros elementos auxiliares, comunes al sistema de fondeo convencional y que ayudan a la maniobra de instalación / desinstalación de la plataforma en su lugar de operación, tales como chigres, molinetes, bitas u otros elementos típicos de cualquier sistema de fondeo tradicional.

2. Sistema de fondeo para plataformas flotantes marinas, con todas las características de la reivindicación nº 1, que se **caracteriza** porque en el tramo intermedio del cable de fondeo hay intercaladas una o varias poleas (11) engranadas con un sistema de captación de energía convencional, activado por el giro de dichas poleas.

3. Sistema de fondeo para plataformas flotantes marinas, con todas las características de la reivindicaciones nº 1 o nº 2, que se **caracteriza** además porque en la posición de proyecto, en reposo y con mar en calma, el tramo de fondo (8) del cable de fondeo es vertical.

4. Sistema de fondeo para plataformas flotantes marinas, con todas las características de la reivindicaciones nº 1 o nº 2, que se **caracteriza** además porque el tramo de fondo es ligeramente divergente, es decir el punto de anclaje del cable de fondeo en el anillo de fondeo (4), está más separado horizontalmente del contrapeso central (1), que la polea exterior (3).

5. Sistema de fondeo para plataformas flotantes marinas, con todas las características de las reivindicaciones nº 3 o nº 4, que se **caracteriza** también porque los cables de fondeo son continuos, desde el contrapeso central (1) hasta el peso de fondeo (4).

6. Sistema de fondeo para plataformas flotantes marinas, con todas las características de las reivindicaciones nº 3 o nº 4, que se **caracteriza** también porque el cable de fondeo se bifurca en su tramo de fondo en dos o más cables desmontables (24) a través de un concentrador de cables de fondeo (23) Estos cables desmontables pasan a través de las poleas externas (3), de las poleas interiores (2) y se unen al contrapeso central (1), las poleas de las que cuelgan son múltiples, con tantas roldanas como cables desmontables.

7. Plataforma para ocio marítimo dotada del sistema de fondeo descrito en las reivindicaciones nº 5 o nº 6, con tres líneas de fondeo radiales distribuidas cada 120° y que contiene también los siguientes elementos, dispuestos tal como se indica a continuación:

- Un casco sumergido formado por un anillo hexagonal totalmente sumergido (28), con un hueco en el centro (que corresponde al pozo central), por donde pasan los tramos centrales de los cables de todas las líneas de fondeo que sujetan el contrapeso central (1).

- Seis columnas pentagonales (29) que unen el casco sumergido con el entrepuente superior. La línea de la flotación (22) de la condición de proyecto, está aproximadamente a media altura de las columnas.

- Un entrepuente superior con forma de estrella de seis puntas achaflanadas, con unos voladizos en la parte superior, que le dan a la cubierta de la plataforma un aspecto aproximadamente circular y con un hueco central alineado con el hueco central del casco sumergido.

- En tres puntas alternas de la estrella están las poleas exteriores (3) del sistema de fondeo, que cuelgan de unos voladizos que sustituyen al brazo soporte de la línea de fondo (17). Del borde interior del hueco central cuelgan las poleas interiores (2) del

sistema de fondeo. El tramo intermedio del cable de fondeo transcurre a través del entrepuente y cuelga además de varias poleas soporte del tramo intermedio (12).

- 5 - En las otras tres puntas de la estrella hay unas pasarelas (25), con embarcaderos para yates u otras embarcaciones de pequeño porte, a las que se accede a través de rampas de bajada al embarcadero (27) que llegan hasta el cuerpo central del entrepuente.

10 Sobre la cubierta del entrepuente superior, hay uno o varios edificios, que se pueden dedicar a alojamientos para los huéspedes, tiendas, locales de recreo o restauración o a lugares de ocio de cualquier tipo.

8. Plataforma para soporte de aerogeneradores marinos dotada del sistema de fondeo descrito en las reivindicaciones nº 5 o nº 6, que contiene al menos los siguientes elementos:

- 15 - Un casco parcialmente sumergido (10) con cualquier geometría.

- Una torre (15) soporte para un aerogenerador marino, situada justo encima del casco de la plataforma.

- 20 - Un aerogenerador marinizado (14) completo, cuya góndola está instalada encima de la torre correspondiente.

- 25 - Un contrapeso central (1), situado en el eje de simetría de la plataforma, cuyo diámetro es inferior al diámetro del pozo central y su altura es ligeramente menor que la altura del casco de la plataforma. En su interior hay una serie de tanques de lastre, que cumplen las siguientes restricciones: Con todos los tanques de lastre vacíos, el contrapeso central tiene una flotabilidad ligeramente positiva (flota). Con uno o varios de los tanques inundados, la flotabilidad del contrapeso central es ligeramente negativa (se hunde) Con todos los tanques de lastre inundados, el peso aparente del contrapeso central es grande (al menos equivale al 10% del peso total de la plataforma).

- 35 - Un anillo de fondeo (4), con forma de anillo de revolución, cuyo diámetro interior es superior al diámetro del casco de la plataforma y su radio exterior es ligeramente inferior a la distancia desde eje de simetría a la vertical de las poleas exteriores. En su interior hay una serie de tanques de lastre, que cumplen las siguientes restricciones: Con todos los tanques de lastre vacíos, el anillo de fondeo tiene una flotabilidad ligeramente positiva (flota). Con uno o varios de los tanques inundados, la flotabilidad del anillo de fondeo es ligeramente negativa (se hunde, con un peso aparente pequeño). Con todos los tanques de lastre inundados, el peso aparente del anillo de fondeo es muy grande (al menos el 30% del peso total de la plataforma).

- 40 - 3 o más brazos soporte de las líneas de fondeo (17), dispuestos radialmente alrededor del eje de revolución del casco de la plataforma, aproximadamente horizontales, cada uno de los cuales se apoya en la superestructura central y en dos columnas inclinadas, las cuales se apoyan en la cubierta o en el costado del casco central. Cada brazo y sus columnas de apoyo forman un trípode, que sobresale del costado del casco central al menos un 20% del radio de la plataforma.

- 50 - De los extremos de cada brazo soporte de las líneas de fondeo cuelgan: Una polea interior (2) en la parte interior y una polea exterior (3) en el extremo opuesto. Estas poleas pueden ser simples (de una roldana) o múltiples (de varias roldanas superpuestas).

- De las dos poleas interior y exterior de cada brazo cuelga el cable de fondeo. El tramo central del cable de fondeo (6) cuelga de la polea interior, pasa a través del pozo central (16) y se sujeta en el contrapeso central (1). El tramo de fondo del cable de fondeo (8) cuelga de la polea exterior y se sujeta en el anillo de fondeo (4). El cable de fondeo puede ser simple (un solo cable) o múltiple (varios cables).

9. Plataforma anular para soporte de aerogeneradores marinos tal como se describe en la reivindicación nº 8, que se **caracteriza** por la forma de su casco y por la presencia de una superestructura:

- El casco (10) tiene forma de anillo de eje vertical y de sección transversal rectangular achaflanada, con un pozo central (16) cilíndrico que ocupa y forma el hueco interior del anillo en toda su altura. El diámetro del pozo central está comprendido entre el 20% y el 40% del diámetro de la plataforma. En la condición de proyecto, la línea de la flotación del casco queda en una posición intermedia de su altura, más cerca de la cubierta que del fondo del anillo. El calado del casco es inferior a la mitad de su diámetro.

- La superestructura central es de forma cilindro-truncocónica, situada sobre la cubierta del casco, justo encima del pozo central. Y sirve de apoyo a la torre (15) que soporta el aerogenerador y da protección a las poleas interiores.

10. Plataforma tubular para soporte de aerogeneradores marinos tal como se describe en la reivindicación nº 8, que se **caracteriza** por la forma y el calado del casco de la plataforma. El casco de la plataforma (10) está formado dos partes:

- Un anillo de eje vertical (parte inferior) y de sección transversal rectangular achaflanada. El diámetro del hueco central está comprendido entre el 20% y el 50% del diámetro de la plataforma. En la condición de proyecto, este anillo está totalmente sumergido.

- Un tubo de eje vertical (parte superior) situado directamente sobre el anillo sumergido anterior, cuya cara interior es prolongación de la cara interior del anillo sumergido. La diferencia entre el radio exterior y el interior del tubo vertical, está comprendida entre el 15% y el 35% del radio exterior del casco de la plataforma.

En la condición de proyecto, este tubo está parcialmente sumergido y la línea de la flotación intersecta al tubo aproximadamente en la mitad de su altura. A igualdad de desplazamiento, el calado de una plataforma tubular es mayor que el de una plataforma anular.

11. Secuencia de construcción, transporte e instalación para una plataforma flotante marina con el sistema de fondeo descrito en las reivindicaciones nº 5 o nº 6, estableciendo un procedimiento con etapas, para conseguir la configuración operativa final, y que implica los siguientes pasos:

- Se construyen todos los elementos que forman la plataforma junto al puerto, se botan (echan al agua) y se ensamblan en la plataforma, para ponerla en la condición de transporte (todos los tanques de lastre de todos los elementos vacíos y el contrapeso central y el anillo de fondo unidos mediante cables al cuerpo principal de la plataforma).

- Con la ayuda de un remolcador, se traslada la plataforma completa hasta el lugar donde se va a instalar de forma definitiva.

- Se sujeta el tramo central del cable de fondeo (6) de cada línea de fondeo al contrapeso central (1).

- Se llenan uno o varios de los tanques de lastre del contrapeso central (1), hasta que éste tenga una flotabilidad ligeramente negativa.

5 - Se larga (se va soltando) poco a poco el cable tensado auxiliar, que retenía el contrapeso central (1) durante el traslado, hasta que se tensan las cadenas auxiliares de sujeción del contrapeso (21). La plataforma queda en la Configuración Primera de Instalación (contrapeso central extendido y bloqueado, con sus tanques de lastre parcialmente llenos y el anillo de fondeo con sus tanques vacíos).

10 - A continuación, se inundan totalmente todos los tanques de lastre del contrapeso central.

- Se sujeta el tramo de fondo del cable de fondeo (8) de cada línea de fondeo al anillo de fondeo (4) y se tensa el cable mediante una maquinilla auxiliar.

15 - Se llenan uno o varios tanques de lastre del anillo de fondeo (4), hasta que éste tenga una flotabilidad ligeramente negativa.

20 - Se larga poco a poco y de forma simultánea el cable de fondeo de todas las líneas de fondeo, hasta que se apoye firmemente en el fondo marino. Durante este proceso, la plataforma se encuentra en la Configuración Segunda de Instalación (tanques de lastre del contrapeso completamente llenos y tanques del anillo de fondeo parcialmente llenos).

25 - Cuando el anillo de fondeo está apoyado en el fondo marino, se regulan las longitudes de los cables de todas las líneas de fondeo (ajustando la longitud del tramo de ajuste del cable de fondeo (9)), hasta que los cables de todas las líneas de fondeo tengan la misma tensión.

30 - Se inundan totalmente todos los tanques de lastre del anillo de fondeo (o de los pesos de fondeo si fuesen independientes).

- Se retiran las cadenas auxiliares de sujeción del contrapeso (21).

35 Al finalizar estos pasos, la plataforma se encuentra en la configuración de Operación, **caracterizada** porque:

40 - Los tanques de lastre del anillo de fondeo (4) están totalmente inundados, con un peso aparente muy elevado. El anillo de fondeo se apoya en el fondo del mar y está unido a la plataforma mediante los tramos de fondo del cable de fondeo (8), que están totalmente tensados y que cuelgan de las poleas exteriores (3) de cada línea de fondeo.

45 - Los tanques de lastre del contrapeso central (1) están totalmente inundados, con un peso aparente bastante elevado. El contrapeso central cuelga del tramo central del cable de fondeo (6) de todas las líneas de fondeo.

- Todo el cable de fondeo está extendido y está sometido a una tensión igual al peso aparente del contrapeso central (dividido por el número de cables).

50 12. Secuencia de desinstalación para una plataforma flotante marina con el sistema de fondeo descrito en las reivindicaciones nº 5 o nº 6, a partir de la Condición de Operación caracterizada porque: Los tanques de lastre del anillo de fondeo (4) están totalmente inundados, con un peso aparente muy elevado. El anillo de fondeo se apoya en el fondo del mar y está unido a la plataforma mediante los tramos de fondo del cable de fondeo (8), que están totalmente tensados y que cuelgan de las poleas exteriores (3) de cada

línea de fondeo. Los tanques de lastre del contrapeso central (1) están totalmente inundados, con un peso aparente bastante elevado. El contrapeso central cuelga del tramo central del cable de fondeo (6) de todas las líneas de fondeo. Todo el cable de fondeo está extendido y está sometido a una tensión igual al peso aparente del contrapeso central (dividido por el número de cables).

La secuencia de desinstalación implica los siguientes pasos:

- 5 - Se bloquea la posición del contrapeso central (1) mediante unos cables auxiliares.
- 10 - Se vacían parcialmente los tanques de lastre del anillo de fondeo mediante bombas, o usando aire comprimido, se deja una pequeña cantidad de lastre para que la flotabilidad del anillo sea ligeramente negativa.
- 15 - Se recogen los cables de fondeo (9) simultáneamente de todas las líneas de fondeo, hasta que el contrapeso llegue a la superficie del mar.
- 20 - Se sujeta el anillo de fondeo (4) a la plataforma mediante cables auxiliares y se terminan de vaciar los tanques de lastre del anillo de fondeo.
- 25 - Se vacían parcialmente los tanques de lastre del contrapeso central (1), dejando una pequeña cantidad de lastre, para que la flotabilidad del contrapeso sea ligeramente negativa.
- 30 - Se iza (eleva) el contrapeso central hasta que llegue a la superficie, bien sea mediante los tramos centrales (6), o mediante unas cadenas auxiliares (21).
- Se sujeta el contrapeso central (1) a la plataforma principal y se terminan de vaciar sus tanques de lastre. La plataforma se encuentra ahora en la configuración de traslado, lista para ser movida a cualquier otro lugar o emplazamiento.

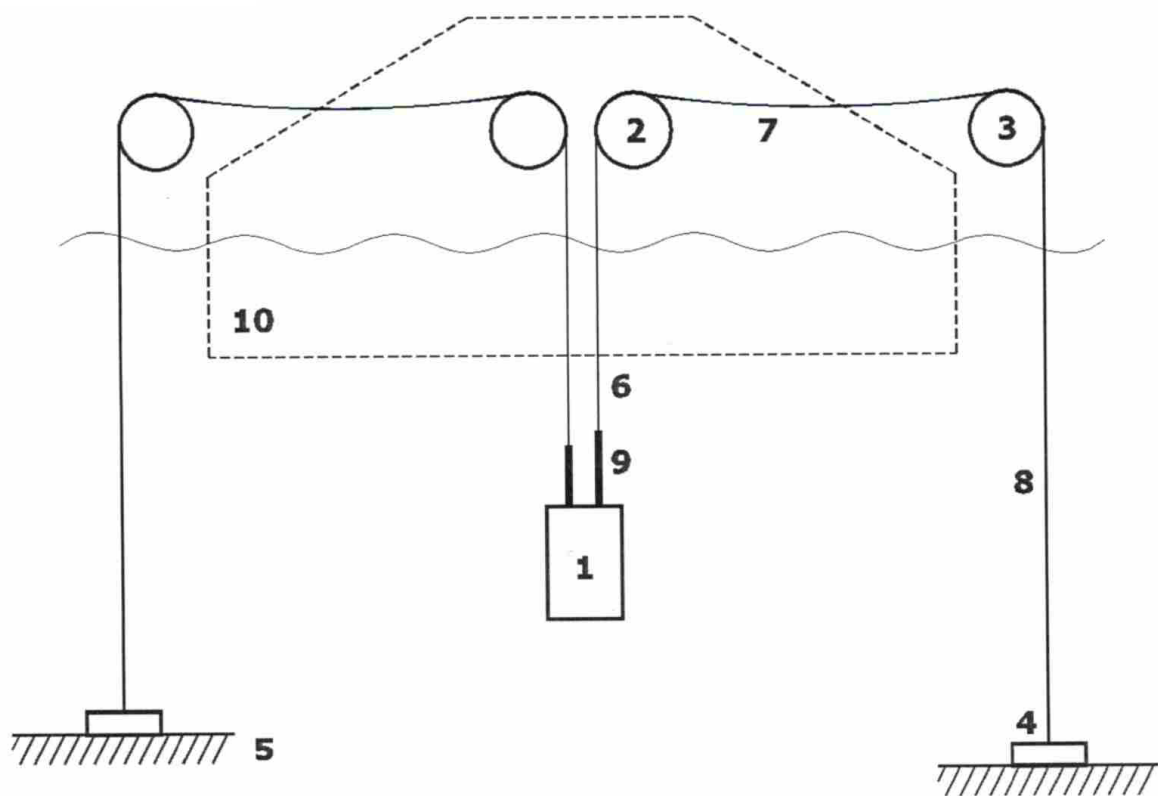


Figura 1

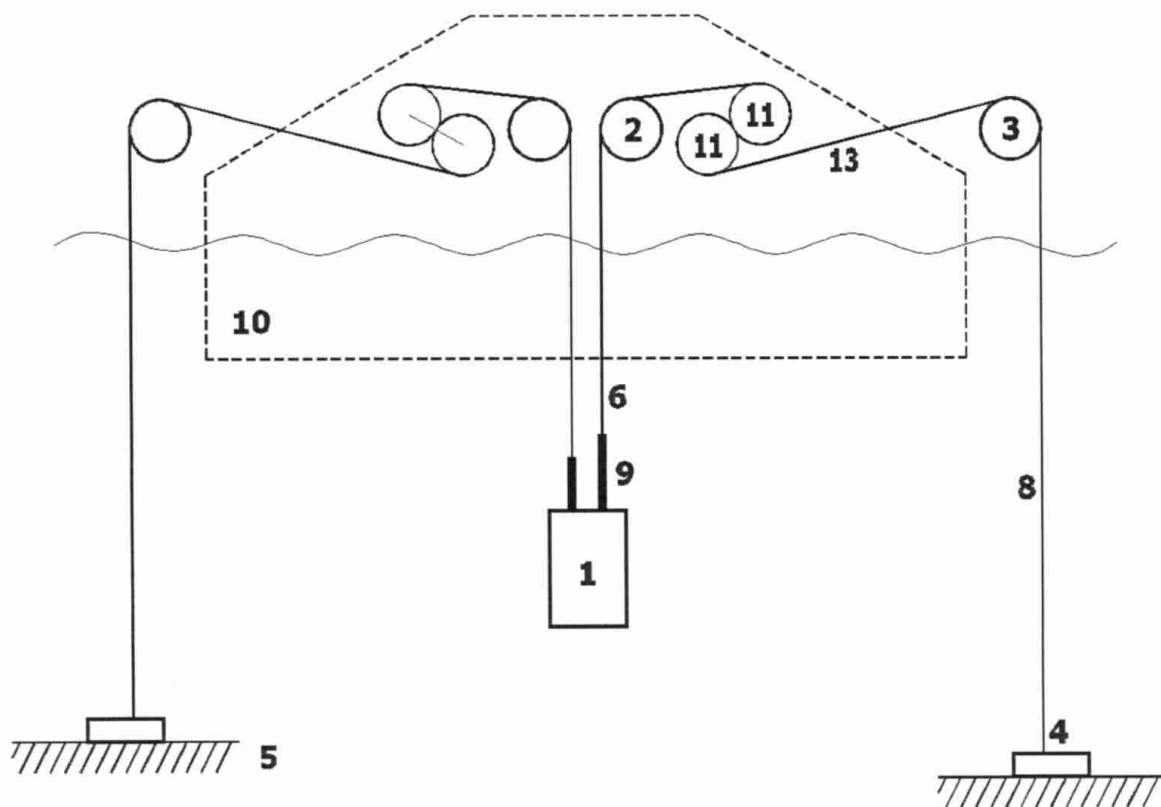


Figura 2

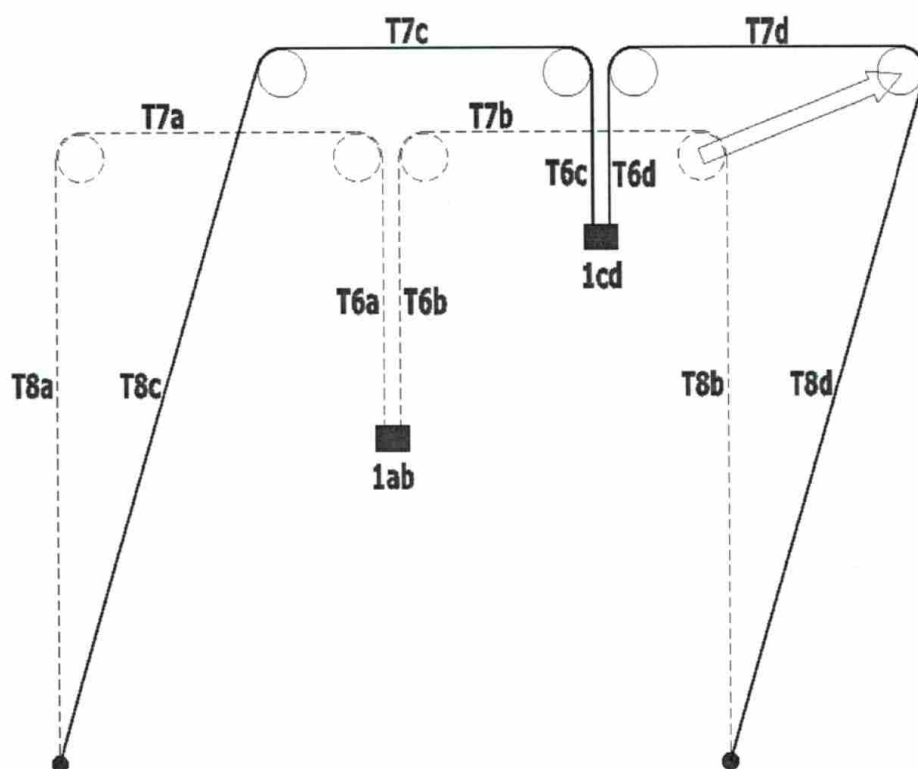


Figura 3

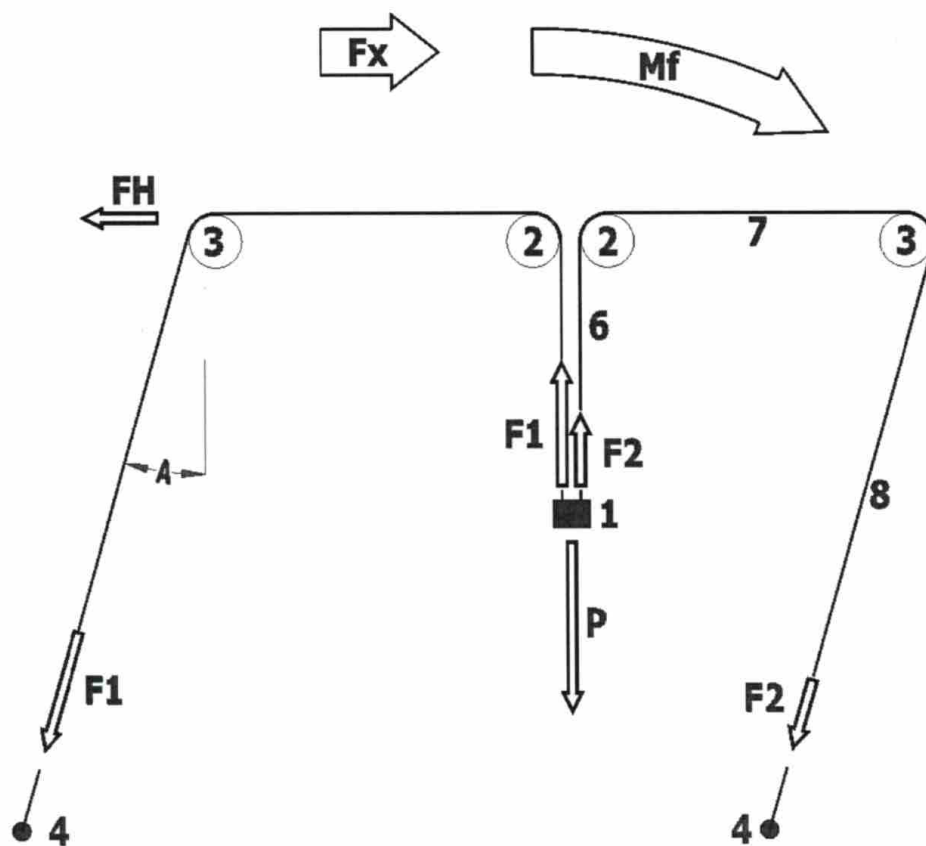


Figura 4

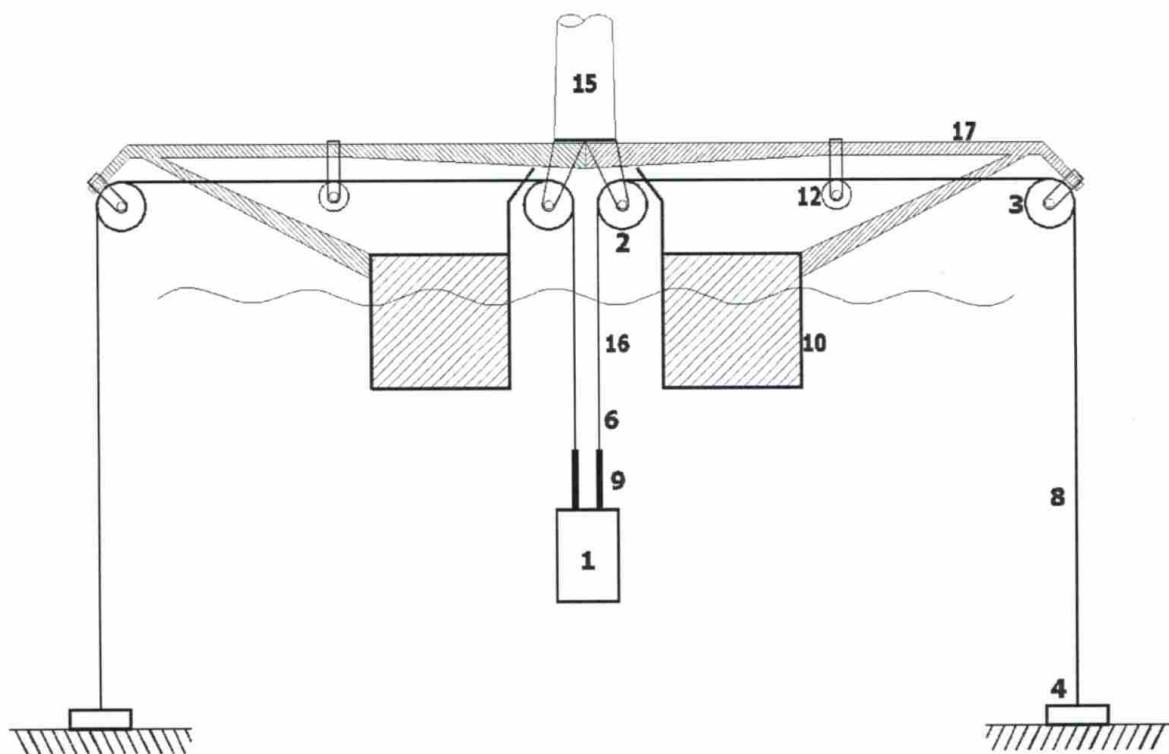


Figura 5

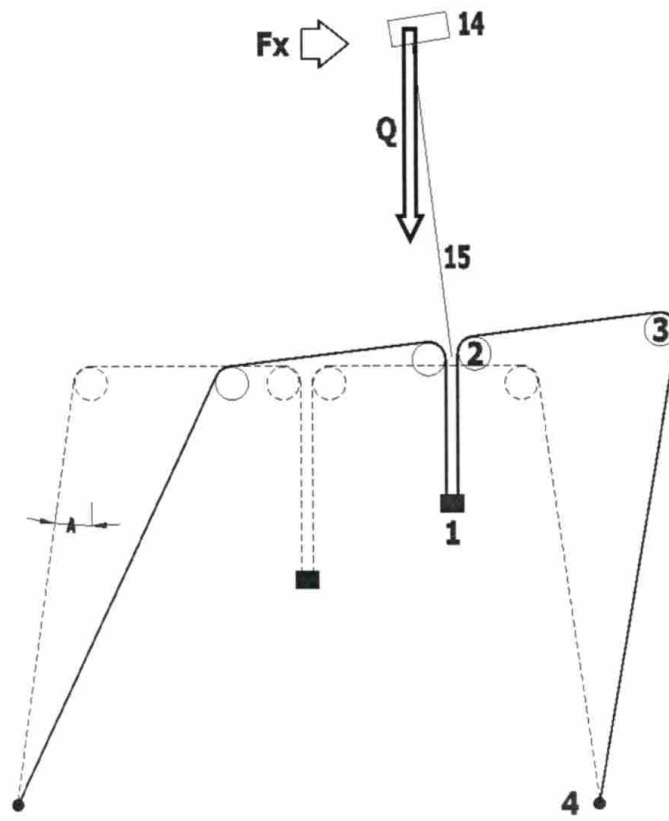


Figura 6

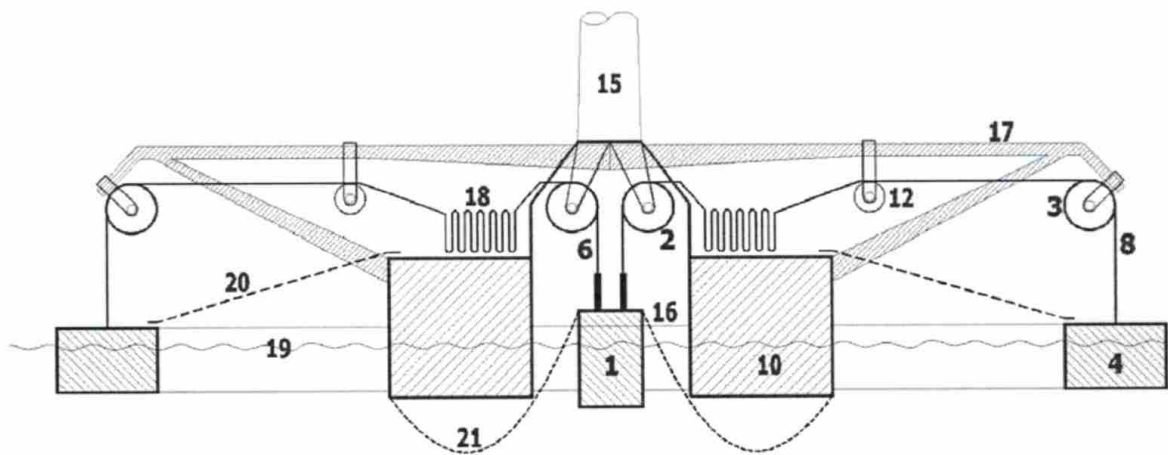


Figura 7

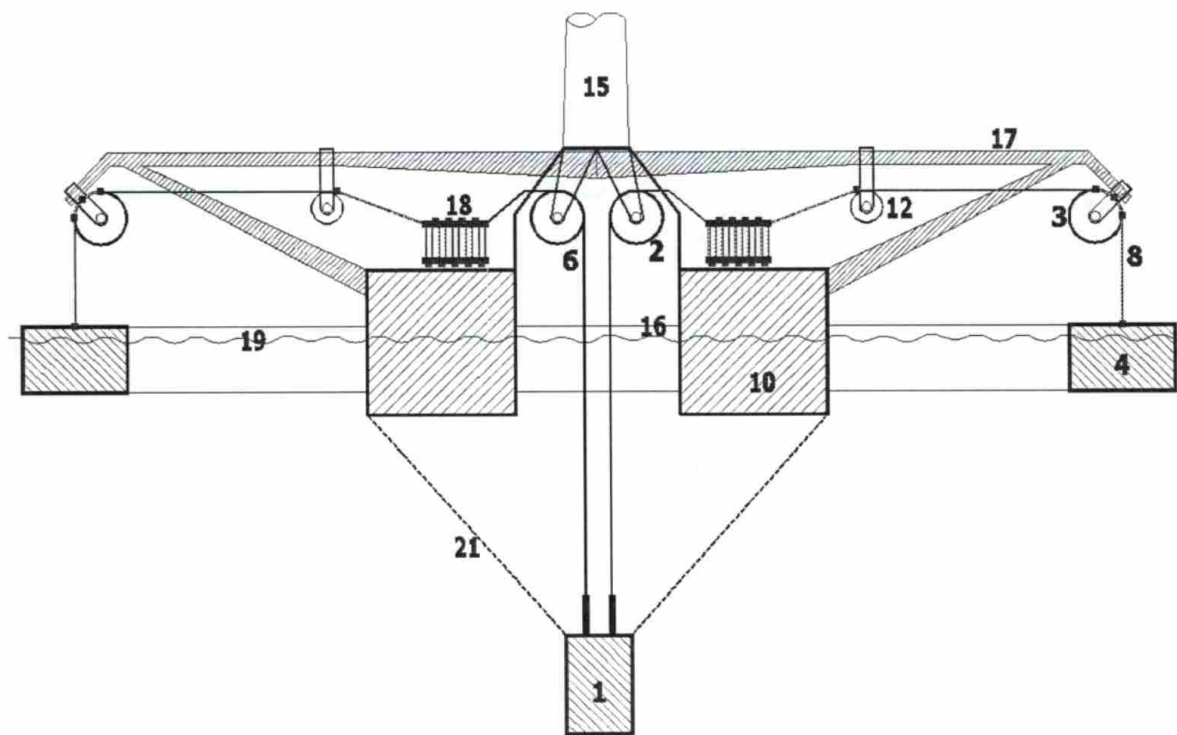


Figura 8

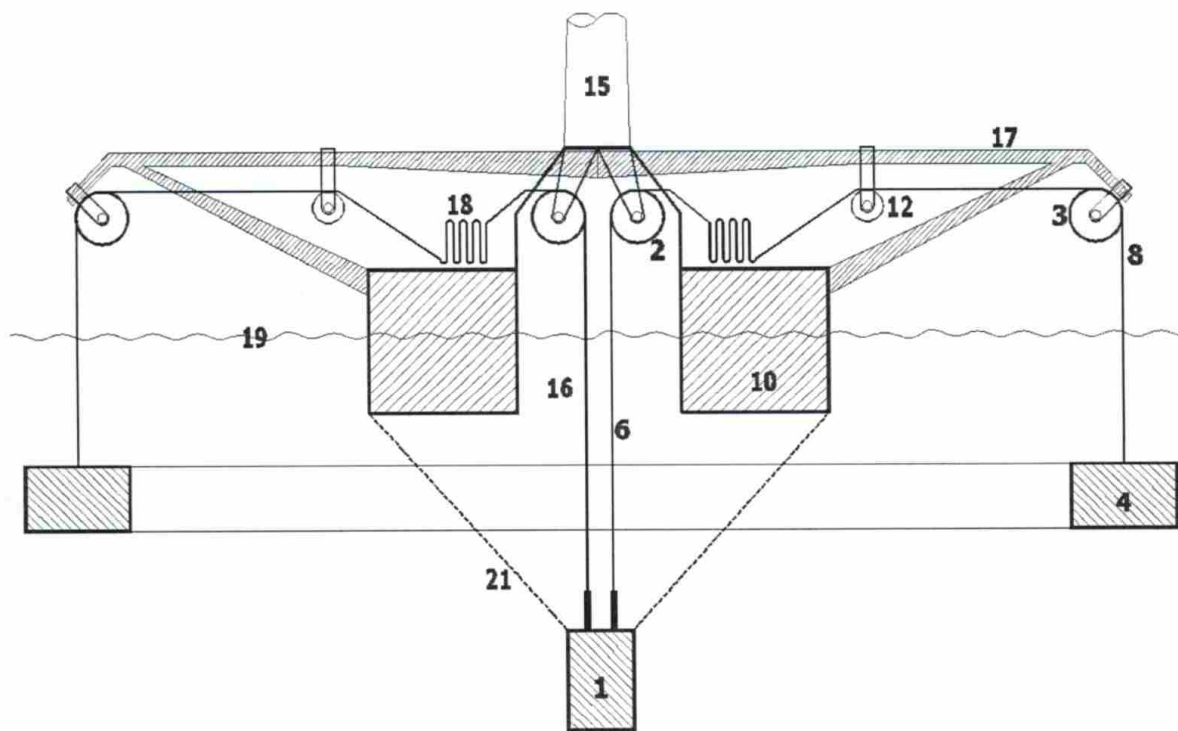


Figura 9

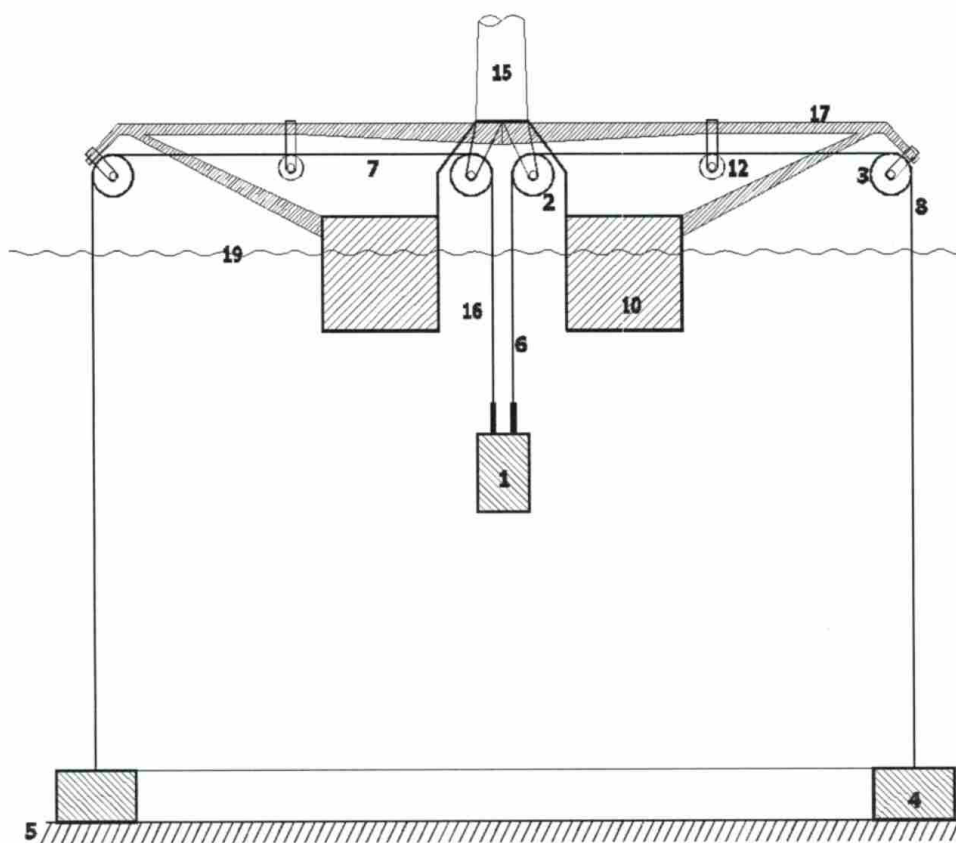


Figura 10

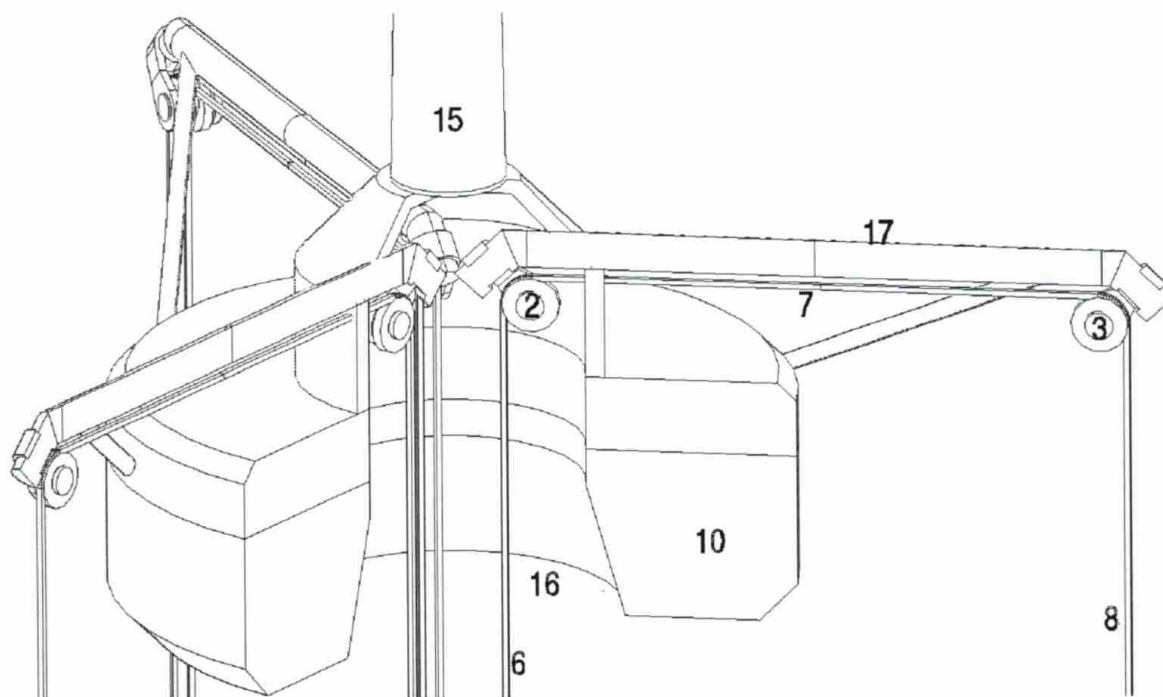
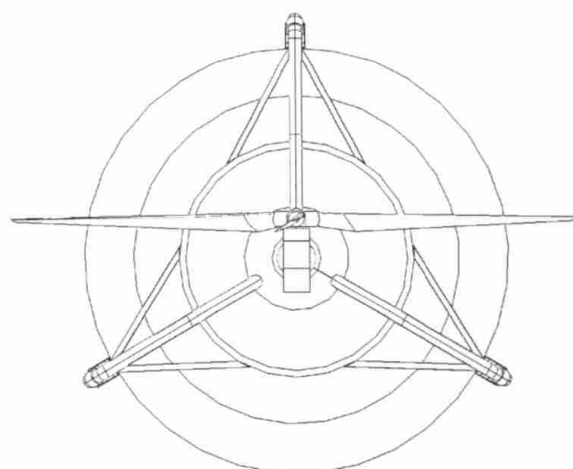
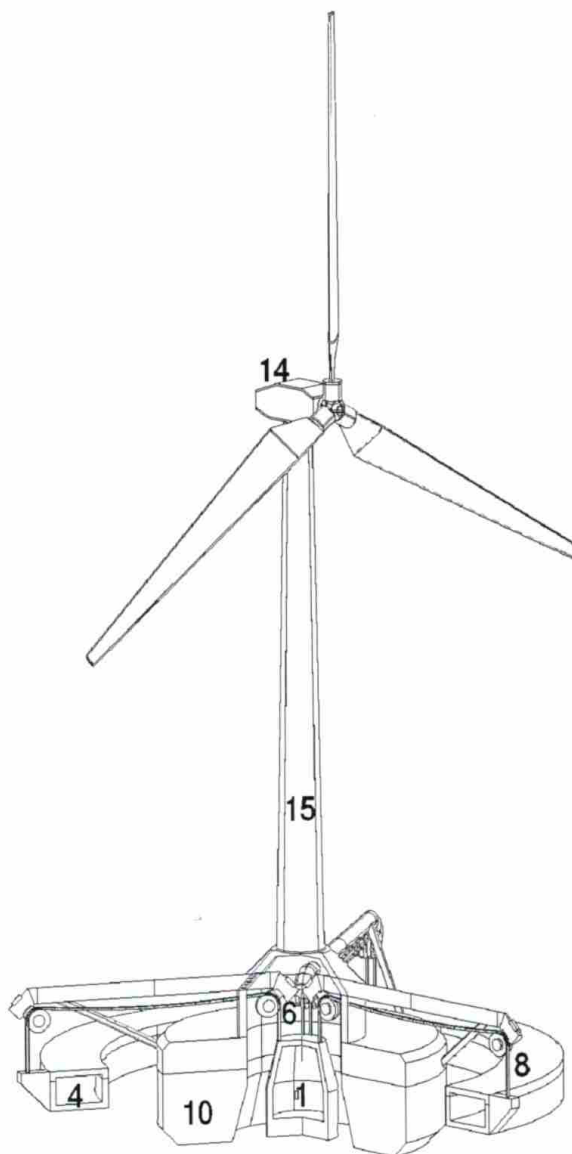
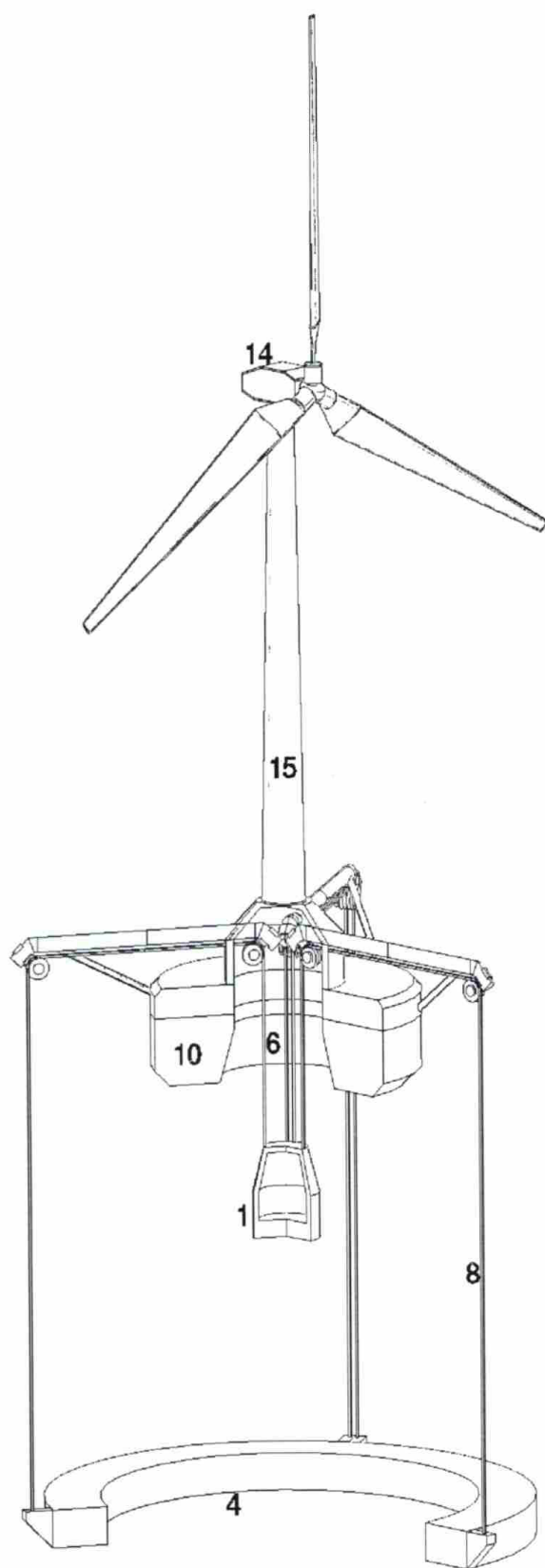


Figura 11



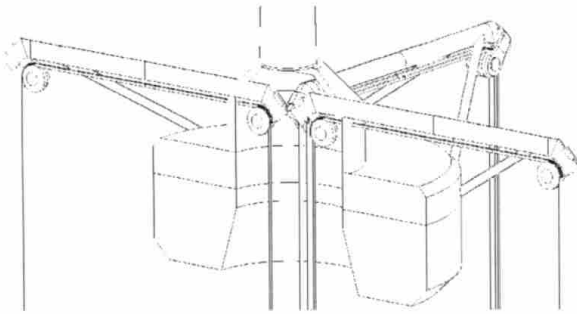


Figura 15

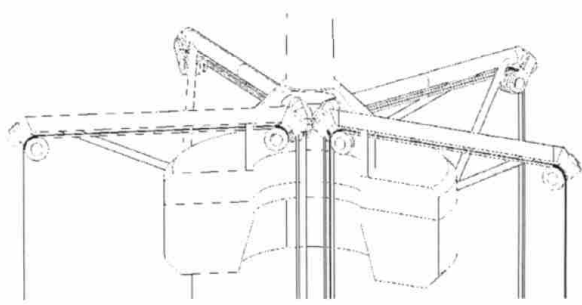


Figura 16

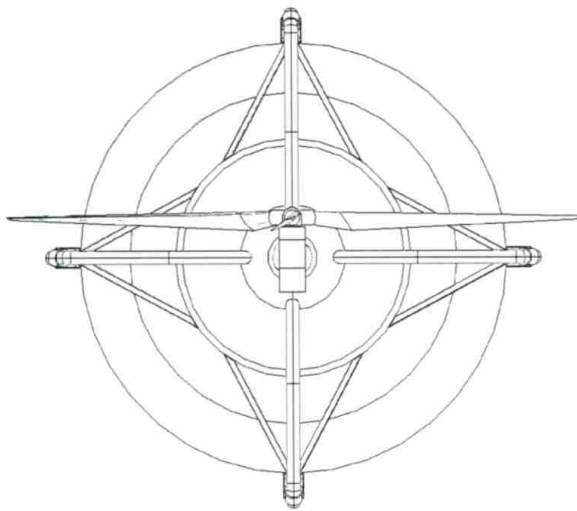


Figura 17

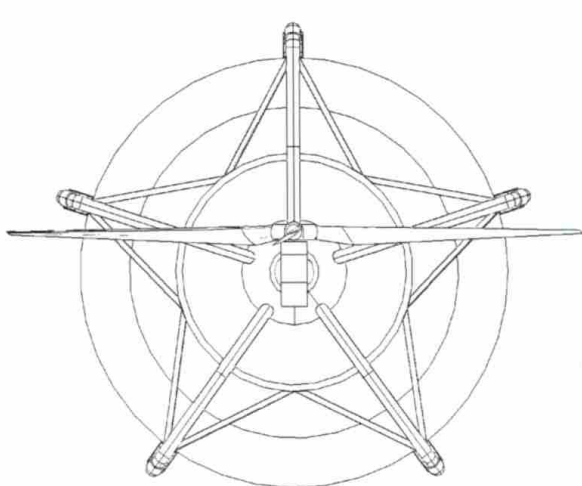


Figura 18

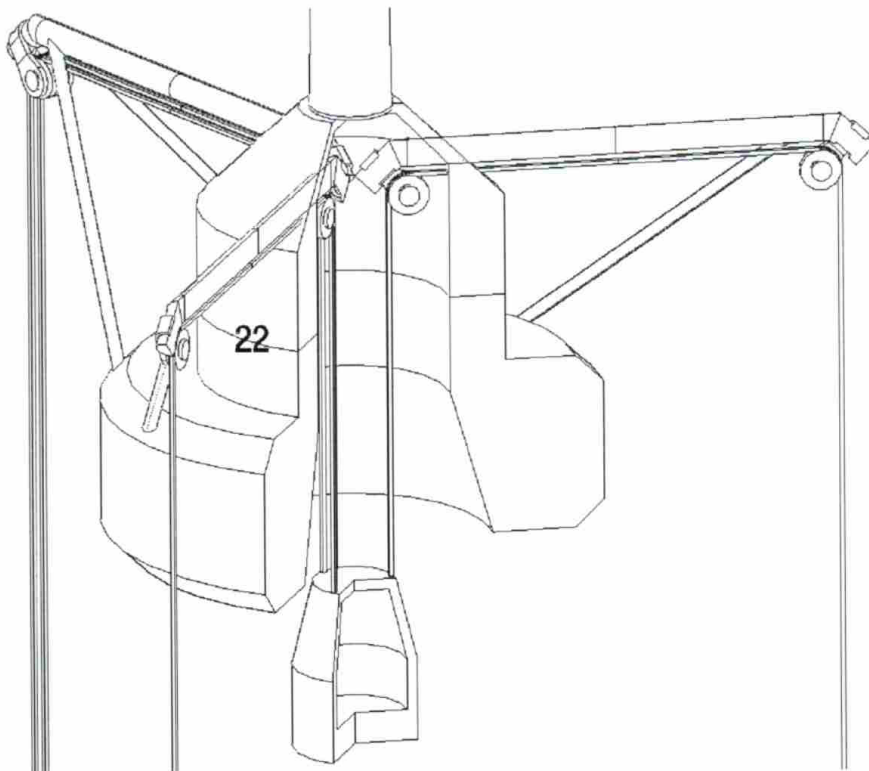


Figura 19

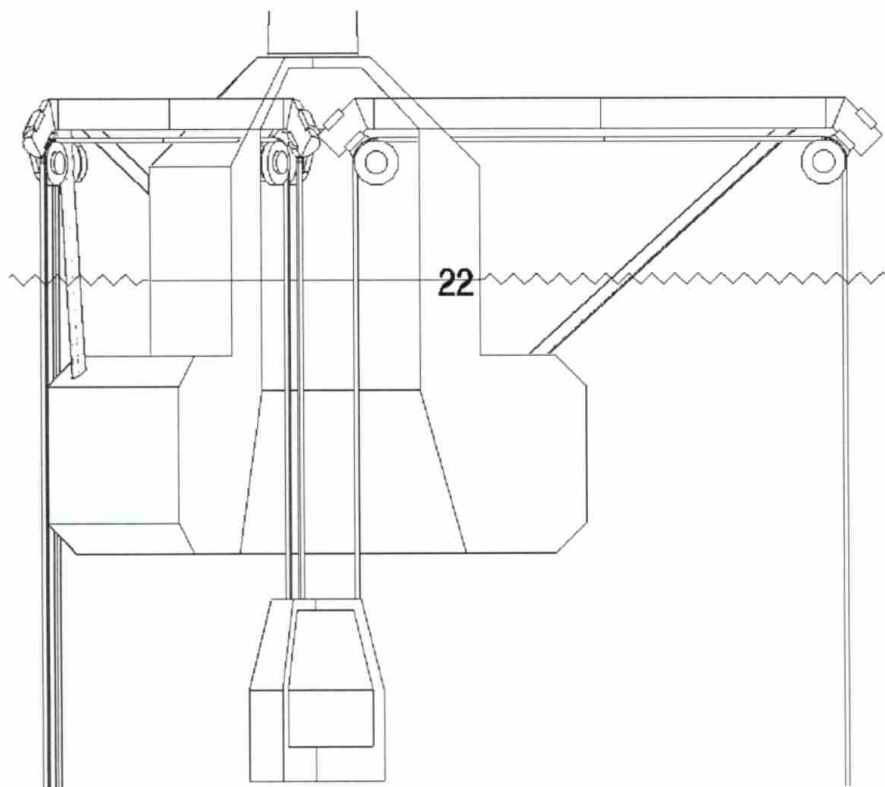


Figura 20

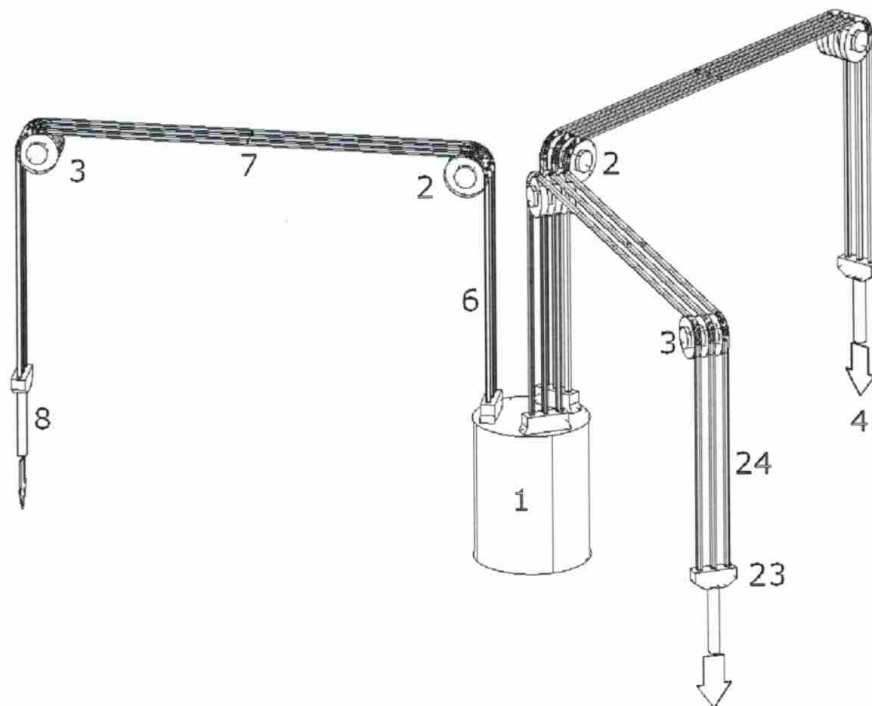


Figura 21

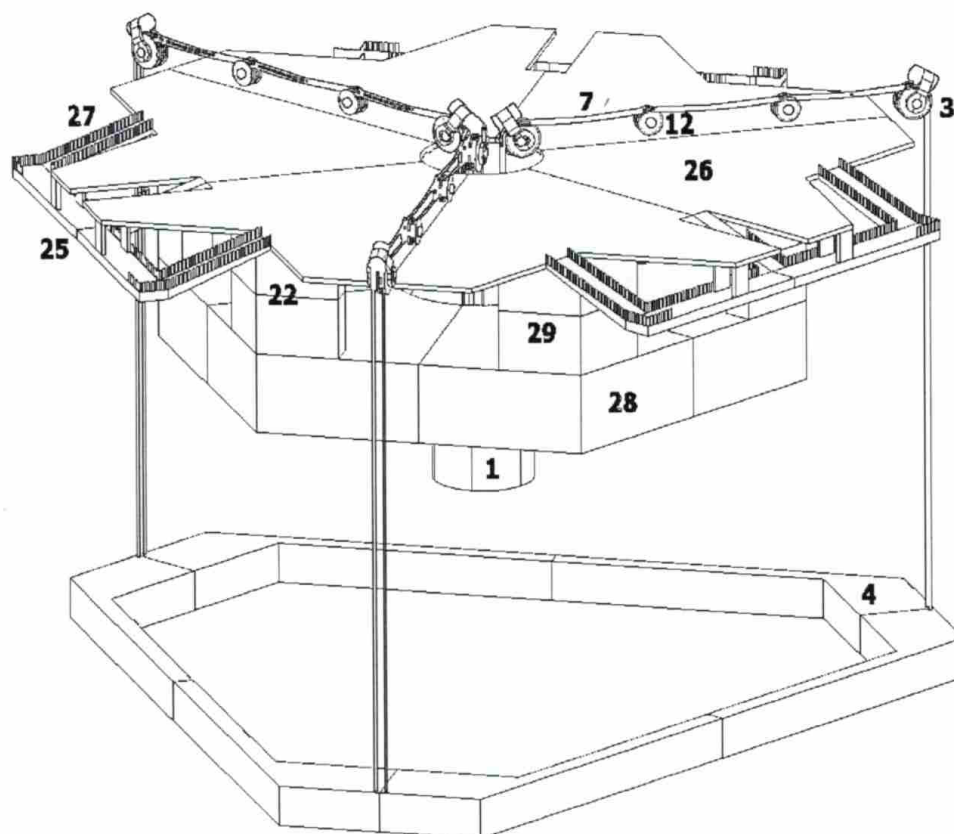


Figura 22

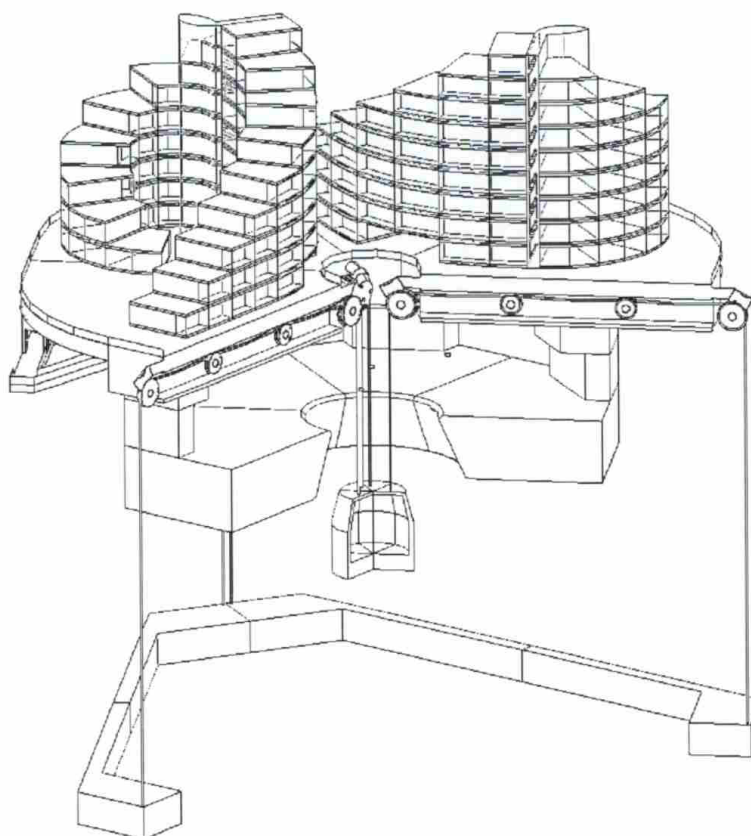


Figura 23

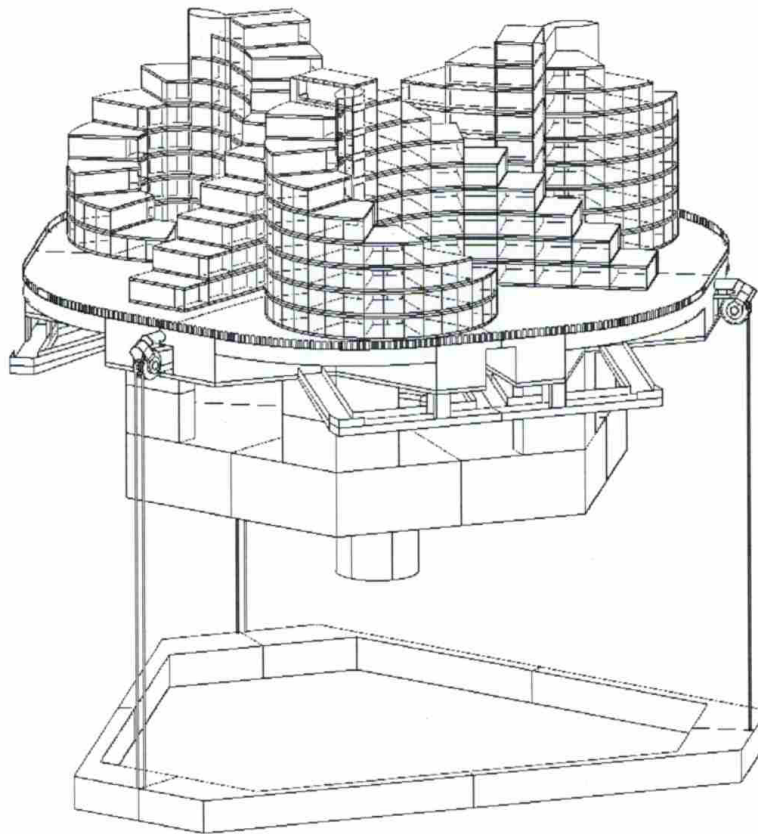


Figura 24

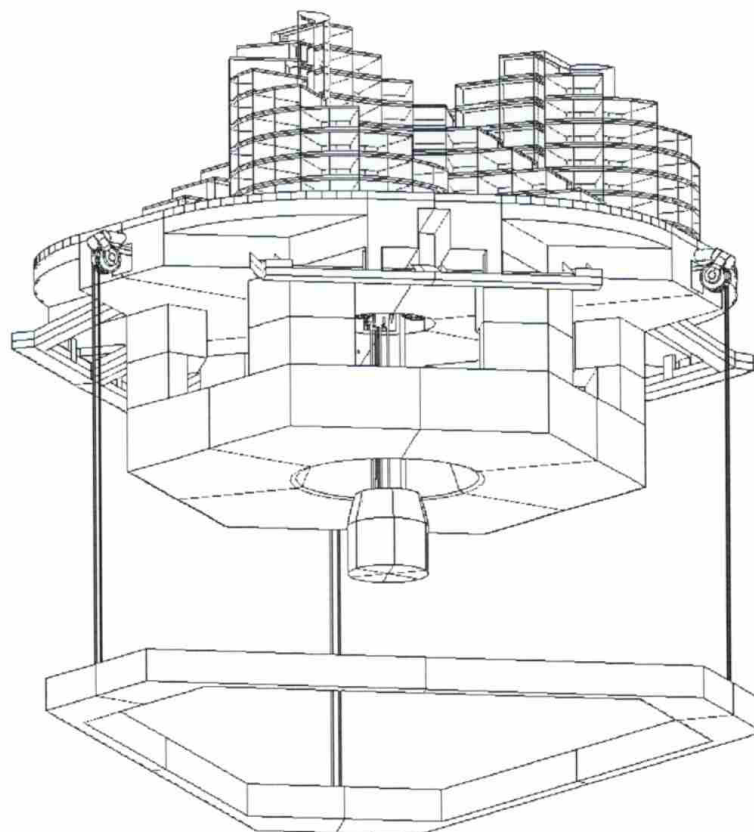


Figura 25

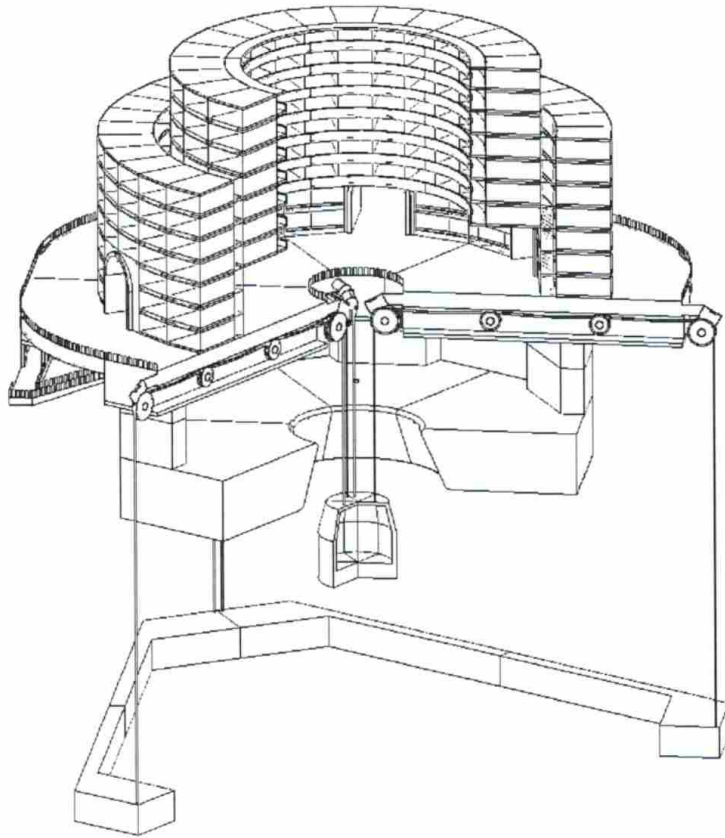


Figura 26

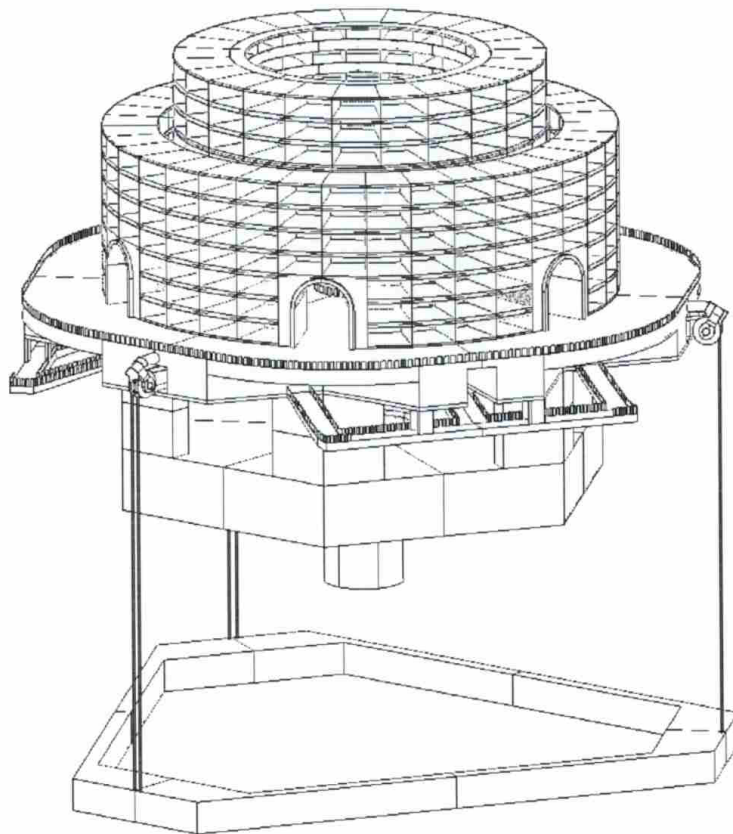


Figura 27

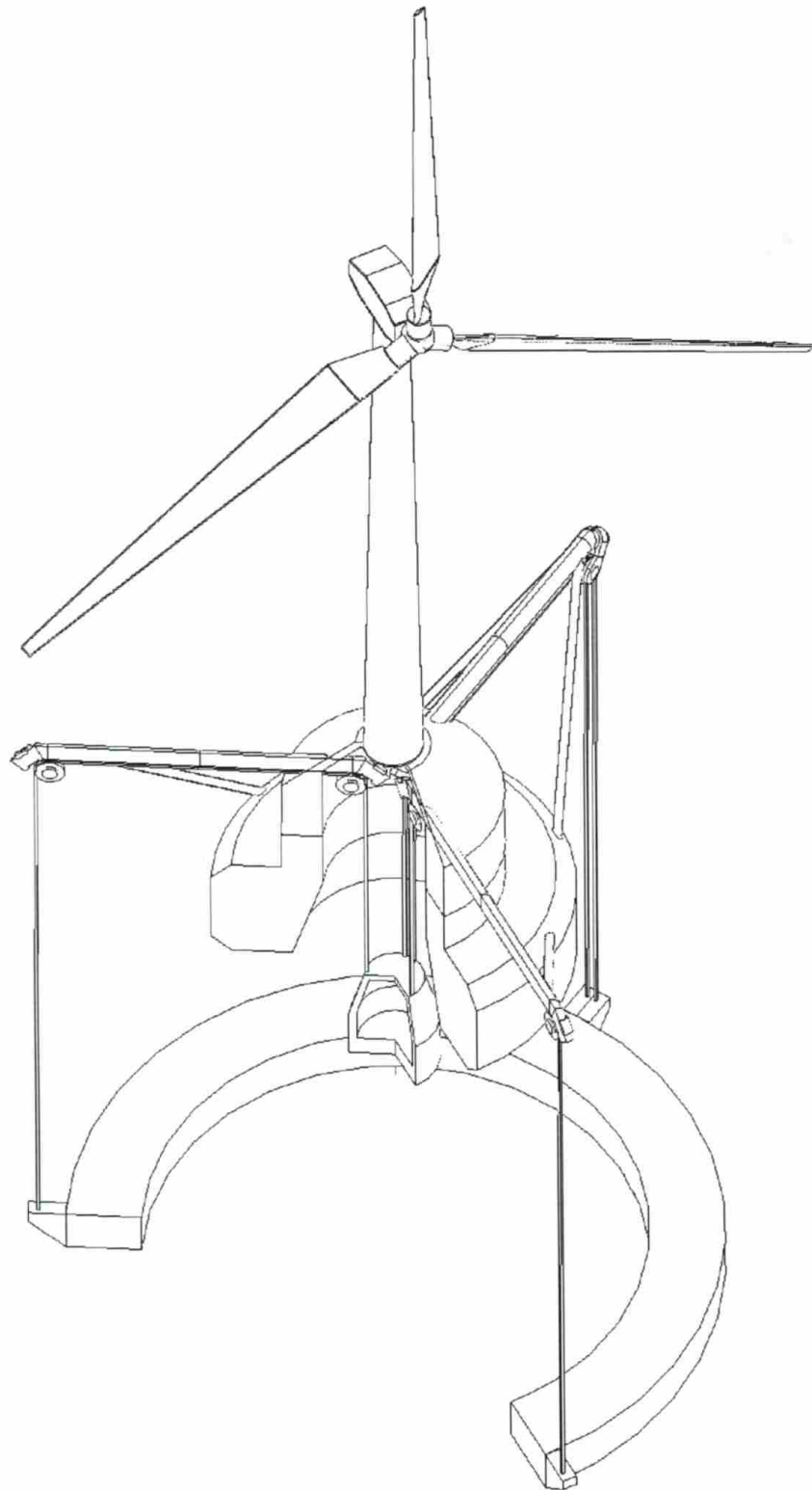


Figura 28