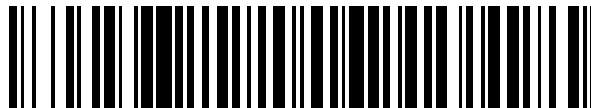


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 718 173**

51 Int. Cl.:

F03B 17/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.09.2015** E 15382473 (5)

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.12.2018** EP 3150846

54 Título: **Dispositivo para convertir la energía cinética de un flujo de olas, viento o corrientes de agua en energía mecánica de rotación**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
28.06.2019

73 Titular/es:

ARRECIFE ENERGY SYSTEMS S.L. (100.0%)
C/ Ávila, 1-1° Dcha. Dpto. 6
48012 Bilbao, Bizkaia, ES

72 Inventor/es:

DORIA IRIARTE, JOSÉ JAVIER

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 718 173 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

Dispositivo para convertir la energía cinética de un flujo de olas, viento o corrientes de agua en energía mecánica de rotación

Campo técnico

- 5 La invención se refiere en general a un dispositivo de bajo costo que hace un uso eficiente de la energía de las olas o las corrientes de agua o el viento, usando turbinas de flujo transversal y sin la necesidad de deflectores. Es especialmente adecuado para el bombeo de agua de mar y para la generación de electricidad mediante el aprovechamiento de la energía de las olas del mar.

Estado de la técnica

- 10 En la técnica se conocen los dispositivos para convertir la energía cinética de un flujo de las olas, el viento o las corrientes de agua en energía mecánica de rotación (para la generación de electricidad), que comprenden una turbina de flujo transversal, estando provista la turbina de palas curvadas fijas dispuestas en configuración de jaula de ardilla alrededor de un eje de rotación.

- 15 Ejemplos de estos dispositivos se describen en los documentos WO 2014/111800, KR 2011 0107881, WO 2005/061887, US 2011 /254275, US 2010/237625, así como en los documentos KR100191636 B1 y KR101492768B1.

El documento KR100191636 B1 desvela una turbina montada sobre dos flotadores que mantienen la mitad inferior de la turbina sumergida, causando así que el flujo que pasa entre los flotadores haga girar la turbina.

- 20 En el documento KR101492768 B1 se muestra una turbina montada sobre un dispositivo flotante, pero la disposición de la turbina está completamente hundida. El dispositivo es complejo, ya que comprende una carcasa envolvente diseñada para canalizar el agua en la parte inferior de la turbina.

- 25 En general, las turbinas de configuración de ardilla con palas fijas que operan en fluidos líquidos están provistas de un deflector destinado a canalizar el fluido a través de la porción exterior de la turbina, y solo a través de un lado de la turbina.

Por lo tanto, en general, los dispositivos conocidos que operan con turbinas de configuración de ardilla son dispositivos complejos que no permiten maximizar el aprovechamiento de la energía del flujo incidente. En particular, estos dispositivos no permiten de manera óptima extraer energía de la energía de las olas, es decir, a nivel de la superficie del agua, y en general su estructura es compleja y engorrosa.

- 30 **Descripción de la invención**

- Para superar las deficiencias de la técnica anterior, la presente invención propone un dispositivo para convertir la energía cinética de un flujo de las olas, el viento o las corrientes de agua en energía mecánica de rotación (para la generación de electricidad), que comprende una pluralidad de turbinas de flujo transversal, comprendiendo cada una palas curvadas fijas dispuestas en configuración de jaula de ardilla alrededor de un eje de rotación. Según la invención, las turbinas están montadas sobre un soporte flotante en el agua, colocado directamente en el flujo de fluido y dispuestos sucesivamente uno tras otro con sus ejes paralelos entre sí y perpendiculares al flujo de fluido.

- 40 Este dispositivo está especialmente adaptado para hacer un uso eficiente de la energía de las olas, el viento y las corrientes de agua (que es muy robusta y económica), ya que hace uso de turbinas de flujo transversal de bajo costo, sin la necesidad de deflectores costosos, baffles o medios de canalización de flujo destinados a canalizar el flujo de solo una parte de las turbinas. Las turbinas sucesivas permiten disminuir sucesivamente el flujo de energía y, a continuación, la energía que queda después de haber pasado el flujo a través de una turbina es aprovechada en el otro posterior.

- 45 En particular, la invención es muy ventajosa para su uso en el aprovechamiento de la energía de las olas. El frente de ola, al alcanzar las turbinas, implica principalmente en un movimiento vertical de las partículas, que pueden ser aprovechadas por la turbina. A medida que el frente de ola avanza a través de turbinas sucesivas, se rompe, lo que significa que el movimiento del flujo adquiere progresivamente una dirección horizontal, que luego puede ser explotada por las siguientes turbinas.

- 50 En el caso de los dispositivos de olas, en los que las partículas de agua oscilan verticalmente, describiendo trayectorias trocoidales y creando corrientes superficiales de gran alcance en la forma de rompientes, las turbinas, tal como se utilizan en la presente invención, siempre girarán en la misma dirección de rotación de forma independiente del flujo incidente, que a su vez permite la simplificación de los elementos eléctricos o electrónicos de potencia corriente abajo que finalmente se conectan a las turbinas. Funciona como un arrecife de las turbinas marítimas o una rompienteterrestre.

De acuerdo con varias características opcionales que se pueden combinar entre sí siempre que sea técnicamente

posible:

- 5 - Cuando opera como dispositivo de una ola, los ejes de las turbinas son paralelos y están montados horizontalmente en el soporte de la estructura de cascos flotante. En particular, esto tiene que ser entendido como que los ejes de las turbinas están montados en el soporte flotante de tal manera que los ejes están dispuestos horizontalmente cuando el dispositivo se coloca en el agua. Esta disposición es particularmente adecuada para sacar ventaja de la energía superficial de una corriente vertical y horizontal de agua. También implica una ocupación de espacio reducido en la dirección vertical, lo que le permite ser utilizado en aguas poco profundas o como un rompeolas. También permite que este entre en y salga del agua con un remolcador.
- 10 - Los ejes de las turbinas están contenidos en el mismo plano, permitiendo así sucesivamente y de manera óptima el aprovechamiento de la energía del flujo de las olas.
- El soporte flotante tiene un perfil de sección transversal en U que forma un canal, de tal manera que un casco o pared inferior y dos cascos o paredes laterales, soportándose los ejes de las turbinas rotativamente entre los dos cascos laterales. Esta estructura permite que los cascos que soportan simultáneamente las turbinas, las protejan por debajo y canalicen el agua a las turbinas, así como un fácil acceso a las turbinas desde arriba.
- 15 - La estructura comprende medios de control flotantes de modo que el dispositivo sea móvil entre una posición inferior, en la que las turbinas están completamente hundidas y una posición superior, en la que las turbinas están dispuestas completamente por encima del nivel del agua. Por lo tanto, se puede acceder a las turbinas para el mantenimiento y el dispositivo se pueden mover a lo largo de las aguas de profundidad variable. Por lo tanto, cuando se coloca en las olas, el dispositivo operará como un arrecife o un rompeolas y será posible ajustar su posición vertical para optimizar el rendimiento o para minimizar el impacto de las tormentas.
- 20 - Los medios de control flotantes son flotadores inundables.

En otra variante de la invención, los ejes de las turbinas se montan verticalmente con respecto al soporte flotante. En esta variante, los ejes de las turbinas pueden estar dispuestos por encima del soporte flotante para el aprovechamiento de la energía eólica o colocados por debajo del nivel de la estructura flotante para operar como una planta de energía de corriente de agua.

25 En todas las variantes descritas, se prevé que opcionalmente:

- Los ejes de las turbinas están dispuestos a intervalos regulares.
- Las palas de las turbinas tienen una envoltura cilíndrica.
- 30 - El soporte flotante comprende medios para anclaje al fondo marino, para evitar cualquier despegue pero permitiendo cierta rotación alrededor del ancla.

Breve descripción de los dibujos

Para completar la descripción y con el fin de proporcionar una mejor comprensión de la invención, se proporciona un juego de dibujos. Dichos dibujos forman una parte integral de la descripción e ilustran realizaciones de la invención, que no debe interpretarse como una restricción del alcance de la invención, sino simplemente como ejemplos de cómo la invención puede llevarse a cabo. Los dibujos comprenden las siguientes figuras:

La FIG. 1 muestra la distribución de la presión teórica sobre la superficie de un cilindro circular de acuerdo con la teoría clásica.

La FIG. 2 muestra la distribución de presión experimental en la superficie de un cilindro circular.

40 La FIG. 3 muestra la distribución de la presión teórica sobre un cilindro circular con forma aerodinámica fuera de borda.

La FIG. 4 muestra la sección transversal de una turbina de flujo transversal con palas de hoja doblada.

La FIG. 5 muestra la sección transversal de una turbina de flujo transversal con palas aerodinámicas.

La FIG. 6 muestra la disposición de varias turbinas soportadas sobre una base flotante de casco anclado para aprovechar la energía de un frente de ola.

45 La FIG. 7 muestra la disposición anterior en una vista transversal o de perfil, para indicar el nivel de oscilación del agua en la presencia de olas.

La FIG. 8 muestra las características de flujo afectadas por un cilindro circular afilado fuera de borda con forma aerodinámica de acuerdo con investigaciones relacionadas con la invención, haciendo hincapié en la zona límite entre el flujo uniforme exterior y la zona alterada o afectada por el sólido.

50 La FIG. 9a muestra la disposición del soporte flotante y turbinas para extraer energía de una corriente de agua.

La FIG. 9b es un perfil que muestra una serie de turbinas montadas con sus ejes en el mismo plano para extraer energía de las olas.

La FIG. 9c es análoga a la FIG. 9a pero en el caso de su aplicación al viento, con las turbinas en la parte superior.

5 La FIG. 10 a 12 muestran una vista en alzado lateral, una vista en planta y una vista en alzado frontal, respectivamente, de una realización preferente de la presente invención.

Descripción de una forma de llevar a cabo la invención

10 Como se puede observar en la figura 1, de acuerdo con la teoría clásica y en el caso de un fluido perfecto, no habría ninguna resistencia o arrastre de un sólido colocado en un fluido en movimiento a causa de la equilibración de las presiones en los lados frontal y posterior del sólido 1. Por lo tanto, esta teoría da lugar a la paradoja de D'Alembert, que consiste en que, teóricamente, la fuerza de arrastre es cero en un cuerpo que se mueve con velocidad constante respecto al fluido, en directa contradicción con la observación de arrastre sustancial sobre los cuerpos que se mueven en relación con los fluidos.

15 En consecuencia, siempre de acuerdo con la teoría clásica, si el sólido fuera un cilindro no tendría que haber una diferencia de presión entre las dos mitades del cilindro. Esto se aplicaría a una jaula de ardilla de la turbina, cuya envoltura es cilíndrica, de manera que de acuerdo con esta teoría, no habría posibilidad de extraer energía de las turbinas colocadas totalmente mirando al flujo, es decir, sin deflectores o medios de canalización de agua a las mitades de las turbinas 9, como se divulga en los documentos de la técnica anterior.

20 En su lugar, la implementación práctica de la invención ha conducido a resultados experimentales adecuadamente probados a nivel industrial, en particular, se ha determinado que una acción de succión existente por el flujo corriente abajo impide la existencia teórica de presiones positivas en la parte posterior del cilindro 1, como se muestra en la figura 2 para un cilindro o un cilindro afilado fuera de borda. como se muestra en la figura 3.

25 Esta formulación desarrollada para cilindros y demás formas simples establece claramente que la distribución de la presión como se muestra en 2-figura 3 tiene un gradiente de presión en la dirección 3 del flujo exterior que permite forzar el flujo de fluido en una turbina cilíndrica sin deflectores o distribuidores.

Cualquier fluido que pasa a través de la zona de la turbina cilíndrica, como se muestra en 8-figura 4, es desviado por la curvatura de las palas, creando así una reacción en las palas con respecto al eje siempre del mismo signo y en consecuencia la turbina 9 girará siempre en la misma dirección independientemente del flujo. Esto facilita su implementación práctica en conjunto con bombas rotativas o generadores, en la práctica mejor que las alternativas.

30 El dispositivo 19 de recuperación de energía de la invención en su forma más general consiste en disponer varias turbinas cilíndricas 9 de tipo de flujo transversal, como se muestra en la figura 4 y en la figura 5, con sus ejes paralelos, separados entre sí, interponiendo el flujo de agua como se muestra en la figura 7 que, basándose en el principio físico descrito anteriormente, incide sobre las palas curvadas 5-figura 4 y 6-figura 5, de tal modo que la turbina siempre gira en la misma dirección 7-figura 4 independientemente de la dirección o las características del flujo 8-figura 4. En particular, en la figura 9b, en el caso de las olas 13, todas las turbinas rotarán con el mismo sentido de rotación. En este caso, la parte delantera de la energía está representada por el nivel del agua 18.

35 La implementación de la invención se inspiró utilizando la distribución de velocidad obtenida analíticamente, como se muestra en la figura 8. En particular, la zona de fluido afectada por el cilindro 17-figura 8 indica que el frente de fluido 3 de fluido activo se define como un entorno cerrado y finito.

40 Las turbinas cilíndricas 9 de flujo transversal, que no interfieren desfavorablemente entre sí, estarán dispuestas con sus ejes en paralelo, como se muestra en la figura 6, interpuestas en el flujo de energía 16, como se muestra en la figura 7, figura 9a y 9c.

La energía de rotación en la turbina, con una velocidad angular baja y alto par motor, se transformará entonces por medios convencionales en energía eléctrica, hidráulica o mecánica.

45 Para mantener una resistencia máxima de la turbina 9 contra el impulso del fluido, en el caso del sistema de recuperación de energía de olas (flujo vertical y horizontal) un ancla 14 y un estabilizador horizontal también son necesarios. Tubos de inundación dispuestos en los cascos laterales 12A, 12B permiten ajustar la posición vertical. Específicamente, permitirá hundir las turbinas 9 en casos de tormentas o sacarlas del agua para su mantenimiento. En el caso de la recuperación de energía a partir de corrientes, puede utilizarse cualquier sistema de anclaje conocido.

50 Este soporte flotante 10 puede tener hendiduras de paso de agua para desestabilizar la ola junto con el efecto de las turbinas y hacer que rompa la ola.

El tipo de olas que se encuentran en el sitio de la instalación, y el coste y la capacidad de la instalación condicionarán el tamaño, el número y la disposición de las turbinas, así como su financiación. Su efecto físico será el

de un arrecife en una instalación marítima flotante. Si su ubicación la hace un rompeolas en la costa, su efecto será como el de un rompeolas.

5 Dado el alto par motor y la rotación desigual proporcionada por las olas, puede ser muy útil y económico bombear agua de mar a alta presión a un depósito en tierra o a continuación, turbinar o bombear agua de mar a una unidad de desalinización por ósmosis inversa, o cualquier otro tipo conocido de uso que evite fases de transformación de energía. El equipo auxiliar puede colocarse dentro del soporte flotante 10-figura 7 o en tierra, a donde se dirigirá el agua desalinizada, el aire comprimido, la presión de agua o aceite o la energía eléctrica, de acuerdo con el diseño elegido.

10 En todos los casos, preferentemente, las turbinas cilíndricas 9 se dispondrán como en las figuras 4, 5, 6 y 7, en el dispositivo 19, del tipo utilizado en turbinas de flujo transversal. Estas consisten en una serie de palas curvadas dispuestas preferentemente en una jaula de ardimiento como se muestra en las figuras 4 y 6, reaccionando al paso de fluido con un par motor siempre el mismo signo, incluso con un cambio de dirección del flujo en la hoja.

15 La forma preferente de los perfiles será tal como la que se describe en la patente ES2074010 por el mismo inventor, al igual que los perfiles mostrados en la figura 5, o puede ser una placa doblada simple o cualquier superficie curvada 5-figura 4 por motivos económicos.

20 La turbina cilíndrica tendrá las caras laterales o bases del cilindro cerradas al flujo con dos discos que también soportan las palas y el eje mecánico, que comprenden también otros discos intermedios para rigidizar las palas, como es habitual en este tipo de turbina. El diámetro y la altura de la turbina cilíndrica dependerán de las características de flujo y los requisitos de energía y el espacio disponible, desarrollándose su cálculo preferentemente a través de las ecuaciones descritas por ejemplo en Doria J.J., Granero F. TEORÍA INNOVADORA EN AERODINÁMICA. PROTOTIPOS Y PATENTES Actas III Congreso Internacional de Ingeniería de Proyectos. 1996 Barcelona.

El árbol, como se describe, está dispuesto perpendicular a las direcciones de flujo variables y previsible y está conectado a cualquier medio de transmisión de potencia conocido (bomba, generador, compresor, engranaje...).

25 La figura 9a muestra una realización del dispositivo 19 para el aprovechamiento de una corriente de agua, que se ilustra como una parte frontal rectangular 18. Aquí, las turbinas se colocan con sus ejes verticales, bajo el soporte flotante 10, que a su vez está soportado por dos cascos 20. Solo se muestra la primera turbina de cada fila, las turbinas sucesivas se colocan detrás.

30 La figura 9c muestra una realización del dispositivo 19 análoga a la mostrada en la figura 9a, pero destinada a aprovechar la energía de una corriente de viento y, por lo tanto, las turbinas se colocan con sus ejes por encima del soporte flotante.

35 Las figuras 10 a 12 muestran una realización de la invención que comprende cuatro filas, cada una provista de seis turbinas 9 sucesivas, dispuestas con sus ejes horizontales y en el mismo plano. El soporte flotante 10 es básicamente un catamarán en el que dos cascos 10A 10B soportan los ejes de las turbinas 9. Cuatro velas/alas rígidas 10C fijadas en los extremos de los cascos 10A, 10B sirven para orientar la base. Los cascos 10A, 10B tienen espacios inundables dentro que se pueden extender en depósitos colocados dentro de las alas, que contribuyen a continuación, a controlar el nivel del agua. Aunque hay seis turbinas en cada fila, es obvio que se pueden proporcionar más turbinas para aprovechar al máximo la energía de las olas o la corriente.

40 En este texto, el término "comprende" y sus derivaciones (tales como "que comprende", etc.) no debe entenderse en un sentido excluyente, es decir, estos términos no deben interpretarse como excluyentes de la posibilidad de que lo que se describe y define pueda incluir elementos, etapas, etc.

45 La invención, obviamente, no se limita a las realizaciones específicas descritas en el presente documento, sino que también abarca cualquier variación que pueda ser considerada por un experto en la técnica (por ejemplo, en cuanto a la elección de materiales, dimensiones, componentes, configuración, etc.), dentro del ámbito general de la invención como se define en las reivindicaciones.

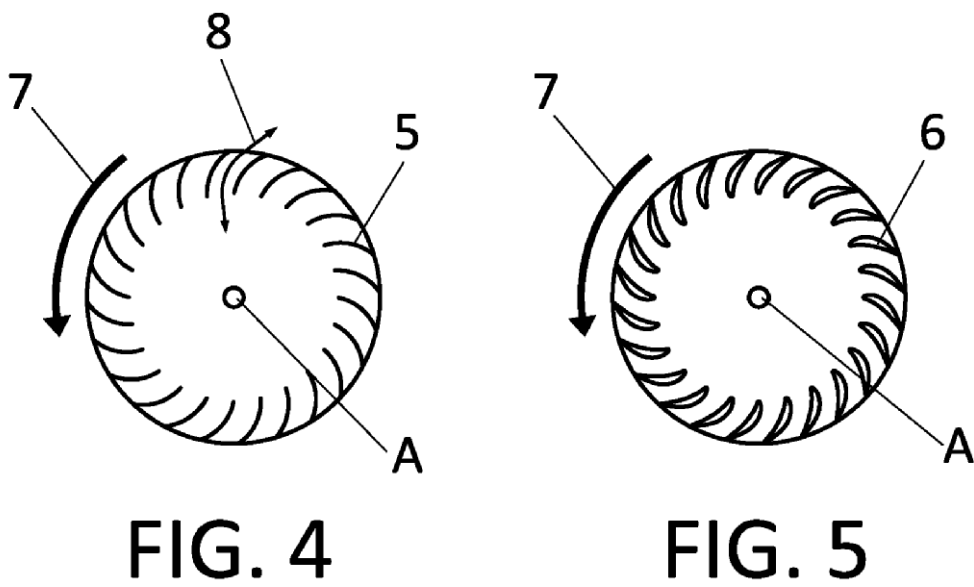
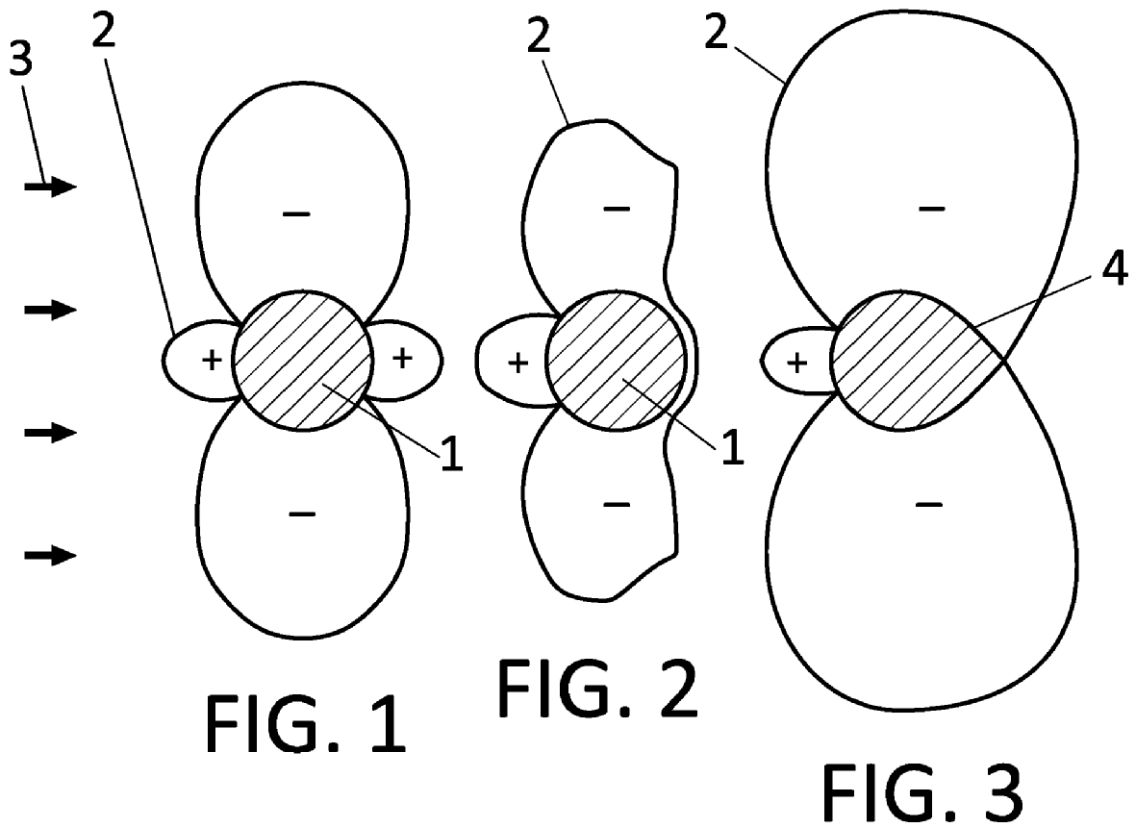
Referencias

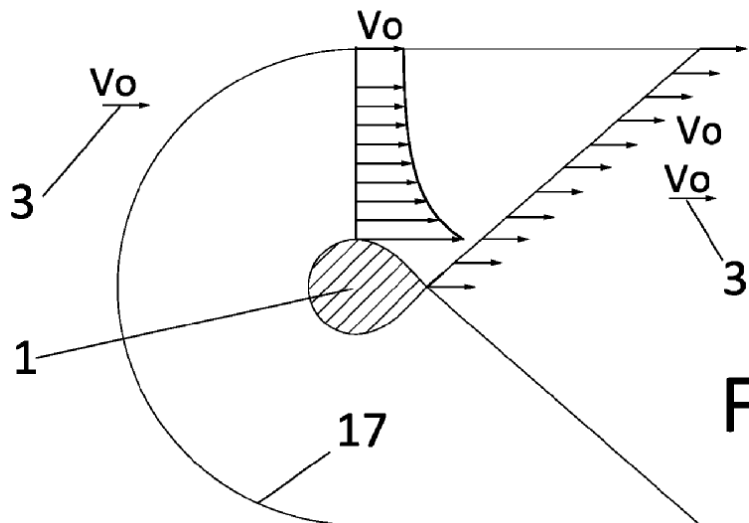
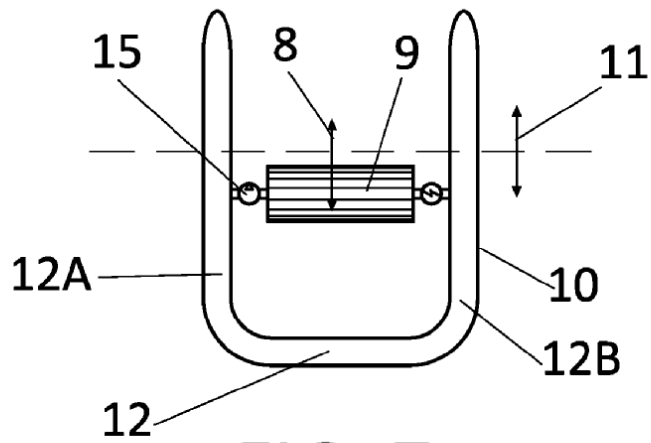
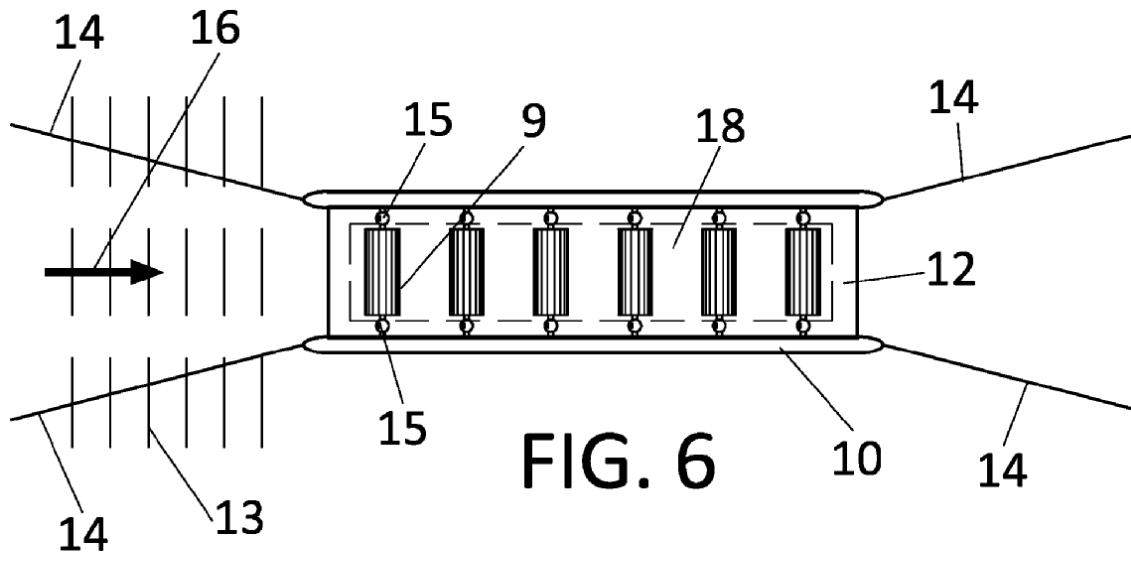
- (1) Cilindro circular, sin palas.
- (2) Distribución de la presión.
- (3) Flujo de velocidad uniforme en el que el cilindro está sumergido.
- 50 (4) Cilindro perfilado fuera de borda.
- (5) Palas de hoja doblada.
- (6) Palas aerodinámicas
- (7) Dirección de rotación.
- (8) Dirección del flujo entre las palas.
- 55 (9) Turbinas cilíndricas de flujo transversal.
- (10) Soporte flotante.

- (10A, 10B) Cascos.
- (10C) Velas rígidas.
- (11) Superficie de agua (olas) oscilante con respecto a las turbinas.
- (12) Cascos inferiores.
- 5 (12A, 12B) Cascos laterales.
- (13) Olas que se aproximan al dispositivo.
- (14) Anclaje.
- (15) Medios para transportar energía desde un eje a otro tipo de alimentación de energía.
- (16) Olas entrantes.
- 10 (17) Superficie límite externa.
- (18) Flujo de fluido frontal útil.
- (19) Dispositivo para la generación de electricidad.
- (20) Cascos.

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo (19) para convertir la energía cinética de un flujo (16, 18) de olas o corrientes de agua en energía mecánica de rotación, que comprende una pluralidad de turbinas de flujo transversal (9), comprendiendo cada una palas curvadas fijas (5, 6) dispuestas en configuración de jaula de ardilla alrededor de un eje de rotación (A), en el que las turbinas (9) están montadas sobre un soporte flotante (10) en el agua, de tal manera que se pueden colocar directamente en el flujo de fluido (18), y dispuestas sucesivamente una tras otra con sus ejes (A) paralelos entre sí y perpendiculares al flujo (18) en el que el soporte flotante (10) tiene un perfil de sección transversal en U que forma el canal, de manera que se define un casco inferior (12) y dos cascos laterales (12A, 12B) estando los ejes (A) de las turbinas (9) soportados de manera rotatoria entre los dos cascos laterales (12A, 12B), y en el que los medios de control flotantes son flotadores inundables, de modo que el dispositivo puede moverse entre una posición inferior en la que las turbinas (9) están completamente hundidas y una posición superior en la que las turbinas (9) se disponen completamente por encima del nivel del agua.
2. Dispositivo según la reivindicación 1, en el que los ejes (A) de las turbinas están contenidos en el mismo plano.
3. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que los ejes (A) de las turbinas (9) están dispuestos a intervalos regulares.
4. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el conjunto de palas de las turbinas (9) tiene una envoltura cilíndrica.
5. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el soporte (10) comprende medios para su anclaje al fondo marino.
6. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que no comprende deflectores o baffles.





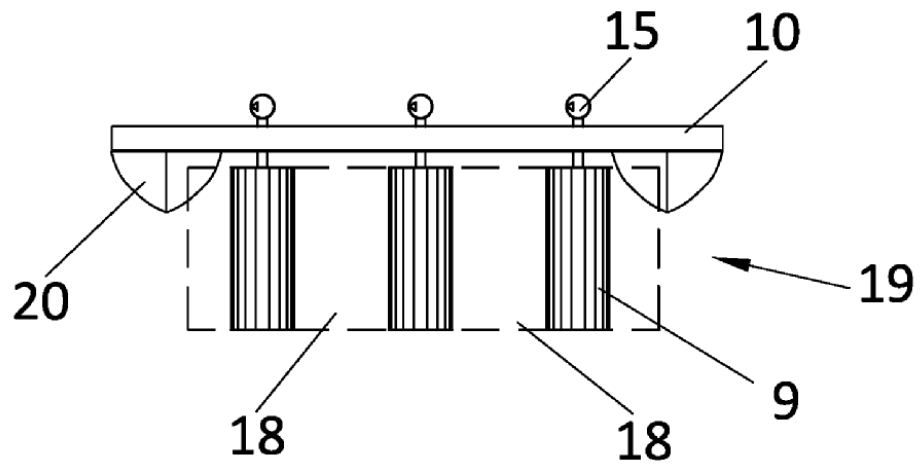


FIG. 9a

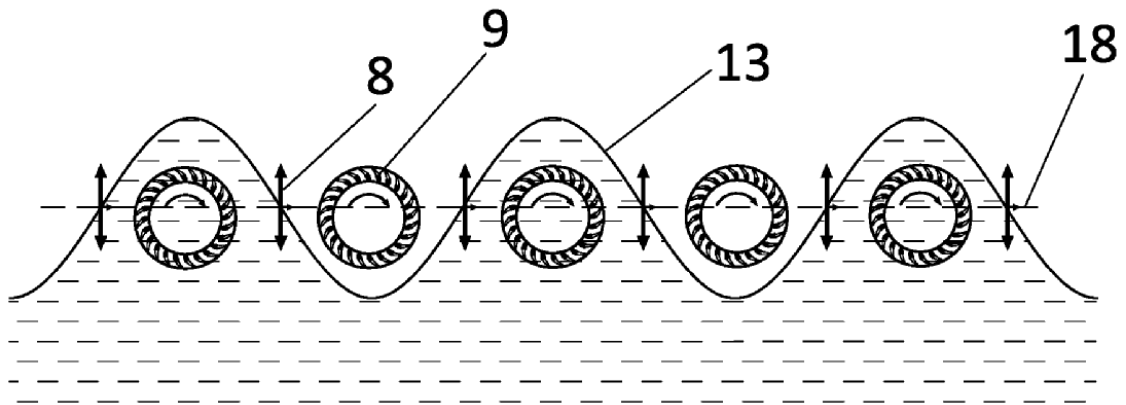


FIG. 9b

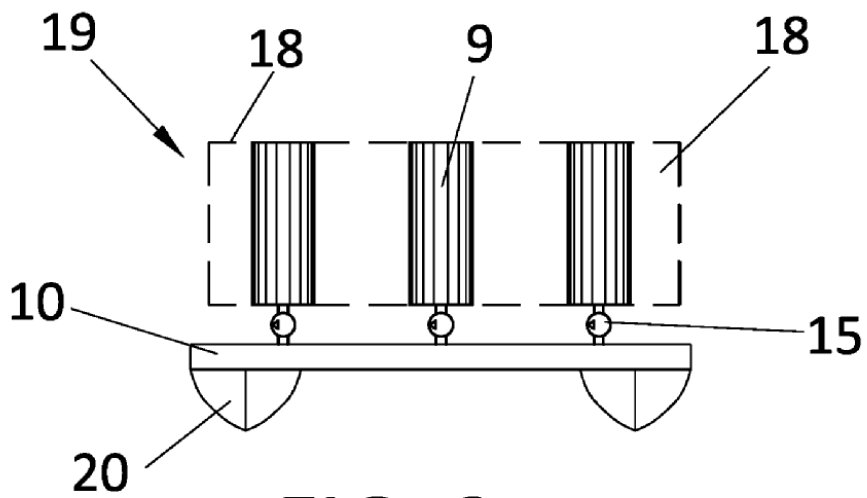


FIG. 9c

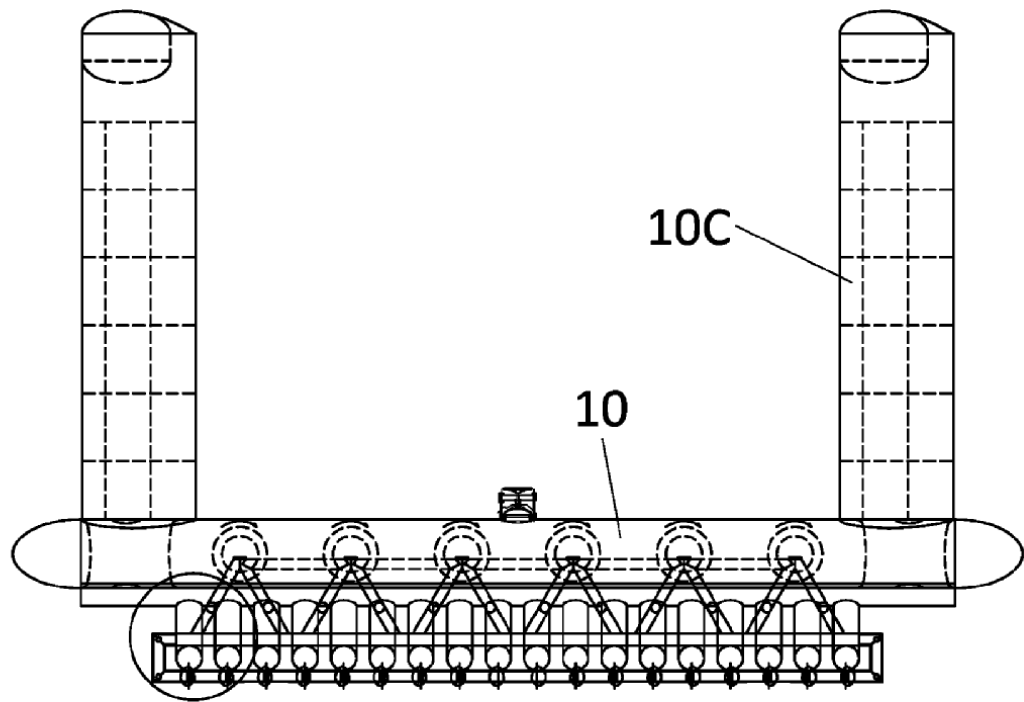


FIG. 10

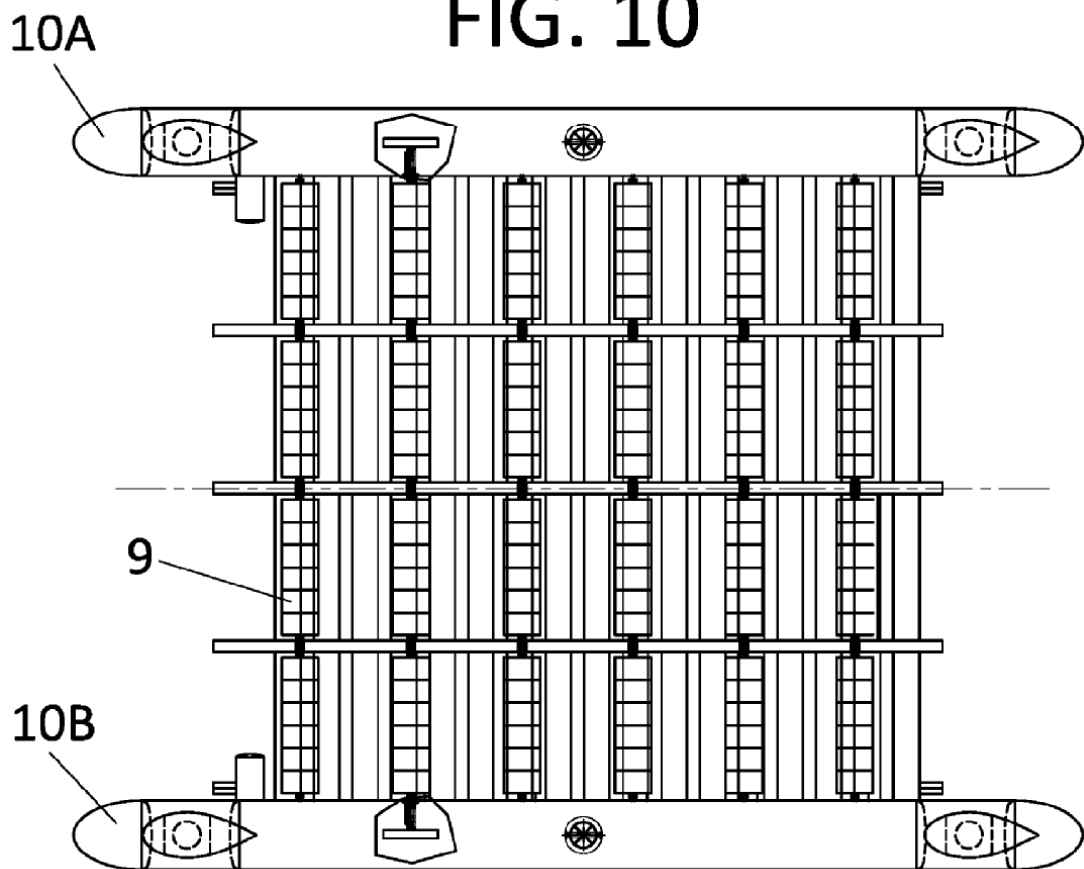


FIG. 11

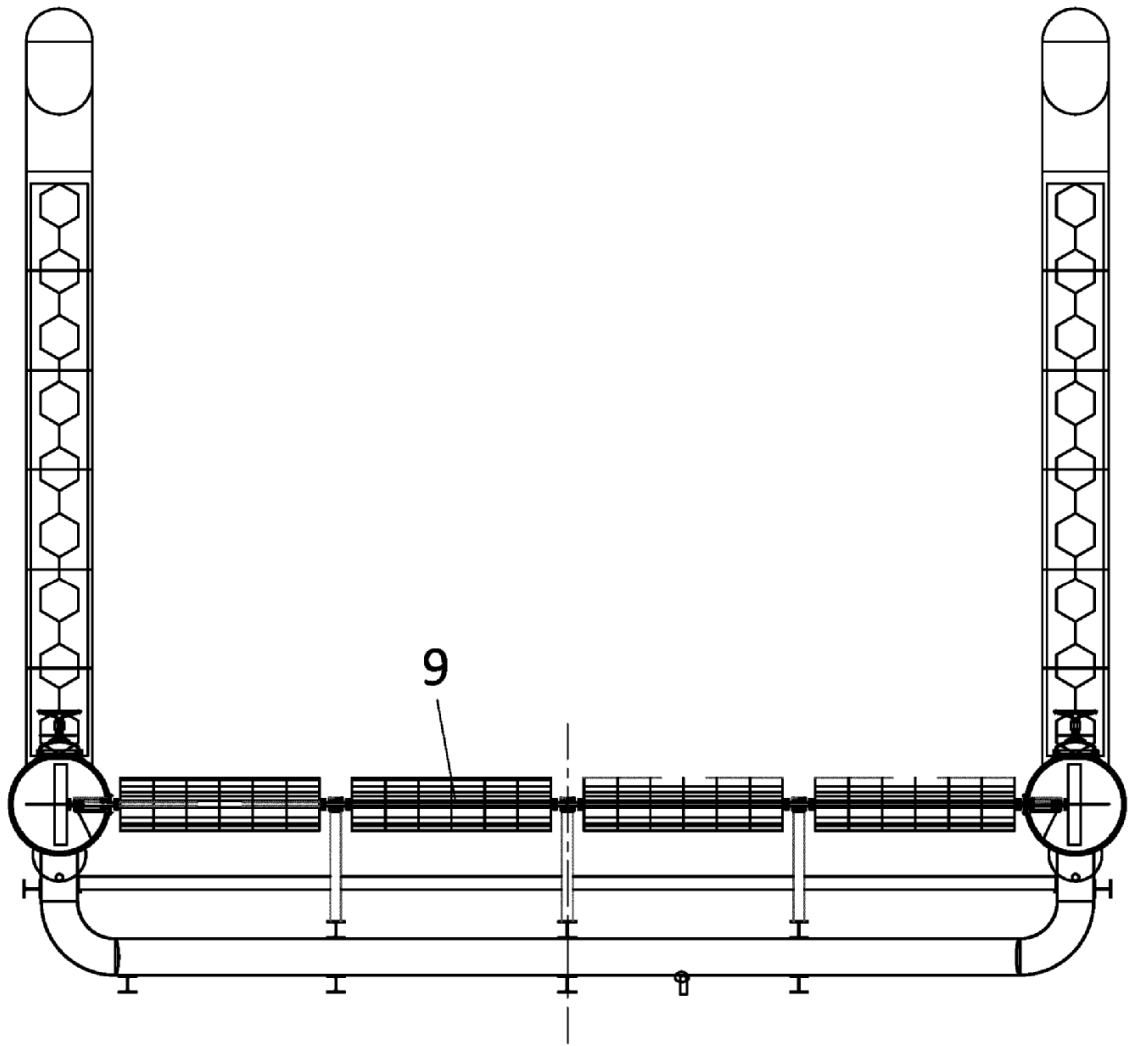


FIG. 12