

(19)



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS
ESPAÑA



(11) Número de publicación: **2 720 360**

(51) Int. Cl.:

F03B 13/18 (2006.01)
H02K 7/18 (2006.01)

(12)

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

(86) Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **28.08.2008 PCT/SE2008/050975**

(87) Fecha y número de publicación internacional: **04.03.2010 WO10024745**

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.08.2008 E 08813472 (1)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **23.01.2019 EP 2318697**

(54) Título: **Una unidad de energía undimotriz y uso de la misma**

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
19.07.2019

(73) Titular/es:

**SEABASED AB (100.0%)
Verkstadsgatan 4
453 30 Lysekil , SE**

(72) Inventor/es:

**LEIJON, MATS y
GUSTAFSSON, STEFAN**

(74) Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 720 360 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

Una unidad de energía undimotriz y uso de la misma

Campo de la invención

La presente invención en un primer aspecto se refiere a una unidad de energía undimotriz para la producción de energía eléctrica y que comprende un cuerpo flotante dispuesto para flotar en el mar y un generador lineal eléctrico que tiene un estator y un trasladador que se mueve alternativamente a lo largo de un eje central, estando dispuesto el estator para anclarse en el lecho marino y estando conectado el trasladador al cuerpo flotante por medios de conexión, cuyo trasladador está soportado para giro en una pluralidad de elementos rodantes, de tal manera que se forme un intersticio circunferencial entre el estator y el trasladador.

10 En un segundo aspecto, la invención se refiere a un uso de tal unidad de energía undimotriz.

En la presente solicitud, los términos "axial", "radial" y "circunferencial" se refieren a los ejes definidos por el movimiento recíproco del centro del trasladador si no se establece explícitamente de otra forma. Los términos "superior" e "inferior" se refieren a la dirección vertical y se refieren a la orientación de los componentes en cuestión cuando la unidad de energía undimotriz está en funcionamiento.

15 Antecedentes de la invención

Los movimientos de las olas en el mar y en grandes lagos interiores constituyen una fuente potencial que apenas se ha explotado hasta ahora. Sin embargo, se han hecho diversas sugerencias al uso de los movimientos verticales del mar para producir energía eléctrica en un generador. Dado que un punto sobre la superficie del mar realiza un movimiento alternativo vertical, este es adecuado para utilizar un generador lineal a fin de producir la energía eléctrica.

20 El documento WO 2004/085842 divulga tal unidad de energía undimotriz en la que la parte móvil del generador, es decir, la parte que corresponde al rotor en un generador giratorio y denominado en la presente solicitud trasladador, se mueve alternativamente en relación con el estator del generador. En esta divulgación, el estator está anclado en el lecho marino. El trasladador está conectado por un alambre, un cable o una cadena a un cuerpo que flota sobre el mar.

25 Es importante que el guiado del movimiento lineal del trasladador en relación con el estator sea exacto y fiable de modo que el tamaño del intersticio entre el trasladador y el estator se mantenga en un valor exacto. El intersticio está en el tamaño de 1-5 mm, preferentemente alrededor de 2 mm. Puesto que un generador del tipo en cuestión puede ser más o menos grande, la precisión insuficiente en el guiado conlleva que el tamaño del intersticio entrañe el riesgo de desviarse sustancialmente del tamaño predeterminado. Esto entraña una asimetría de las fuerzas magnéticas producidas, lo que da como resultado fuerzas asimétricas dañinas en el trasladador con el riesgo de perturbaciones operativas así como averías. Asimismo, la transformación electromagnética de la energía es efectuada negativamente por un tamaño de intersticio erróneo.

30 Entre el trasladador y el estator hay fuerzas de atracción magnéticas muy fuertes. A fin de minimizar la carga sobre los cojinetes, el generador se hace así preferentemente simétrico de tal manera que la fuerza magnética a través del intersticio desequilibra en un lado las fuerzas magnéticas a través del intersticio en un lado opuesto. La fuerza de soporte para giro así requerida es idealmente cero.

35 Sin embargo, cuando tiene lugar una ligera desviación del equilibrio, aumentarán las fuerzas magnéticas en el lado en que disminuye el intersticio y, en el lado opuesto en el que aumenta el intersticio, las fuerzas magnéticas disminuirán. Por tanto, una fuerza magnética resultante actuará para mover adicionalmente el trasladador hacia el lado en el que 40 se reduce el intersticio.

45 El objeto de la presente invención es disponer el soporte para giro del trasladador, de tal manera que el efecto anteriormente descrito que ocurre cuando cambia la anchura del intersticio sea contrarrestado de una manera efectiva.

Sumario de la invención

El objeto de la invención se logra por que una unidad de energía undimotriz de la clase inicialmente especificada incluye las características específicas de que cada elemento rodante tiene una elasticidad que es suficientemente baja para cumplir con la condición de que un cambio en la anchura del intersticio dé como resultado un cambio en la fuerza total de los elementos rodantes sobre el trasladador que es mayor que las fuerzas magnéticas totales en el trasladador resultantes de dicho cambio de anchura.

50 Las fuerzas de los elementos rodantes aumentan así más rápidamente que las fuerzas magnéticas cuando se reduce el intersticio. La tendencia a que se acelere la reducción de la anchura del intersticio debido a las fuerzas magnéticas crecientes se elimina así por las fuerzas contrarias provenientes de los elementos rodantes.

Debe entenderse que la elasticidad del elemento rodante es la elasticidad de apoyo para giro total establecida en la cooperación entre el elemento rodante y las pistas contra las cuales rueda. Si, por ejemplo, una o ambas pistas en

las que rueda el elemento rodante tiene un revestimiento, la elasticidad de ese revestimiento se incluye en la elasticidad del elemento rodante. Asimismo, cualquier elasticidad está incluida en el montaje del elemento rodante.

Según una realización preferida, el cambio en dicha fuerza total de los elementos rodantes está en el rango de 2 a 5 veces mayor que el cambio en dichas fuerzas magnéticas.

- 5 Por tanto, el aumento en las fuerzas de los elementos rodantes es al menos el doble que el incremento de las fuerzas magnéticas, lo que proporciona una gran fiabilidad al asegurar una fuerza contraria suficiente. El límite superior del rango significa que los elementos rodantes tendrán una cierta elasticidad mínima. Si estos elementos fueran casi completamente rígidos, podrían ocurrir problemas de otra clase debido a la alta precisión en las tolerancias que se requerirían a fin de evitar presión no uniforme en los diversos elementos rodantes.

- 10 Según una realización preferida adicional, cada elemento rodante tiene un árbol montado en el generador.

Esto es una disposición mecánicamente ventajosa que proporciona una cooperación bien controlada entre los elementos rodantes y las partes relativamente móviles.

Según otra realización preferida, los árboles están montados sobre el trasladador.

- 15 Esto simplifica la consecución de un montaje adecuado de los elementos rodantes. Si tienen que hacerse trabajos de reparación con respecto al soporte para giro, por ejemplo, un intercambio de elementos rodantes o un ajuste del montaje de los mismos es más conveniente si están montados en el trasladador.

Según una realización preferida adicional, cada elemento rodante está precargado.

Esto contribuye a obtener un soporte para giro apropiado del trasladador en la posición neutra y proporciona unas condiciones de fuerza ventajosas cuando ocurren cambios en la anchura del intersticio.

- 20 Según una realización preferida adicional, la fuerza de precarga en cada elemento rodante está en el rango de 1 a 5 kN.

Para la mayoría de las aplicaciones, una fuerza de precarga dentro de este rango tendrá un equilibrio adecuado entre la necesidad de tener una precarga suficiente y evitar una compresión demasiado alta de los elementos rodantes en la posición neutra.

- 25 Según una realización preferida adicional, cada elemento rodante es una rueda con un cubo hecho de metal y un lecho de rodillos hecho de plástico.

Por tanto, la elasticidad del elemento rodante está dentro del propio elemento, debido al lecho de rodillos de plástico. Así, el elemento rodante no necesita estar montado elásticamente, lo que provocaría grandes costes de reparación en caso de fallos de cojinete. Preferentemente, el metal es hierro o acero.

- 30 Según una realización adicional, los elementos rodantes incluyen una pluralidad de elementos rodantes que están circunferencialmente distribuidos de tal manera que el trasladador está soportado para giro en dos direcciones perpendiculares.

Esto permite tener los polos magnéticos circunferencialmente distribuidos en más de dos lados del trasladador, obteniendo así un número mayor de unidades de transferencia de energía electromagnética.

- 35 Según una realización preferida adicional, el trasladador tiene una forma en sección transversal principal perpendicular al eje que es un polígono, con lo que los imanes se disponen en cada lado del polígono.

Puede disponerse así un gran número de imanes, y es fácil de obtener el desequilibrado de las fuerzas magnéticas en la posición neutra del trasladador. La forma poligonal proporciona también un soporte para giro bien definido en todas las direcciones. Preferentemente, el polígono es un polígono regular que proporciona un alto grado de simetría que lleva a unas prestaciones suaves.

Según otra realización preferida, el polígono es un cuadrángulo.

En muchos aspectos, esto lleva a una construcción simple y fiable del generador. Preferentemente, el cuadrángulo es un cuadrado.

- 45 Según una realización preferida adicional, el trasladador está dispuesto para moverse alternativamente dentro del estator, los elementos rodantes están localizados en el exterior del trasladador y están montados en los vértices del polígono.

Una disposición interna del trasladador es ventajosa en muchos aspectos tales como la protección contra el entorno, el soporte para giro y las conexiones eléctricas con el estator. Localizando los elementos rodantes en el exterior del trasladador, estos pueden cooperar directamente con el estator que asegura un soporte para giro preciso. El montaje de los elementos rodantes en los vértices del polígono da como resultado el soporte para giro más estable, y los lados

del polígono no necesitan ser ocupados parcialmente por elementos rodantes sino que estarán completamente libres para los imanes.

Según una realización preferida alternativa, el trasladador tiene un orificio pasante axial, un elemento rígido se extiende a través del orificio pasante y los elementos rodantes están localizados en el orificio pasante.

5 En algunas aplicaciones, tal soporte para giro interno lleva a una precisión más alta y a una estructura menos complicada, en particular cuando la forma en sección transversal del trasladador deriva de un cuadrángulo. El orificio pasante está localizado preferentemente en el centro del trasladador y el elemento rígido está dispuesto de forma preferentemente simétrica en relación con el orificio pasante. El elemento rígido puede constituir el estator o ser una viga rígidamente conectada a un estator externamente localizado.

10 Según otra realización preferida, los elementos rodantes incluyen una pluralidad de elementos rodantes localizados en un plano común perpendicular al eje.

Se optimiza así el equilibrio de las fuerzas mecánicas y magnéticas.

Según otra realización preferida, los elementos rodantes están localizados en una pluralidad de tales planos en los que está localizada en cada plano una pluralidad de elementos rodantes.

15 El hecho de tener más de uno de tales planos asegura además el equilibrio de fuerzas puesto que el soporte para giro tiene lugar en una pluralidad de posiciones axiales. Las tendencias a la inclinación del trasladador se eliminan así de una manera simple.

Según otra realización preferida, los elementos rodantes incluyen una pluralidad de elementos rodantes axialmente distribuidos.

20 Asimismo, con esta realización, el soporte para giro tiene lugar en diferentes posiciones axiales que aseguran una alineación axial del trasladador en relación con el estator.

Según otra realización preferida, los elementos rodantes axialmente distribuidos incluyen una pluralidad de filas axiales de elementos rodantes, incluyendo cada fila una pluralidad de elementos rodantes.

25 Por tanto, se logra un soporte para giro particularmente bien definido que asegura de una manera simple la relación entre el trasladador y el estator en todas las direcciones.

Según otra realización preferida, el número de filas es ocho, cada fila incluye de 4 a 6 elementos rodantes y los elementos rodantes están localizados en grupos de ocho en un plano respectivo perpendicular al eje.

30 Esto significa que los elementos rodantes estarán localizados axial y circunferencialmente en una matriz. El gran número de elementos rodantes en cada fila y en cada plano proporciona una alta dispersión de las fuerzas mecánicas, de tal manera que cada elemento rodante lleva solo una pequeña parte de la carga total. Esto contribuye a unas prestaciones suaves y fiables. Normalmente son apropiados de 6 a 10 elementos rodantes en cada fila.

Según una realización preferida adicional, el número de elementos es mayor que el número de polos en el generador.

Asimismo, con esta realización, se obtiene una alta dispersión de las fuerzas mecánicas.

35 La invención se refiere también a una red eléctrica conectada a al menos una unidad de energía undimotriz según la presente invención.

De acuerdo con el segundo aspecto de la invención, se utiliza una unidad de energía undimotriz según la invención y en particular según cualquiera de las realizaciones preferidas de la misma para generar energía eléctrica destinada a suministrarse a una red eléctrica.

40 El uso inventado tiene ventajas correspondientes a las de la unidad de energía undimotriz inventada y las realizaciones preferidas de la misma, cuyas ventajas se han descrito anteriormente.

La invención se describirá además por la siguiente descripción detallada de ejemplos de la misma con referencia a los dibujos que se acompañan.

Breve descripción de los dibujos

La figura 1 es una sección esquemática a través de una unidad de energía undimotriz según la invención.

45 La figura 2 es una sección a lo largo de la línea II-II de la figura 1.

La figura 3 es una vista en perspectiva simplificada de una esquina del trasladador de la figura 2.

La figura 4 es una sección simplificada a través de uno de los elementos rodantes del trasladador de la figura 3.

La figura 5 es un diagrama que muestra la fuerza magnética resultante de un polo en función del cambio en la anchura del intersticio.

La figura 6 es un diagrama que muestra la fuerza de la rueda en función de un cambio en la anchura del intersticio.

5 La figura 7 es un diagrama que muestra las diversas fuerzas que actúan sobre el trasladador en función del cambio en la anchura del intersticio.

La figura 8 es una sección similar a la de la figura 2, pero que ilustra un ejemplo alternativo.

Descripción de ejemplos de la invención

10 La figura 1 es una vista lateral esquemática de una unidad de energía undimotriz según la invención en funcionamiento en el mar. Un cuerpo flotante 1 flota en la superficie del mar y está conectado por unos medios de conexión 3, 7 a un generador lineal 2 anclado en el lecho marino. Los medios de conexión constan de una parte superior 3 que es un alambre, cuerda, cadena o similar y una parte inferior 7 que es una varilla rígida. El alambre 3 está conectado a la varilla 7 por una junta 13. En la figura, el generador está sujeto en el lecho marino. Sin embargo, debe entenderse que el generador puede localizarse encima del lecho marino y anclarse de alguna otra manera.

15 El generador lineal 2 tiene un estator 5 con devanados y un trasladador 6 con imanes. El trasladador 6 es capaz de moverse alternativamente arriba y abajo dentro del estator 5, generando así corriente en los devanados de estator, cuya corriente se transfiere a una red eléctrica por un cable eléctrico 11.

Cuando el cuerpo flotante 1, debido al movimiento de las olas de la superficie del mar, es forzado a ascender, el cuerpo flotante tirará del trasladador 6 de abajo arriba. Cuando el cuerpo flotante se mueve después hacia abajo, el trasladador 6 se moverá hacia abajo por la gravedad.

20 Opcional, pero preferentemente, un resorte (no mostrado) o similar que actúa sobre el trasladador 6 proporciona una fuerza adicional hacia abajo.

25 La figura 2 es una sección a lo largo de la línea II-II de la figura 1 e ilustra el soporte para giro del trasladador 6 en el estator 5. En el ejemplo mostrado, el trasladador 6 tiene una sección transversal cuadrada. Los imanes están dispuestos en los cuatro lados del cuadrado. Cada lado del trasladador 6 forma un intersticio 14 con el estator. En la posición neutra, la anchura de intersticio d es la misma en dos lados opuestos y, preferentemente, la misma en los cuatro lados. Para mantener la posición neutra siempre que sea posible, el trasladador 6 es soportado para giro en una pluralidad de elementos rodantes 15, en el ejemplo divulgado en forma de ruedas. Ocho de tales ruedas están dispuestas en un único plano en sección transversal. Dos ruedas 15 están dispuestas en cada esquina del trasladador.

30 Las dos ruedas 15 en cada esquina están montadas giratoriamente en un respectivo árbol 16 soportado por el trasladador y los árboles son perpendiculares uno a otro. Cada rueda 15 gira contra una pista 17 sobre el trasladador 6 y una pista 18 sobre el estator. Cada rueda tiene una cierta elasticidad y está algo comprimida a fin de obtener una fuerza de precarga en la posición neutra del trasladador.

35 En la figura 3, la disposición de las ruedas se ilustra en una vista en perspectiva hacia la esquina inferior izquierda del trasladador de la figura 2. En la dirección longitudinal, las ruedas 15 están dispuestas en ocho filas (dos en cada esquina). En el ejemplo ilustrado, el número de ruedas en cada fila es ocho, haciendo un total de 64 ruedas.

La figura 4 ilustra una de las ruedas 15 dispuestas entre la pista 18 del estator 5 y la pista 17 en el trasladador. F_{w_1} representa la suma de todas las fuerzas de las ruedas en este lado del trasladador y F_{M_1} representa la suma de todas las fuerzas magnéticas a través del intersticio en este lado.

40 Cuando el trasladador está en su posición neutra, las fuerzas magnéticas en un lado son desequilibradas por las fuerzas magnéticas en el lado opuesto, de modo que la fuerza magnética resultante en el trasladador sea cero. En esta posición, las fuerzas de precarga de las ruedas se desequilibran también una a otra.

45 Si la posición del trasladador se cambia de la posición neutra, de tal manera que aumente el intersticio en un lado y se reduzca en el otro lado, la fuerza magnética resultante ya no será cero. Dentro de un rango limitado, es decir, menos que 1 mm de cambio en la anchura del intersticio, la fuerza magnética aumenta aproximadamente de forma lineal con la anchura de intersticio decreciente.

Lista de símbolos utilizados a continuación

X = disminución de un intersticio desde la posición neutra

F_M = resultante de todas las fuerzas magnéticas a través de los intersticios opuestos

F_{M_1} = suma de todas las fuerzas magnéticas a través del intersticio en el primer lado

50 F_{M_2} = suma de todas las fuerzas magnéticas a través del intersticio en el lado opuesto

F_{M_0} = suma de todas las fuerzas magnéticas a través de un intersticio en la posición neutra

K_M = constante relacionada con la fuerza magnética total

F_W = resultante de todas las fuerzas de rueda de dos lados opuestos

F_{W_1} = suma de todas las fuerzas de rueda en el primer lado

5 F_{W_2} = suma de todas las fuerzas de rueda en el lado opuesto

F_S = suma de todas las fuerzas de precarga de las ruedas en un lado

K_w = constante de resorte de todas las ruedas en un lado

f_m = fuerza magnética resultante de un par de polos opuestos

f_{m_1} = fuerza magnética de un polo a través del intersticio en el primer lado

10 f_{m_2} = fuerza magnética de un polo a través del intersticio en el lado opuesto

f_{m_0} = fuerza magnética de un polo a través de un intersticio en la posición neutra

k_m = constante relacionada con la fuerza magnética de un polo

f_w = fuerza resultante de dos ruedas opuestas

f_{w_1} = fuerza de una rueda en el primer lado

15 f_{w_2} = fuerza de una rueda en el lado opuesto

f_s = fuerza de precarga de una rueda

k_w = constante de resorte de una rueda

m = número de polos en un lado

n = número de polos en un lado

20 Si la fuerza magnética total a través de un intersticio en la posición neutra es F_{M_0} , la fuerza a través de un intersticio que se ha reducido X mm con respecto a la posición neutral será $F_{M_1} = F_{M_0}(1+K_M X)$ y en el lado opuesto la fuerza magnética será $F_{M_2} = F_{M_0}(1-K_M X)$. La fuerza magnética resultante será $F_M = F_{M_1} - F_{M_2} = F_{M_0} 2K_M X$, que actúa en la dirección del intersticio reducido.

25 Esta fuerza es contrarrestada por las fuerzas de las ruedas. Las fuerzas totales F_{W_1} de las ruedas en un lado del trasladador en la posición neutra son F_S , donde F_S es la fuerza de precarga total en ese lado. Una fuerza de precarga correspondiente actúa sobre el lado puesto, de tal manera que la fuerza resultante de las ruedas en la posición neutra sea cero.

30 Si la posición del trasladador se cambia de la posición neutra, la fuerza de las ruedas en un lado aumenta y la fuerza del otro lado disminuye. El cambio de la fuerza total de las ruedas en un lado del trasladador es también una función lineal del cambio de la anchura del intersticio dentro de un rango limitado. La fuerza de las ruedas en el lado en el que el intersticio disminuye será $F_W = F_S + K_w X$ y en el lado opuesto $F_{W_2} = F_S - K_w X$. La fuerza resultante de las ruedas en el trasladador será así $F_W = 2K_w X$. Esto es válido solamente cuando $F_S > K_w X$. Si F_S es menor que esto, la fuerza resultante de las ruedas será $F_W = F_S + K_w X$.

La condición prescrita según la presente invención implica que $F_W > F_M$. Así, $2K_w X > 2F_{M_0} K_M X$ o $K_w > F_{M_0} / K_M$

35 Para tener un margen seguro contra el que las fuerzas magnéticas anularán las fuerzas de rueda, se prefiere que $K_w > 2F_{M_0} K_M$.

Las condiciones de fuerza se muestran en las figuras 5 a 7 para un cierto ejemplo.

En la figura 5, la fuerza magnética resultante f_m para los dos lados opuestos de un polo se da en función de la desviación de la posición neutra $f_m = 2f_{m_0} K_m X$, donde $2f_{m_0} K_m = 1,64 \text{ kN/mm}$: f_m se calcula en kN y X en mm.

40 La fuerza magnética total de n polos será así $F_M = 1,64 n X \text{ kN}$ en este ejemplo.

En la figura 6, la elasticidad de una rueda se ilustra cuando la fuerza elástica de una rueda se da en función de la desviación de la posición neutra.

$f_{w_1} = f_s + k_w X$, donde $f_s = 0,66 \text{ kN}$ y $k_w = 7,8 \text{ kN/m}$. Una rueda en el lado opuesto actúa con una fuerza elástica en la dirección opuesta que es $f_{w_2} = f_s - k_w X$, de modo que la suma de las fuerzas de las dos ruedas opuestas será $F_w = 2k_w X = 15,6 \text{ KN}$. Con m ruedas la fuerza total de las ruedas será: $F_w = 15,6 m X \text{ kN}$.

La aplicación de la condición de que F_w sea $2F_m$ como mínimo dará como resultado $15,6 m X = 2 \cdot 1,64 \text{ nX}$, lo que indica que el número de ruedas en un lado es:

$$m = \frac{2 \cdot 1,64}{15,6} n = 0,21 n.$$

En este ejemplo, el trasladador tiene 33 polos lo que lleva a un requisito de $0,21 \cdot 33 = 7$ ruedas en cada lado. Debido a las razones de simetría, las ruedas están dispuestas en pares en cada lado lo que significa que se requieren cuatro pares de ruedas en cada lado en este ejemplo, dando como resultado un total de 32 ruedas en el trasladador.

10 El ejemplo se ilustra además en el gráfico de la figura 7, en el que las fuerzas en kN se proporcionan en función del cambio en la anchura del intersticio, donde A es la fuerza de un par de ruedas en un lado, B es la fuerza del par opuesto de ruedas, C es la suma de A y B, D es la fuerza resultante de un polo y E es la suma de C y D.

15 Las ruedas utilizadas en el ejemplo anterior tienen un diámetro de 150 mm y un espesor de 30 mm. Están hechas de hierro fundido que presenta un lecho de rodillos hecho de poliuretano. Cada rueda deberá ser capaz de mantener la rodadura con una tolerancia de $\pm 0,25 \text{ mm}$ sin sobrecargar el cojinete de rueda y diseñarse para 10^8 ciclos de trasladador. Una rueda utilizada en el ejemplo funciona con una fuerza de 5 kN para 130 millones de vueltas a una velocidad de 1 m/s con 90% de fiabilidad y para 48 millones de vueltas con 99% de fiabilidad.

20 La figura 8 en una sección perpendicular a la dirección axial ilustra esquemáticamente un ejemplo alternativo, en el que el trasladador 6 está internamente soportado para giro. El trasladador 6 tiene un orificio pasante axial 20 en el que se extiende un elemento rígido 19. Los elementos rodantes 15 funcionan entre el trasladador 6 y el elemento rígido 19 para mantener una anchura de intersticio uniforme entre el trasladador 6 y el estator 5 como se describe anteriormente. El elemento rígido 19 está conectado rígidamente al estator 5. Debe entenderse que la forma del orificio pasante 20 no necesita necesariamente corresponder a la forma externa del trasladador 6 como en el caso de la figura.

REIVINDICACIONES

1. Unidad de energía undimotriz para la producción de energía eléctrica y que comprende un cuerpo flotante (1) dispuesto para flotar en el mar y un generador lineal eléctrico (2) que tiene un estator (5) y un trasladador (6) que se mueve alternativamente a lo largo de un eje central, estando concebido el estator (5) para anclarse en el lecho marino y estando conectado el trasladador (6) al cuerpo flotante (1) por medios de conexión (3), cuyo trasladador está soportado para giro en una pluralidad de elementos rodantes (15), de tal manera que se forme un intersticio circunferencial (14) entre el estator (5) y el trasladador (6), teniendo cada elemento rodante (15) una cierta elasticidad, y con ello un cambio en la anchura (d) del intersticio da como resultado un cambio en la fuerza total de los elementos rodantes (15) y un cambio en las fuerzas magnéticas totales, caracterizada por que la elasticidad de cada elemento rodante se determina por la condición de que un cambio en la anchura (d) del intersticio (14) representa un cambio en la fuerza total de los elementos rodantes (15) sobre el trasladador (6) que está en el rango de 2 a 5 veces mayor que el cambio en dichas fuerzas magnéticas totales sobre el trasladador (6) resultantes de dicho cambio de anchura (d).
2. Unidad de energía undimotriz según la reivindicación 1, caracterizada por que cada elemento rodante (15) tiene un árbol (16) montado en el generador, cuyos árboles (16) están montados en el trasladador (6).
3. Unidad de energía undimotriz según cualquiera de las reivindicaciones 1-2, caracterizada por que cada elemento rodante (15) está precargado con una fuerza sobre cada elemento rodante en el rango de 1 a 5 kN.
4. Unidad de energía undimotriz según cualquiera de las reivindicaciones 1-3, caracterizada por que cada elemento rodante (15) es una rueda con un cubo hecho de metal y un lecho de rodillos hecho de plástico.
5. Unidad de energía undimotriz según cualquiera de las reivindicaciones 1-4, caracterizada por que los elementos rodantes (15) incluyen una pluralidad de elementos rodantes (15) que están distribuidos circunferencialmente de tal manera que el trasladador (6) está soportado para giro en dos direcciones perpendiculares.
6. Unidad de energía undimotriz según cualquiera de las reivindicaciones 1-5, caracterizada por que el trasladador (6) tiene una forma en sección transversal principal perpendicular al eje que es un polígono, preferentemente un polígono regular, estando dispuestos imanes en cada lado del polígono.
7. Unidad de energía undimotriz según la reivindicación 6, caracterizada por que el trasladador (6) está concebido para moverse alternativamente dentro del estator (5) y los elementos rodantes (15) están localizados en el exterior del trasladador (6) y montados en los vértices del polígono.
8. Unidad de energía undimotriz según la reivindicación 6, caracterizada por que el trasladador (6) tiene un orificio pasante axial (20), por que un elemento rígido (19) se extiende a través del orificio pasante (20) y por que los elementos rodantes (15) están localizados en dicho orificio pasante (20).
9. Unidad de energía undimotriz según cualquiera de las reivindicaciones 1-8, caracterizada por que los elementos rodantes (15) incluyen una pluralidad de elementos rodantes (15) localizados en un plano común perpendicular al eje y por que los elementos rodantes (15) están localizados en una pluralidad de tales planos, en los que una pluralidad de elementos rodantes (15) están localizados en cada plano.
10. Unidad de energía undimotriz según cualquiera de las reivindicaciones 1-9, caracterizada por que los elementos rodantes (15) incluyen una pluralidad de elementos rodantes axialmente distribuidos (15).
11. Unidad de energía undimotriz según la reivindicación 10, caracterizada por que los elementos rodantes (15) axialmente distribuidos incluyen una pluralidad de filas axiales de elementos rodantes (15), incluyendo cada fila una pluralidad de elementos rodantes (15).
12. Unidad de energía undimotriz según cualquiera de las reivindicaciones 1-13, caracterizada por que el número de elementos rodantes (15) es mayor que el número de polos en el generador.
13. Red eléctrica, caracterizada por que la red está conectada a al menos una unidad de energía undimotriz según cualquiera de las reivindicaciones 1-12.
14. Uso de una unidad de energía undimotriz según cualquiera de las reivindicaciones 1-12 para generar energía eléctrica destinada a suministrarse a una red eléctrica.

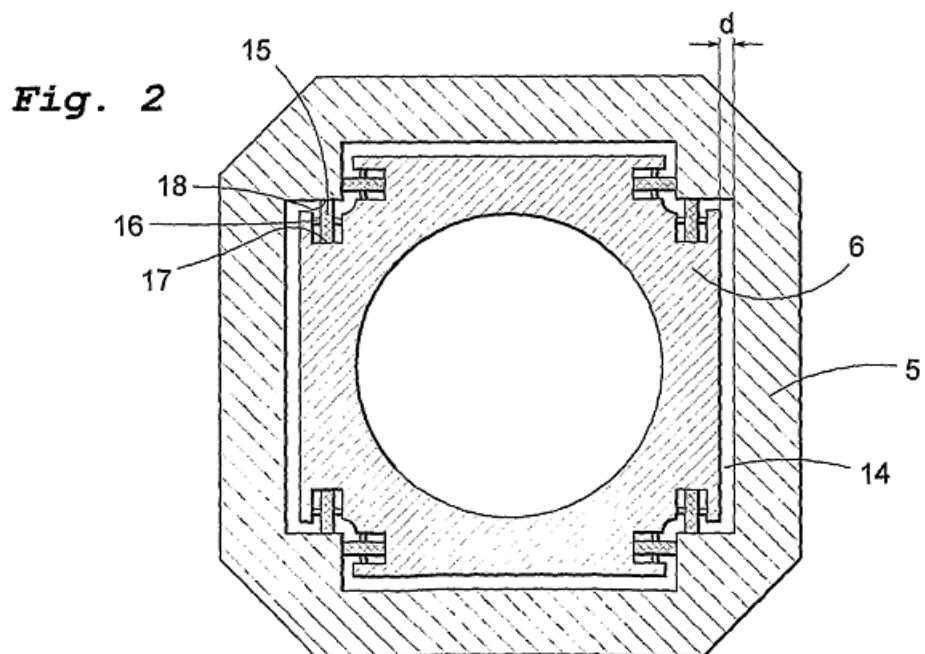
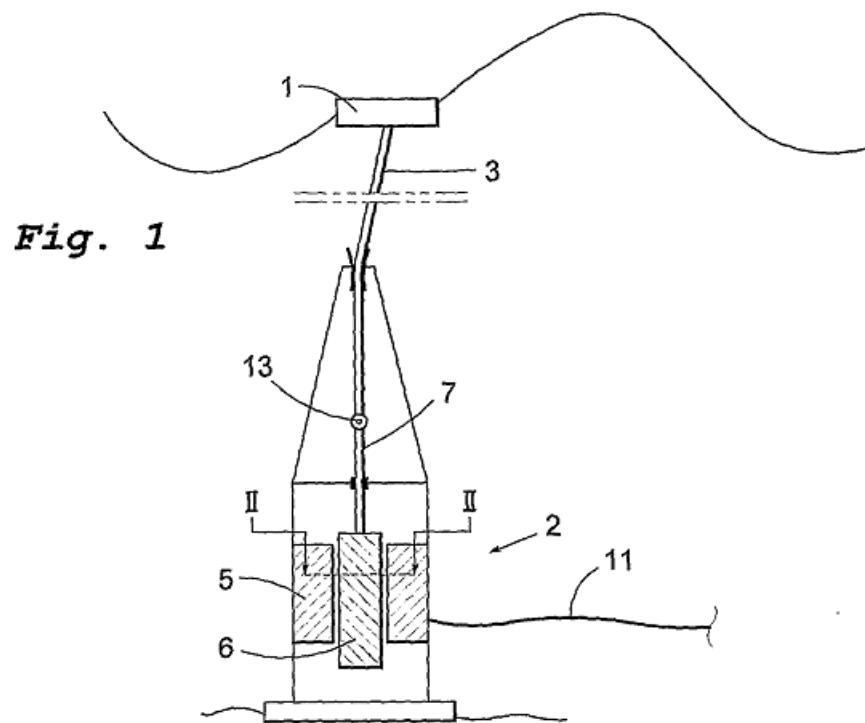


Fig. 3

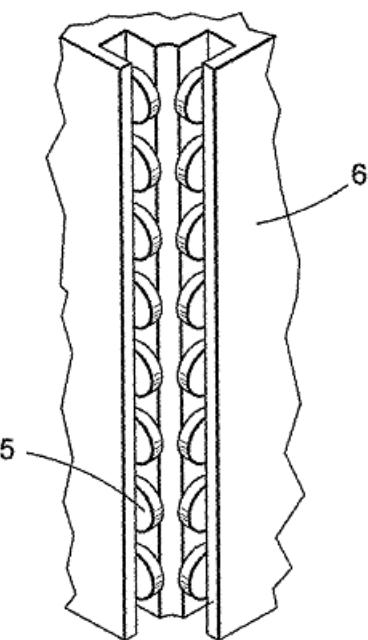
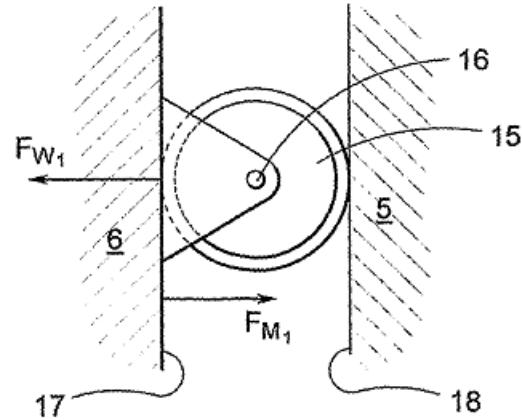
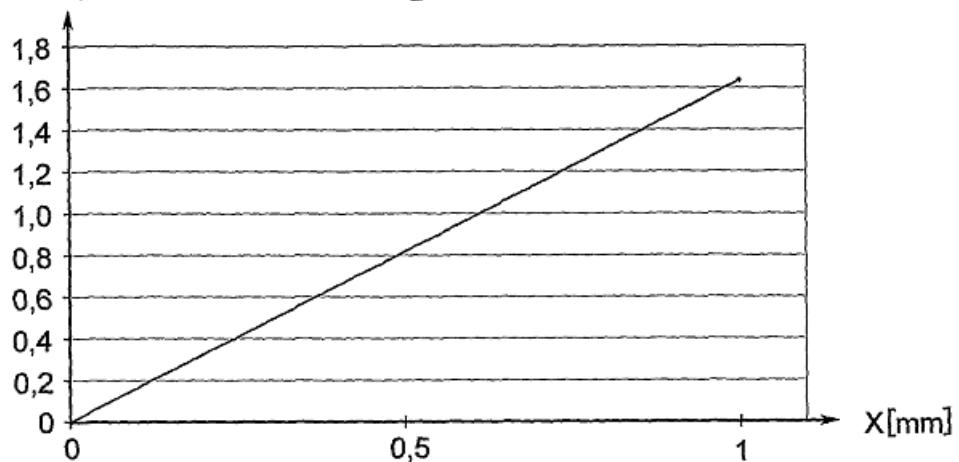


Fig. 4



f_m [kN]

Fig. 5



f_w [kN]

Fig. 6

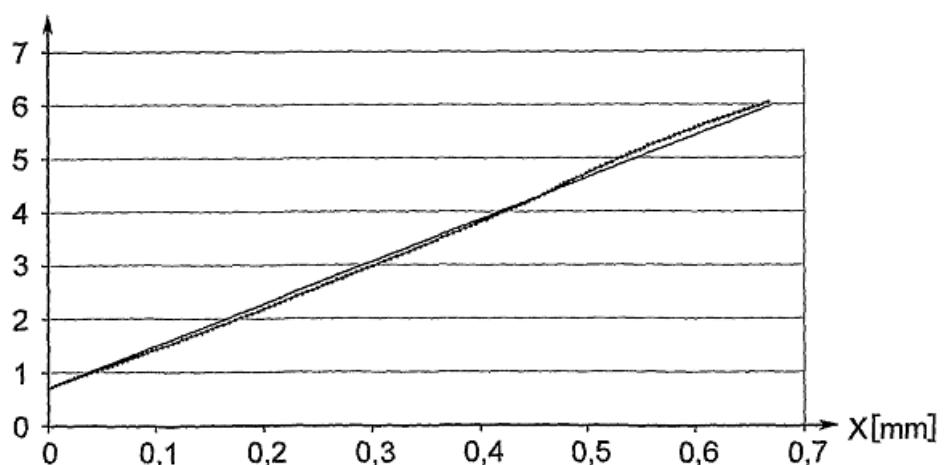


Fig. 7

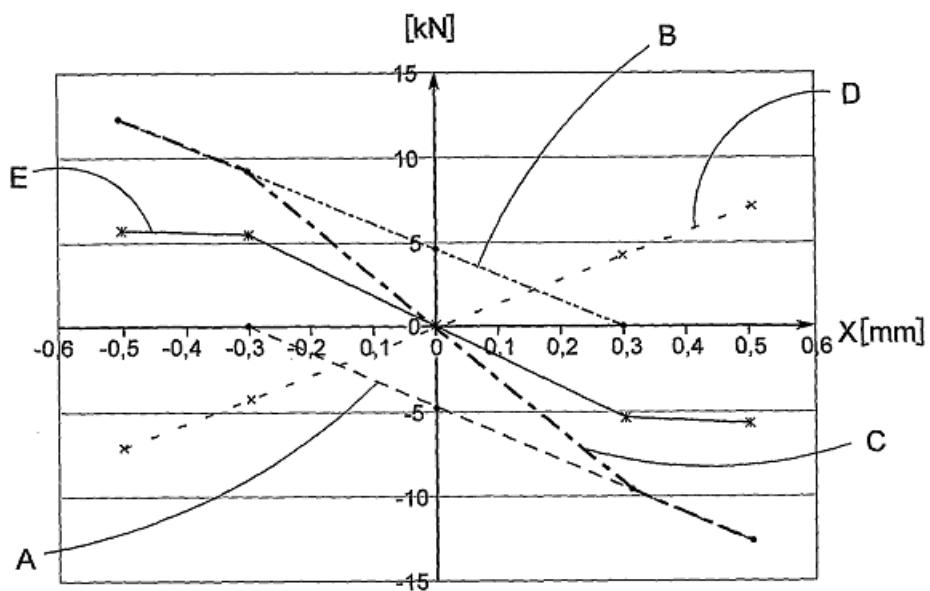


Fig. 8

