

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 614 129**

51 Int. Cl.:

F03B 13/16 (2006.01)

F03B 13/18 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **18.04.2007 PCT/SE2007/050252**

87 Fecha y número de publicación internacional: **30.10.2008 WO08130295**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.04.2007 E 07748413 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.12.2016 EP 2134960**

54 Título: **Unidad de energía undimotriz, boya, uso de una unidad de energía undimotriz y método para producir energía eléctrica**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
29.05.2017

73 Titular/es:
**SEABASED AB (100.0%)
Sylveniusgatan 5D
754 50 Uppsala, SE**

72 Inventor/es:
**LEIJON, MATS y
STRÖMSTEDT, ERLAND**

74 Agente/Representante:
ISERN JARA, Jorge

ES 2 614 129 T3

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

DESCRIPCIÓN

Unidad de energía undimotriz, boya, uso de una unidad de energía undimotriz y método para producir energía eléctrica

5 Campo de la invención

La presente invención se refiere en un primer aspecto a una unidad de energía undimotriz que incluye una boya adaptada para flotar sobre una superficie de agua, un generador eléctrico y medios de conexión mecánica que conectan la boya al generador eléctrico.

10

En un segundo aspecto, la invención se refiere a una boya para una unidad de energía undimotriz.

En un tercer y cuarto aspecto, la invención se refiere al uso de la unidad de energía undimotriz inventada y a un método para producir energía eléctrica respectivamente.

15

Antecedentes de la invención

La energía undimotriz se ha desarrollado hasta convertirse en una de las fuentes de energía renovable que puede ser de gran importancia para hacer frente al desafío de sustituir las fuentes de energía tradicionales. El total de recursos de energía undimotriz en torno a las costas de los continentes es ingente y la parte técnicamente explotable de los mismos también es considerable.

20

Al igual que en el caso de muchas de las fuentes de energía renovable, el aspecto económico para convertir esta energía en energía eléctrica utilizable constituye un aspecto crucial. Para conseguir que la energía eléctrica producida a partir de la energía de las olas pueda competir con los modos tradicionales de producción de energía, es necesario optimizar técnica y económicamente cada eslabón de la cadena de producción. La presente invención está enfocada a optimizar el diseño de la boya usada en una unidad de energía undimotriz.

25

Por ejemplo, en el documento WO 03/058055 se divulgan unidades de energía undimotriz para producir energía eléctrica a mayor escala.

30

Tradicionalmente la boya de tal unidad de energía undimotriz se ha formado como un cuerpo bastante compacto con forma de esfera, de cilindro plano o de cono doble. No se ha prestado una atención particular al hecho de que la forma de la boya afecta a la eficiencia de la boya para convertir la energía de la ola en energía mecánica.

35

El objeto de la presente invención consiste en resolver el problema de cómo conformar la boya a fin de obtener una elevada eficiencia en lo relativo a convertir la energía de las olas en energía mecánica utilizable.

Sumario de la invención

40

El problema anteriormente mencionado, de acuerdo con el primer aspecto de la invención se ha solucionado proveyendo a una unidad de energía undimotriz con una boya que, cuando flota sobre la superficie del agua y cuando se observa en una dirección perpendicular a la superficie del agua, tiene forma de lazo cerrado que encierra una abertura interior.

45

Para una fuerza de flotación dada de la boya esto tiene como resultado una mayor extensión en las direcciones laterales, es decir, en las direcciones de la superficie del agua. Esto es ventajoso en cuanto a la eficiencia para convertir la energía de las olas. Si la gran extensión en las direcciones laterales se hubiera conseguido simplemente fabricando la boya delgada y ancha como una placa fina, se producirían otros problemas. Al fabricar la boya como un lazo cerrado que encierra una abertura interior, por ejemplo, conformada con una forma tórica, el agua puede pasar a través del centro de la boya lo que reduce considerablemente estos problemas, y mejora la dinámica de la boya. Las ventajas de una boya que tiene esta forma se ven particularmente acentuadas cuando las olas son altas y fuertes. La forma de lazo también proporciona una gran resistencia mecánica que es necesaria para hacer frente a las elevadas fuerzas que afectan a la boya.

50

55

La energía que se convierte en el generador es proporcional a $\frac{d\phi}{dt}$ que depende de F-v, donde F es la fuerza que afecta a la boya y v su velocidad en dirección vertical, es decir, en la dirección de la fuerza. Con suficiente flotabilidad de la boya la fuerza F está en un nivel elevado. El problema reside en conseguir una velocidad tan alta como sea posible. Con la forma de la boya de acuerdo con la invención, la velocidad aumenta considerablemente con respecto a las boyas tradicionales.

60

Mediante la invención además se consigue que

- se minimicen las masas de agua por encima de la boya cuando la sobrevuelan olas altas al romper,
- se pueda mantener una superficie lateral elevada a pesar de una gran extensión lateral de la boya,
- 5 - sea posible mantener una baja flotabilidad estática con olas de tamaño medio y pequeño, que se obtiene mediante una superficie de flotación relativamente grande en relación con un bajo desplazamiento,
- la abertura interior también garantiza que olas extremadamente altas no tengan como resultado que la boya quede bajo la superficie del agua debido al hecho de que el agua puede pasar a través de la abertura interior hacia arriba.

10 Una unidad de energía undimotriz donde la boya está conformada de acuerdo con la invención, resulta por lo tanto en una mayor eficiencia de conversión de la energía de las olas en energía mecánica del tipo que puede usarse para generar energía eléctrica.

15 La manera más sencilla y en muchos aspectos más eficiente de convertir la energía mecánica en energía eléctrica es conectando mecánicamente la boya directamente al rotor de la boya, de manera que los movimientos de la boya muevan el rotor. Si el generador es un generador rotatorio, por supuesto este movimiento, tiene que transferirse en forma de movimiento rotatorio. Esto es superfluo en el caso de que el generador sea un generador lineal, donde el rotor alternativo lineal puede conectarse directamente a la boya mediante un cable o similar.

20 Aunque la transferencia directa de los movimientos de la boya a los movimientos del rotor del generador tiene muchas ventajas, la presente invención, es por supuesto aplicable cuando hay varias etapas intermedias para convertir la energía mecánica, por ejemplo, una bomba accionada por la boya, un motor hidráulico accionado por la bomba y un generador accionado por el motor hidráulico.

25 De acuerdo con una realización preferente de la unidad de energía undimotriz, la boya de la misma incluye un cuerpo flotante que tiene dicha forma de lazo cerrado que encierra una abertura interior.

30 El proporcionar de por sí al cuerpo flotante con esa forma tiene como resultado una boya de construcción muy sencilla que es fácil de fabricar.

35 De acuerdo con una realización preferente adicional, el cuerpo flotante incluye una pluralidad de secciones conectadas directamente entre sí.

De este modo se obtiene un concepto modular muy económico para la fabricación del cuerpo flotante.

40 De acuerdo con una realización preferente adicional, cada sección es un tubo recto, y cada uno de los tubos está conectado de manera estanca al agua a tubos adyacentes.

45 Construir el cuerpo flotante con secciones formadas como tubos rectos hace que el concepto modular esté optimizado en lo que respecta a los aspectos económicos de la fabricación. Al formar una conexión estanca al agua entre los tubos, se forma un cuerpo continuo hueco con forma anular, que es un cuerpo flotante muy efectivo.

De acuerdo con una realización adicional de la invención, cada tubo tiene una sección transversal circular.

50 Esta forma es ventajosa con respecto a las diversas trayectorias de flujo de agua a las que la boya estará expuesta cuando esté afectada por las olas. Asimismo, el volumen flotante efectivo en relación con el material necesario se maximiza. Para terminar, el uso de tubos circulares es ventajoso con respecto al ahorro de costes en la fabricación.

De acuerdo con una realización adicional de la invención, cada tubo está hecho de acero.

55 Teniendo en cuenta el coste del material, la resistencia mecánica del material y la posibilidad de resistir a la corrosión en agua marina, el acero es una alternativa sumamente ventajosa, en particular el acero inoxidable.

De acuerdo con una realización preferente adicional, los tubos están soldados entre sí.

De modo que una conexión fuerte y fiable que es estanca al agua se obtiene a un coste razonablemente bajo.

60 De acuerdo con una realización preferente adicional, el número de secciones es de tres a doce.

65 Cuantas menos secciones haya, menos cara será la fabricación del cuerpo flotante. Tres es por supuesto el mínimo para formar un lazo cerrado. Por otro lado, cuanto más alto sea el número de secciones, más armonioso será el comportamiento del cuerpo flotante con respecto a las dinámicas de flujo cuando se exponga a las olas de agua. En la mayoría de los casos, el equilibrio de estas consideraciones se encontrará dentro del intervalo especificado, normalmente dentro del intervalo que más se aproxime a de cuatro a ocho. Un cuerpo flotante constituido por seis

secciones parece ser en muchos casos el equilibrio más favorable.

De acuerdo con una realización adicional preferida, todas las secciones tienen las mismas dimensiones.

5 De ese modo se alcanzará un alto grado de simetría en varios aspectos para el cuerpo flotante, lo que lo optimiza para esta finalidad.

De acuerdo con una realización preferente adicional, el cuerpo flotante es un polígono regular.

10 Esta realización representa el mayor grado de simetría del cuerpo flotante, maximizando de ese modo la eficiencia de la boya.

De acuerdo con una realización preferente adicional, el cuerpo flotante está hecho de un material que tiene una densidad inferior a la densidad del agua.

15 Esta realización tiene la ventaja de eliminar el problema de garantizar la estanqueidad al agua.

De acuerdo con una realización preferente adicional, el cuerpo flotante tiene forma tórica. Se trata de una forma simple y armoniosa del cuerpo flotante que hace que la boya sea estable y simétrica.

20 De acuerdo con una realización preferente adicional, la forma tórica tiene una sección transversal circular.

La sección transversal circular proporciona un mínimo de perturbaciones cuando las olas fluyen de un lado a otro de la misma o a su través.

25 De acuerdo con una realización preferente adicional, la boya incluye una pluralidad de cuerpos flotantes conectados entre sí por una pluralidad de secciones de conexión, de manera que los cuerpos flotantes y las secciones de conexión formen juntas dicho lazo cerrado que encierra una abertura interior.

30 Esta realización simplifica el problema de obtener la estanqueidad al agua, dado que cada cuerpo flotante puede fabricarse como una entidad cerrada. Por tanto no hay necesidad de conectar secciones huecas estancas al agua entre sí.

35 De acuerdo con una realización preferente adicional, cada cuerpo flotante tiene la forma de una esfera o cilindro.

Además, con esta realización se consigue que las perturbaciones de las olas cuando fluyen de un lado a otro de los cuerpos flotantes o a través de la boya sean escasas.

40 De acuerdo con una realización preferente adicional, cada sección de conexión establece una conexión rígida entre cuerpos flotantes adyacentes.

De ese modo la boya será estable y se moverá como una única unidad.

45 De acuerdo con una realización preferente adicional, los medios de conexión incluyen al menos tres dispositivos de fijación conectados a la boya en ubicaciones diferentes.

De ese modo la transferencia de los movimientos al generador será más efectiva dado que la compleja energía cinética de la boya se está aprovechando. Preferentemente el número de dispositivos de fijación son tres y están situados en las esquinas de un triángulo regular.

50 De acuerdo con un segundo aspecto de la invención, el objetivo se alcanza en que una boya para una unidad de energía undimotriz tiene las características específicas de que cuando la boya está flotando sobre una superficie del agua y cuando se observa en una dirección perpendicular a la superficie del agua tiene forma de lazo cerrado que encierra una abertura interior.

55 De acuerdo con realizaciones preferentes de la boya de la invención, incluye las características que corresponden a las características de la boya en las diversas realizaciones preferentes de la unidad de energía undimotriz establecidas anteriormente.

60 La boya de la invención y las realizaciones preferentes de la misma tienen las correspondientes ventajas que se mencionaron anteriormente para la unidad de energía undimotriz de la invención y las realizaciones preferentes de la misma.

65 De acuerdo con un cuarto aspecto de la invención, el método de la invención para producir energía eléctrica incluye la medida específica de que la energía eléctrica se produce por medio de una unidad de energía undimotriz de acuerdo con la presente invención o cualquiera de las realizaciones preferentes de la misma.

El método de la invención así como el uso de la invención, de acuerdo con un tercer aspecto de la invención también tiene las mismas ventajas que se han mencionado anteriormente para la unidad de energía undimotriz de la invención y las realizaciones preferentes de la misma.

- 5 La invención se describirá con más detalle a través de los siguientes ejemplos ventajosos y con referencia a los dibujos adjuntos.

Breve descripción de los dibujos

- 10 La figura 1 es una vista esquemática desde un lado, de una unidad de energía undimotriz de conformidad con la invención.

La figura 2 es una vista superior de la boya de la figura 1.

- 15 La figura 3 es una vista superior de un segundo ejemplo de una boya.

La figura 4 es una sección transversal a través de la boya de la figura 3.

- 20 La figura 5 es una vista superior de un tercer ejemplo de una boya.

La figura 6 es una sección a lo largo de la línea VI-VI de la figura 5.

Las figuras 7-10 son vistas superiores de ejemplos adicionales de una boya.

- 25 Descripción de realizaciones ventajosas de la invención

La figura 1 ilustra el principio de una unidad de energía undimotriz de conformidad con la invención. Se dispone una boya 3 para que flote sobre la superficie 2 del océano. Las olas imparten un movimiento de vaivén vertical a la boya 3. Se ancla un generador lineal 5 al lecho marino mediante una placa base 8 fijada al fondo. La placa puede ser de hormigón. El estátor 6a, 6c del generador lineal se fija a la placa base 8. El estátor consiste en cuatro apilamientos laminados verticales de tipo pilar, de los cuales solo dos son visibles en la figura. El rotor 7 del generador se dispone entre los apilamientos laminados y está conectado al cuerpo flotante 3 por un cable 4. El rotor 7 es de un material permanentemente magnético.

- 35 La placa base 8 tiene un orificio 10 dispuesto centralmente y, concéntricamente a este, se practica un rebaje inferior 9 en el lecho marino. El rebaje 9 puede estar revestido adecuadamente. Un resorte de tensión 11 se sujeta en el extremo inferior del rebaje 9 y el otro extremo del resorte se fija al extremo inferior del rotor 7. El diámetro del orificio 10 en la placa base 8 y del rebaje 9 es tal que el rotor 7 pueda moverse libremente a través de los mismos.

- 40 Cada apilamiento laminado 6a, 6c está compuesto de un número de módulos. En el ejemplo ilustrado, el apilamiento laminado 6a está marcado para indicar cómo se divide en tres módulos 61, 62, 63 dispuestos verticalmente.

- 45 Cuando la boya 3 se mueve hacia arriba y hacia abajo debido al movimiento de las olas en la superficie 2 del océano, este movimiento se transmite mediante el cable 4 al rotor 7, que así adquiere un movimiento de vaivén equivalente entre los apilamientos verticales. Así se genera corriente en los bobinados del estátor. El rebaje 9 le permite al rotor pasar el estátor entero en su movimiento descendente. El resorte de tensión 11 aporta una resistencia añadida al movimiento descendente, de modo que el cable 4 se mantenga tirante en todo momento.

- 50 El resorte también puede estar diseñado de manera que en ciertas situaciones pueda ejercer asimismo una fuerza ascendente. El índice de elasticidad del resorte puede controlarse mediante un medio de control 28 de modo que se obtenga una resonancia durante tanto tiempo como sea posible.

El estátor está total o parcialmente impregnado con VPI o silicona de modo que pueda resistir el agua salada.

- 55 Cuando la boya flota sobre las olas, derivará en dirección horizontal de modo que el cable se inclinará con respecto a la dirección vertical. Para evitar que esto tenga como resultado que el rotor 7 se incline, se proporciona un dispositivo de guiado 30 para el cable 4 a la entrada de la carcasa del generador lineal. De ese modo, el rotor 7 mantendrá un movimiento estrictamente vertical y estará centrado dentro del estátor, incluso cuando el cable esté inclinado.

- 60 La boya 3 tiene forma tórica, dejando una abertura interior 14 central. La forma tórica en sección transversal es un polígono formado a partir de una forma de base rectangular y con superficies internas ahusadas en la parte superior e inferior y una superficie externa ahusada en la parte superior.

- 65 El cable 4 está conectado a la boya mediante tres cables menores 12 estando cada uno sujeto a la boya a través de un dispositivo de fijación 13. Los dispositivos de fijación 13 están situados en una relación de 120° entre sí.

La presente invención no se centra en los detalles adicionales con respecto a la función de una unidad de energía undimotriz en general, para transformar los movimientos del cable en energía eléctrica, y esa función es conocida en general. Para entender ese proceso, se hace referencia al documento WO 03/058055.

5 Se debe entender que el diseño del generador eléctrico lineal puede ser de otros tipos diferentes al descrito en relación con la figura 1. La presente invención también es aplicable si el generador lineal se sustituye por un generador eléctrico rotatorio. También se incluyen dentro del marco de la presente invención el que se puedan producir varias conversiones mecánicas de la energía transferida por el cable 4 antes de que se use para producir energía eléctrica.

10 En la figura 2 la boya se muestra en una vista desde arriba.

Las figuras 3 y 4 ilustran una realización alternativa de una boya 3a con forma tórica, que tiene una sección transversal circular.

15 Las boyas de las figuras 1 a 4 se ilustran como cuerpos homogéneos, lo que significa que el material es un material ligero, es decir, que tiene una densidad inferior a la del agua. En la mayoría de los casos, sin embargo, resulta más adecuado fabricar la boya s con forma tórica como un cuerpo hueco hecho de acero. La cavidad puede estar vacía, es decir, con aire o puede rellenarse con un material ligero, por ejemplo, un polímero poroso.

20 Las figuras 5 y 6 ilustran un ejemplo adicional de la forma de la boya. En este caso la boya 3b se construye con seis tubos 15 soldados entre sí para formar un hexágono regular.

La figura 7 ilustra un ejemplo similar al de las figuras 5 y 6. En este ejemplo, la boya 3c se construye con cuatro tubos formando un rectángulo.

25 La figura 8 ilustra un ejemplo donde la boya está constituida por un cuerpo flotante 16 en forma de herradura y un vástago de conexión 17.

30 En el ejemplo ilustrado en la figura 9 la boya 3e está constituida por cuatro cuerpos flotantes 16a, por ejemplo, tubos que están cerrado por sus extremos y cuatro vástagos de conexión 17a.

35 Por último, la figura 10 ilustra un ejemplo donde la boya está constituida por ocho cuerpos flotantes 16b esféricos conectados por vástagos de conexión 17b.

Como se podrá entender a partir de los ejemplos anteriores, la boya puede tener multitud de formas diversas y construirse de varias maneras siempre y cuando se corresponda con lo que se define en las reivindicaciones independientes.

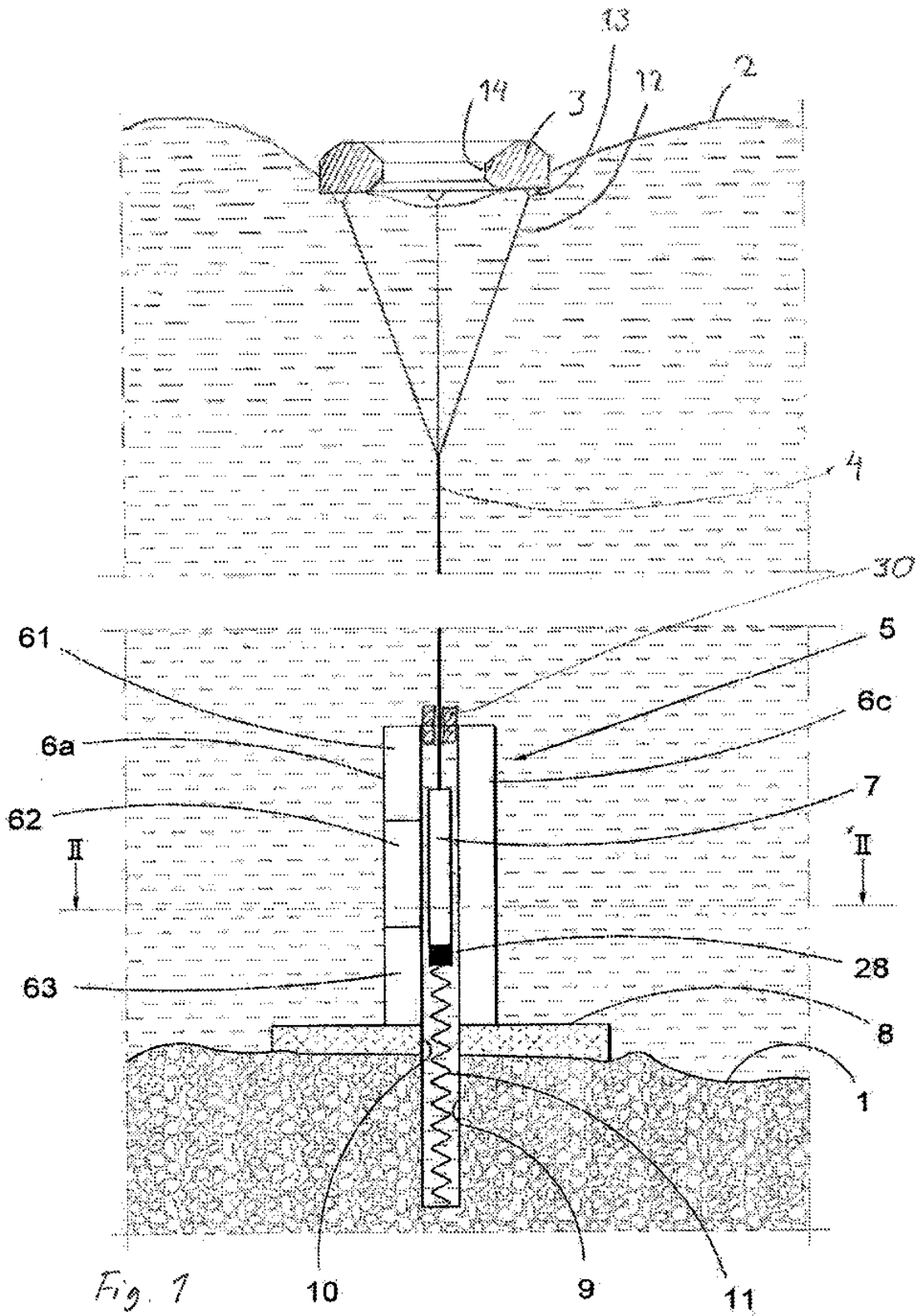
40 Los datos típicos para una boya con forma tórica, como la de las figuras 1 y 2 pueden ser:

Desplazamiento:	9,5 m ³
Diámetro externo	4 m
Diámetro interno	2 m
Altura	0,8 m
Peso	1500 - 2000 kg

45 Estos datos son únicamente para dar una impresión general del tamaño que normalmente entra en cuestión y por supuesto no son en modo alguno, limitantes.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Una unidad de energía undimotriz que incluye una boya (3-3f) adaptada a un flotador sobre una superficie de agua, un generador eléctrico (5) adaptado para situarse sobre el lecho marino y medios de conexión mecánica (4, 12, 13) que conectan la boya (3-3f) al generador (5), caracterizada por que la boya (3-3f), cuando flota sobre una superficie de agua (2) y cuando se observa en una dirección perpendicular a la superficie de agua (2), tiene forma de lazo cerrado que encierra una abertura interior (14), estando la abertura sustancialmente libre de objetos relacionados con la unidad de energía undimotriz, por que la boya (3-3f) incluye un cuerpo flotante (3-3f) que tiene dicha forma de lazo cerrado que encierra una abertura interior (14), por que el cuerpo flotante (3b; 3c) incluye una pluralidad de secciones (15) directamente conectadas entre sí, por que cada sección (15) es un tubo recto (15) y cada tubo (15) está conectado de manera estanca al agua a tubos adyacentes, y por que el cuerpo flotante es hueco, y por que dichos medios de conexión (4, 12, 13) incluyen al menos tres dispositivos de fijación (13) conectados a la boya (3) en diferentes ubicaciones.
- 10
- 15 2. Una unidad de energía undimotriz de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizada por que cada tubo tiene una sección transversal circular.
- 20 3. Una unidad de energía undimotriz de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, caracterizada por que cada tubo (15) está fabricado de acero.
- 25 4. Una unidad de energía undimotriz de acuerdo con la reivindicación 3, caracterizada por que los tubos (15) están soldados entre sí.
- 30 5. Una unidad de energía undimotriz de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1-4, caracterizada por que el número de secciones (15) es de tres a doce, preferentemente de cuatro a ocho y más preferentemente seis.
- 35 6. Una unidad de energía undimotriz de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1-5, caracterizada por que todas las secciones (15) tienen las mismas dimensiones.
- 40 7. Una unidad de energía undimotriz de acuerdo con la reivindicación 6, caracterizada por que el cuerpo flotante (3b) es un polígono regular.
8. Una unidad de energía undimotriz de acuerdo con la reivindicación 2 o 3, caracterizada por que el cuerpo flotante está hecho de un material que tiene una densidad inferior a la densidad del agua.
9. El uso de una unidad de energía undimotriz de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-8 para producir energía eléctrica.
10. Un método para producir energía eléctrica caracterizado por que la energía eléctrica se produce por medio de una unidad de energía undimotriz de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-8.



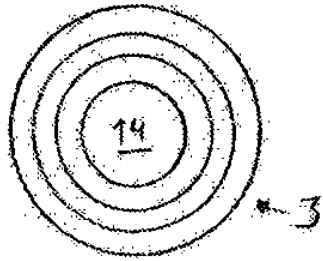


Fig. 2

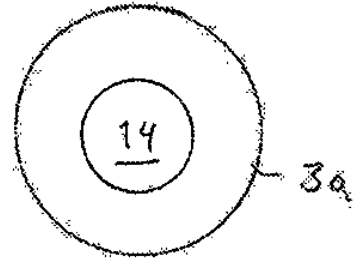


Fig. 3



Fig. 4

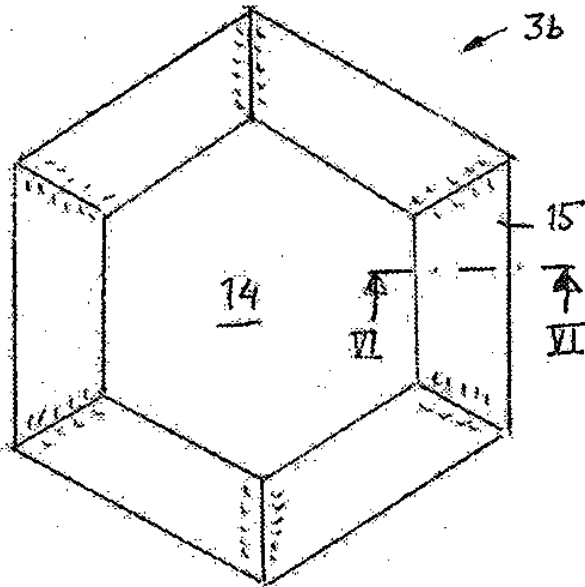


Fig. 5



Fig. 6

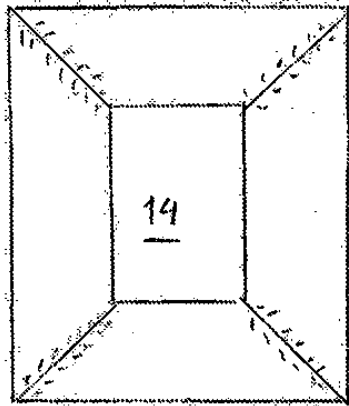


Fig. 7

3c

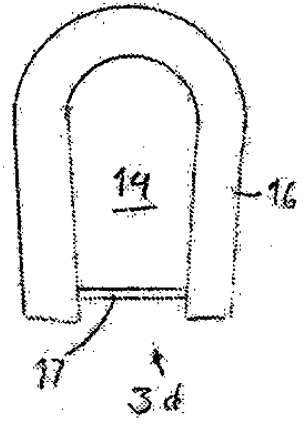


Fig. 8

3d

3d

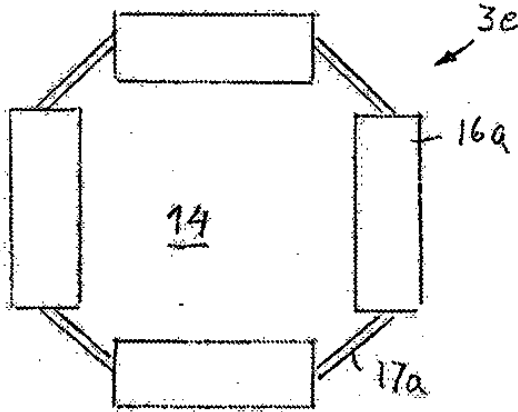


Fig. 9

3e

3f

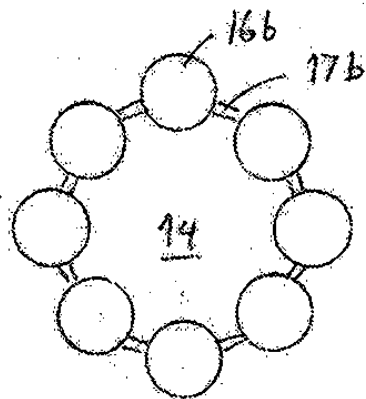


Fig. 10