

SISTEMAS Y MÉTODOS DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA

CAMPO

La divulgación se refiere al campo de la generación de energía eléctrica, y más concretamente a los sistemas y métodos de generación de energía eléctrica mediante una turbina de agua vertical de doble rotor.

ANTECEDENTES

La demanda mundial de energía aumenta constantemente, lo que hace necesario desarrollar y mejorar continuamente las tecnologías de extracción de energía. Las fuentes de energía renovables son favorables debido a su impacto ambiental relativamente bajo. Un ejemplo de una fuente de energía renovable es un dispositivo generador de energía hidroeléctrica, comúnmente conocido como turbina de agua.

Existen varias configuraciones de turbinas de agua para extraer energía de un flujo de agua. Sin embargo, esos dispositivos pueden ser difíciles de mantener, ya que suelen estar sumergidos bajo el agua, lo que impone duras condiciones a los componentes mecánicos esenciales para la vitalidad de los dispositivos. Además, existe una presión constante para aumentar la eficacia y la eficiencia de estos dispositivos y reducir los requisitos de velocidad de flujo mínima para su funcionamiento, de manera que una mayor proporción de las fuentes de agua corriente de nuestro planeta pueda ser aprovechada para su energía.

Estas deficiencias, y otras, se abordan en las diversas materializaciones que se describen en la presente exposición.

RESUMEN DE LA DIVULGACIÓN

En un aspecto, la divulgación presente proporciona un equipo para extraer energía de un flujo de agua, el equipo posee: una pluralidad de núcleos centrales, cada apoyados en un primer y segundo fin, cada núcleo rotativo sobre un eje sustancialmente vertical; al menos un miembro de pala que extiende de cada uno de los núcleos centrales para conectarse con el flujo de agua para causar rotación de los núcleos centrales; y, al menos un director de flujo primario posicionado en una extremidad principal del equipo para dirigir el flujo de agua entrante hacia una región predeterminada a lo largo de cada uno de los miembros de la pala, donde la pluralidad de núcleos está posicionada detrás de al menos un director de flujo primario.

En otro aspecto, la presente divulgación proporciona una pala para su uso con una turbina generadora de energía, la turbina que tiene un miembro rotativo central, la pala que tiene una superficie de movimiento y una superficie de elevación, la pala comprende: una porción interna que se aproxima al miembro rotativo central; una porción central que comienza en un extremo distal de la porción interna; y, una porción externa que comienza en un extremo distal de la porción central y termina en un extremo afilado; donde la porción central está curvada para inducir la elevación al lado sin movimiento de la pala; y donde una curvatura de la porción externa en el extremo corresponde sustancialmente a una curvatura de un camino circular recorrido por el extremo de la pala durante la rotación del miembro rotativo central.

En otro aspecto, la divulgación presente proporciona un método para extraer energía de un flujo de agua, comprendiendo los pasos de: poner un equipo a una masa de agua, el equipo comprendiendo: una pluralidad de núcleos centrales, cada uno apoyado en una primera y segunda extremidad, cada núcleo rotativo sobre un eje sustancialmente vertical; al menos un miembro de la pala sale de cada de los núcleos centrales para conectarse con el flujo de agua para causar rotación de los núcleos centrales; y, al menos un director de flujo primario posicionado en una extremidad principal del equipo para dirigir el flujo de agua entrante hacia una región predeterminada a lo largo de cada uno de los miembros de la pala, donde la pluralidad de núcleos está posicionada detrás del al menos un director de flujo primario; operando el equipo para generar energía del flujo de agua; y, transmitiendo la energía para alimentar un dispositivo eléctrico.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

Las siguientes figuras sirven para ilustrar las diversas materializaciones de las características de la divulgación. Estas cifras son ilustrativas y no pretenden ser limitativas.

La figura 1 es una vista superior de un equipo de extracción de energía de acuerdo con una modalidad de la presente divulgación;

La figura 2 es una vista en perspectiva del equipo de extracción de energía que se muestra en la figura 1;

La figura 3 es una vista superior del director de flujo primario, los núcleos centrales, la lámina y los directores de flujo secundarios del equipo de extracción de energía que se muestra en la Figura 1;;

La figura 3A es una vista superior del director de flujo primario, de la lámina, de los directores de flujo secundario y una variante de los núcleos centrales del equipo de extracción de energía que se muestra en la figura 1;

La figura 4 es una vista superior de los núcleos centrales y los miembros de la pala, en aislamiento, del equipo de extracción de energía de la figura 1;

La figura 5 es una vista en perspectiva de otra modalidad de la presente divulgación;

La figura 6 muestra una sección transversal de un miembro de la pala según otra modalidad de esta divulgación;

La figura 7 muestra una vista en perspectiva de un núcleo con dos miembros de la pala como se describe en la modalidad de la figura 6;

La figura 8 muestra una vista en perspectiva de un núcleo con tres miembros de la pala como se describe en la modalidad de la figura 6;

La figura 9 muestra una vista en perspectiva de un núcleo con cuatro miembros de la pala como se describe en la modalidad de la figura 6;

La figura 10 muestra una vista en perspectiva de un núcleo con seis miembros de la pala como se describe en la modalidad de la figura 6;

La figura 11 muestra una vista en perspectiva de un núcleo con ocho miembros de la pala como se describe en la modalidad de la figura 6;

La figura 12 muestra una vista en perspectiva de un núcleo con diez miembros de la pala como se describe en la modalidad de la figura 6;

La figura 13 es una vista frontal de un equipo de extracción de energía que tiene aletas diedros según otra modalidad de la presente divulgación;

La figura 14 es una vista lateral del equipo de extracción de energía que tiene aletas diedros según otra modalidad de la presente divulgación;

La figura 15 es una vista superior del equipo de extracción de energía como se describe en

la modalidad de la figura 14;

La figura 16 es una vista en perspectiva del equipo de extracción de energía sumergido en un cuerpo de agua como se describe en la modalidad de la figura 14;

La figura 17 es una vista lateral del equipo de extracción de energía sumergido en un cuerpo de agua como se describe en la modalidad de la figura 14;

La figura 18 es una vista en perspectiva frontal de un equipo de extracción de energía que tiene aletas diedros y una aleta trasera de acuerdo con otra modalidad de la presente divulgación;

La figura 19 es una vista en perspectiva trasera del equipo de extracción de energía como se describe en la modalidad de la figura 18;

La figura 20 es una vista trasera del equipo de extracción de energía como se describe en la modalidad de la figura 18;

La figura 21 es una vista lateral del equipo de extracción de energía como se describe en la modalidad de la figura 18;

La figura 22 es una vista en perspectiva posterior del equipo de extracción de energía parcialmente sumergido en un cuerpo de agua, como se describe en la modalidad de la figura 18;

La figura 23 es una vista en perspectiva frontal de un equipo de extracción de energía para aguas poco profundas, según otra modalidad de la presente divulgación;

La figura 24 es una vista en perspectiva frontal del equipo de extracción de energía descrito en la modalidad de la **figura 23**;

La figura 25 es una vista superior del director de flujo frontal del equipo de extracción de energía descrito en la modalidad de la **figura 23**;

La figura 26 es una vista del corte superior del equipo de extracción de energía descrito en la modalidad de la **figura 23**;

La figura 27 es una vista del corte superior de uno de los núcleos centrales del equipo de extracción de energía descrito en la modalidad de la **figura 23**;

La figura 28 es una vista en perspectiva frontal del equipo de extracción de energía descrito en la modalidad de la **figura 23**, fijado a un estabilizador de suelo;

La figura 29 es una vista lateral del equipo de extracción de energía descrito en la modalidad de la **figura 28** y fijado al suelo de agua;

La figura 30 es una vista superior de una configuración del director de flujo frontal, los núcleos centrales y los directores de flujo secundario cuando el agua fluye en dirección Y, de acuerdo con una modalidad de la presente divulgación;

La figura 30A es una vista superior de una configuración del director de flujo frontal, los núcleos centrales y los directores de flujo secundario cuando el agua fluye en dirección Y', de acuerdo con una modalidad de la presente divulgación;

La figura 30B es una vista superior de una configuración del director de flujo frontal, los núcleos centrales y los directores de flujo secundarios, el director de flujo frontal y los directores de flujo secundarios que tienen topes, de acuerdo con una modalidad de la presente divulgación;

La figura 30C es una vista superior de una configuración del director de flujo frontal, directores de flujo secundarios y una pluralidad de núcleos centrales en una configuración sustancialmente en forma de V, de acuerdo con una modalidad de la presente divulgación;

La figura 31 es una vista en perspectiva superior de un equipo de extracción de energía para aguas poco profundas, según otra modalidad de la presente divulgación;

La figura 32 es una vista de la perspectiva de la sección transversal superior del equipo de extracción de energía como se describe en la **figura 31**, la sección transversal se toma a través del centro del equipo de extracción de energía;

La figura 33 es una vista en perspectiva transversal del equipo de extracción de energía como se describe en la **figura 31**, la sección transversal se toma a través de la protección;

La figura 34 es una vista transversal superior del equipo de extracción de energía como se describe en la **figura 31**;

La figura 35 es una vista en perspectiva superior de un equipo de extracción de energía para aguas poco profundas, según otra modalidad de la presente divulgación;

La figura 36 es una vista de perspectiva transversal del equipo de extracción de energía como se describe en la **figura 35**, la sección transversal se toma a través del centro del equipo de extracción de energía;

La figura 37 es una vista en perspectiva transversal del equipo de extracción de energía como se describe en la **figura 35**, la sección transversal se toma a través de la protección;

La figura 38 es una vista transversal superior del equipo de extracción de energía como se describe en la **figura 35**;

La figura 39A es una vista superior de una configuración del director de flujo frontal y los núcleos centrales, según otra modalidad de la presente divulgación;

La figura 39B es una vista superior de una configuración del director de flujo frontal y los núcleos centrales, según otra modalidad de la presente divulgación;

La figura 39C es una vista superior de una configuración del director de flujo frontal y los núcleos centrales, según otra modalidad de la presente divulgación;

La figura 39D es una vista superior de una configuración del director de flujo frontal y los núcleos centrales, según otra modalidad de la presente divulgación;

La figura 39E es una vista superior de una configuración del director de flujo frontal y los núcleos centrales, según otra modalidad de la presente divulgación;

La figura 39F es una vista superior de una configuración del director de flujo frontal y los núcleos centrales, según otra modalidad de la presente divulgación;

La figura 40 es una vista en perspectiva superior de un equipo de extracción de energía para

aguas poco profundas sin marco superior, según otra modalidad de la presente divulgación;

La figura 41 es una vista en perspectiva superior de un equipo de extracción de energía para aguas poco profundas, según otra modalidad de la presente divulgación;

La figura 42 es una vista lateral del equipo de extracción de energía para aguas poco profundas que se muestra en la **figura 41**;

La figura 43 es una vista en perspectiva del equipo de extracción de energía para aguas poco profundas que se muestra en la **figura 41**, con la protección 6035 omitida;

La figura 44 es una vista del corte superior de un núcleo con pala, según otra modalidad de la presente divulgación;

La figura 45 es una vista de corte en perspectiva del núcleo con pala, como se muestra en la **figura 44**;

La figura 46 es una vista del corte superior de una sola pala del núcleo de la pala como se muestra en la **figura 44**; y

La figura 47 es un diagrama de bloques que representa los pasos de un método de extracción de energía de un flujo de agua utilizando las materializaciones de equipo descritas aquí, de acuerdo con una modalidad de la presente divulgación.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

Las siguientes representaciones son meramente ilustrativas y no pretenden ser limitativas. Se apreciará que se puedan hacer diversas modificaciones y/o alteraciones de las modalidades aquí descritas sin apartarse de la divulgación y que tales modificaciones y/o alteraciones estén dentro del ámbito de la divulgación contemplada.

Con referencia a las figuras 1 y 2 y de acuerdo con una modalidad de la presente divulgación, se muestra un equipo de extracción de energía **10**. En esta modalidad, el equipo **10** está compuesto por dos núcleos centrales **15, 17**. Cada uno de los núcleos centrales **15, 17** se apoyan en extremos opuestos de tal manera que se les permite libertad de rotación sobre sus respectivos ejes centrales **21, 22**. En funcionamiento, los núcleos **15, 17** están posicionados de tal manera que sus ejes de rotación son verticales o sustancialmente verticales. En la modalidad ilustrada, los dos núcleos **15, 17** están apoyados por cojinetes adecuados (no mostrados) y la estructura **12**. Las personas de habilidad ordinaria en el arte apreciarán que la estructura de apoyo **12** pueda adoptar diversas configuraciones siempre que sirva para mantener la relación espacial necesaria entre los diversos componentes del equipo **10**.

Cada núcleo **15, 17** tiene una pluralidad de miembros de la pala **20, 22** que se extienden radialmente desde el centro de los núcleos **15, 17**. En la modalidad preferible, el equipo **10** está ilustrado como teniendo tres palas por núcleo **15, 17**; sin embargo, la persona experta en el arte apreciará que un número menor o mayor de palas por núcleo pueda ser utilizado sin salir de esta divulgación.

A medida que el agua fluye en dirección **Y** hacia y a través del equipo **10**, las fuerzas generadas por el agua en los miembros de la pala **20, 22** causan una rotación de los núcleos **15, 17**. En la modalidad ilustrada y desde el punto de vista representado en la figura 1, el agua que fluye en dirección **Y** haría que el núcleo **15** girara en sentido contrario a las agujas del reloj y el núcleo **17** en el sentido de las agujas del reloj. La energía rotacional resultante de los núcleos **15, 17** puede entonces ser convertida en electricidad utilizando una combinación de cajas de engranajes y generadores, según sea necesario, que son comúnmente conocidos en el arte. Para mayor simplicidad, las cajas de engranajes y los generadores no se han incluido en las figuras.

Se puede utilizar una combinación adecuada de componentes de transmisión de energía para asegurar la sincronización de la rotación de los núcleos **15, 17** y evitar el contacto físico entre los miembros de la pala **20, 22**. Por ejemplo, se puede utilizar una combinación de cadena y ruedas dentadas para lograr la sincronización de los núcleos de las palas **15, 17** en direcciones opuestas. Los expertos en la materia agradecerían que se utilizaran otras combinaciones adecuadas de componentes de transmisión de potencia para sincronizar la rotación de los núcleos **15, 17**.

El equipo **10** comprende numerosos elementos que ayudan a aumentar el coeficiente de

potencia global del sistema. Estos elementos se describirán ahora con referencia continua a las figuras 1, 2 y 3. Un director de flujo primario **30** está posicionado en un extremo delantero **35** del equipo **10**. Como se muestra, el director de flujo primario **30** se mantiene en posición por la estructura **12**. El director de flujo primario **30** sirve para dirigir el flujo de agua entrante de tal manera que maximice la energía rotacional resultante de los núcleos **15**, **17**. Preferentemente, el flujo de agua entrante se dirige a un punto de estancamiento del núcleo con pala **15**, **17**.

Como se sabe en el arte, cuando un objeto estático se coloca en el camino de un flujo de fluido, el punto de estancamiento es el punto a lo largo del objeto que separa el fluido que fluye a un lado del objeto del fluido que fluye al otro lado del objeto. En el caso de los núcleos rotativos **15**, **17** y los miembros de la pala **20**, **22** descritos aquí, el punto de estancamiento cambiará con la posición rotativa de los miembros de la pala **20**, **22** así como con las variaciones de la dirección del flujo de fluido. Por lo tanto, el punto de estancamiento cambiará continuamente durante el funcionamiento del equipo **10**. A través de la experimentación, el solicitante ha considerado deseable dirigir el flujo de fluido entrante hacia un área a lo largo de los miembros de la pala **20**, **22** dentro de la zona moteada representada como **B** en la figura 4. Los límites de la zona **B** consisten en dos planos sustancialmente paralelos. El primer plano **PI** es el plano que contiene el eje de rotación del núcleo en cuestión (en este ejemplo el núcleo **15**) y es sustancialmente paralelo a la dirección natural del flujo **Y**. El segundo plano **P2** es un plano resultante de una traslación lateral del plano **PI** por una distancia de $0,5 \cdot R$ en una dirección normal al eje **Z1** del núcleo en cuestión **15** hacia el eje **Z2** del otro núcleo (núcleo **17** en este ejemplo). La distancia **R** se define como el radio de la trayectoria circunferencial recorrida por las puntas de los miembros de la pala **20** del núcleo en cuestión **15** durante la rotación.

Con referencia continua a las figuras 1, 2 y 3, se muestran los directores de flujo secundarios **40**, **42** asegurados a la estructura **12** y colocados al lado y en el exterior de la periferia rotacional de cada uno de los núcleos con palas **15**, **17**. Los directores de flujo secundarios **40**, **42** sirven para acorralar el flujo de fluido entrante periférico (a través de las superficies **95**, **97**) y dirigirlo hacia los miembros de la pala **20**, **22** para mejorar las fuerzas de inducción de rotación experimentadas por los miembros de la pala **20**, **22**.

Los directores de flujo secundario **40**, **42** también sirven para contener el flujo de fluidos (a través de las superficies **96**, **98**) que salen de la rotación de los miembros de la lámina **20**, **22** aguas abajo de los ejes de rotación. La contención del flujo de fluido que sale del equipo **10** ayuda a reducir la resistencia en el equipo **10** facilitando la reconexión del flujo aguas abajo. La reconexión del flujo descendente puede ser inducida más adelante usando un miembro de reconexión como la lámina **50**. La lámina **50** es un miembro estructural que tiene sustancialmente la misma altura que los núcleos **15**, **17** y los miembros de la pala **20**, **22**. La lámina **50** se coloca en un extremo posterior **55** del equipo **10** (aguas abajo con respecto a los núcleos **15**, **17**) y sirve para volver a unir el fluido que fluye de los miembros de la lámina **20**, **22**, reduciendo así la resistencia y aumentando el coeficiente de potencia del sistema. El solicitante ha determinado que es preferible una geometría de lágrima que resulte en un perfil

simétrico. Sin embargo, la persona de habilidad ordinaria en el arte apreciará que la reducción de la resistencia en el extremo de la cola del equipo pueda lograrse mediante estructuras similares de geometrías variadas distintas de la forma de lágrima ilustrada en las materializaciones preferibles.

Con referencia a la figura 2, cada núcleo **15, 17** del equipo **10** puede conectarse a un generador (no mostrado) a través de los ejes **60, 62** que se proyectan a lo largo de los ejes de rotación **21, 22** de los núcleos **15, 17**. Los ejes **60, 62** pueden acoplarse a los núcleos **15, 17** utilizando, por ejemplo, diversas configuraciones de acoplamiento, dispositivos de cierre sin llave u otros medios adecuados conocidos por la persona de habilidad ordinaria en el arte. Los generadores (no mostrados) servirían para convertir la energía de rotación de los núcleos **15, 17** en electricidad. El experto ordinario apreciaría que, aunque los ejes **60, 62** se describan en el presente documento como componentes separados de los núcleos **15, 17**, los núcleos **15, 17** pueden fabricarse alternativamente con ejes salientes incorporados (por ejemplo, cada núcleo y eje saliente es una pieza moldeada unitaria).

Las modalidades descritas del dispositivo de extracción de energía pueden configurarse en la práctica de una manera ventajosa que permita que uno o muchos de los componentes mecánicos del equipo estén libres de contacto continuo con el agua. Por ejemplo, el equipo **10** puede estar suspendido de una o más estructuras flotantes **66, 68** de manera que los generadores y cajas de cambios (no mostradas) se encuentran por encima del nivel de la superficie del fluido, y los núcleos **15, 17** y los correspondientes miembros de las palas **20, 22** se encuentran por debajo de la superficie del fluido. Los engranajes y generadores pueden estar alojados dentro de las estructuras flotantes **66, 68**, en cuyo caso las estructuras flotantes **66, 68** también servirían para proteger esos componentes de los elementos. La representación ilustrada en las figuras 1 y 2 muestra la parte superior de la estructura **12**, incluidos los medios para sincronizar la rotación de los núcleos **15, 17**, y cualquier mecanismo de soporte y acoplamiento necesario, en estrecha proximidad de los núcleos **15, 17**. Sin embargo, la estructura superior **12** puede servir alternativamente como estructura flotante y puede configurarse de manera que los cojinetes, acoplamientos, medios de sincronización y otros componentes mecánicos estén más alejados de la superficie del fluido. La figura 13 ilustra esa modalidad alternativa del equipo de extracción de energía y se describirá más adelante.

Con referencia específica a la figura 3, se muestra la posición relativa y las secciones transversales de los núcleos **15, 17**, el director de flujo primario **30**, los directores de flujo secundario **40, 42** y la lámina **50**. Se han omitido el cuadro **12** y otros componentes del equipo para facilitar la ilustración. La sección transversal preferible del director de flujo primario **30** tiene forma de media luna, con una superficie delantera convexa **70** y una superficie trasera cóncava **75**. La superficie convexa principal **70** del director de flujo primario **30** sirve para dividir el flujo entrante de fluido denotado por la flecha **Y** y dirigirlo hacia una porción predeterminada deseable (descrita con mayor detalle arriba) de los miembros de la pala **20, 22**.

El solicitante ha determinado que la presencia de bordes **80** en los extremos laterales del

director de flujo primario es deseable ya que los bordes ayudan a liberar la adhesión del flujo en los extremos de los bordes curvos del director de flujo dirigiendo el flujo hacia las palas **20, 22**, optimizando la potencia al dirigir el flujo ligeramente hacia fuera directamente en la cara de la pala, aumentando así el rendimiento del equipo. El director de flujo primario **30** está posicionado en el extremo principal **35** del equipo, delante de los núcleos **15, 17** y los miembros de la pala **20, 22**. Un experto en la materia apreciaría que aunque la presente divulgación describe un único director de flujo primario **30** que generalmente tiene forma de media luna, el número, la forma y el tamaño del director de flujo primario **30** puedan variarse siempre que sirva para dirigir el flujo de fluido entrante hacia la ubicación predeterminada a lo largo de los miembros de la pala. Se muestra una línea punteada central **X** que indica la posición del punto más bajo de las caras frontales curvas **95, 97** en relación con los núcleos centrales **15, 17**. Se ha comprobado que el posicionamiento de los directores de flujo secundario **40, 42** de tal manera que las caras frontales **95, 97** terminan en un punto que está aguas arriba en relación con los ejes de rotación **Z1, Z2** de los núcleos **15, 17** tiene un efecto positivo en el coeficiente de potencia del equipo.

Con referencia a la figura 3A, los componentes (el director de flujo primario **30**, los directores de flujo secundario **40, 42** y la lámina **50**) que se describieron en la figura 3 se muestran con una modalidad alternativa de los núcleos con palas centrales **15a, 17a**. En esta modalidad alternativa, el núcleo central **15a** está compuesto exactamente por dos palas **20a, 20b**, mientras que el núcleo central **17a** también está compuesto exactamente por dos palas **22a, 22b**. Como se muestra, los núcleos centrales **15a, 17a** están preferentemente sincronizados de tal manera que las palas **20a, 20b** están sustancialmente en un plano horizontal, mientras que las palas **22a, 22b** están sustancialmente en un plano vertical.

En otras palabras, los núcleos centrales **15a, 17a** están compensados por aproximadamente 90 grados. Este desplazamiento relativo de 90 grados de un núcleo central **15a** con respecto al otro núcleo central **17a**, asegura que las palas **20a, 20b** y **22a, 22b** no se golpeen entre sí durante la rotación. En esta modalidad, los directores de flujo secundarios **40, 42** están situados detrás del centro de los núcleos centrales **15a, 17a**, como se representa en la línea punteada horizontal "**A**", y ayudan a acorralar el flujo de fluido entrante periférico y a dirigirlo hacia los miembros de la lámina **20a 20b, 22a, 22b** para aumentar las fuerzas de inducción de la rotación que experimentan los miembros de la lámina **20a, 20b, 22a, 22b**.

Con referencia a la figura 4, se describirá ahora la posición relativa de los núcleos **15, 17** en una modalidad preferible. Las puntas de los miembros de la pala de cada núcleo giratorio **15, 17** crean una trayectoria circular. Como se muestra, los núcleos **15, 17** están posicionados uno con respecto al otro de tal manera que sus trayectorias circulares se superponen. Se ha determinado que el rango preferido de superposición de círculos entre cada uno de los núcleos de la pala está entre el 50% y el 80% del radio R (es decir, se ha determinado que el rango preferido para la distancia entre los ejes de rotación de los núcleos **Z1, Z2** está entre $1,5 \cdot R$ y $1,2 \cdot R$).

La figura 5 muestra una modalidad alternativa de la presente divulgación en la que se utilizan las placas de cerramiento **67, 69** para "reservar" los núcleos (no se muestra) y los miembros

de las palas (no se muestra). El uso de estas placas ayuda a maximizar la energía extraída del fluido entrante que entra en contacto con los miembros de la pala (no se muestra) impidiendo el escape del fluido de las extremidades superiores e inferiores del equipo **10**.

Las placas **67**, **69** pueden tener la forma de dos discos circulares unidos uno al lado del otro para formar una forma similar a la de un cacahuete. Los diámetros de las porciones de los discos de las placas pueden variar; sin embargo, la utilización de discos con un radio de al menos el *125% del radio R* ha mostrado resultados favorables con respecto al coeficiente de potencia del equipo **10**. Aunque la presente modalidad revela dos núcleos, un experto en la materia apreciaría que una combinación de múltiples sistemas de doble núcleo esté igualmente dentro del alcance de esta divulgación.

La figura 6 muestra la geometría de una pala de sección transversal que ha demostrado tener propiedades deseables como una pala de turbina. Es decir, se ha demostrado que una pala 85 con la sección transversal ilustrada induce menores cantidades de arrastre de movimiento y mayores cantidades de elevación cuando se coloca en la trayectoria de un flujo de fluido. La sección transversal de la pala 85 consiste generalmente en una porción central 87 que consiste en un punto que define el centro de rotación de la pala, y una porción de la pala 90. La porción de la pala 90 se define generalmente por un lado de impacto curvilíneo 92 y un lado de arrastre curvilíneo 94, ambos originados en la porción central 87 y convergiendo a un punto, a veces llamado extremo de la punta 96, a cierta distancia del centro del punto de rotación. El ángulo entre las dos caras de la pala 90 en el extremo de la punta 96 se reduce al mínimo, con lo que se minimiza el grosor de la porción de la pala 90 en su extremo de la punta 96 y se produce una pala 85 que tiene una extremidad de filo de cuchillo. El lado de arrastre 94 de la porción de la pala 90 de la pala 85 es en su mayor parte plano, lo que aumenta la elevación experimentada por la pala 85 durante la rotación. La porción de la pala 90 de esta modalidad está configurada además de tal manera que el extremo de la punta 96 de la porción de la pala 90 coincide estrechamente con la trayectoria circular definida por el recorrido del extremo de la punta 96 de la pala giratoria 85.

En otras palabras, una primera línea definida por un punto en el extremo de la punta 96 de la porción de la pala 90 y un punto a lo largo del lado de impacto 92 justo antes del extremo de la punta 96 es lo más colineal posible con la tangente de la trayectoria circular en el extremo de la punta 96 de la porción de la pala 90. De manera similar, una segunda línea definida por un punto en el extremo de la punta 96 de la porción de la pala 90 y un punto a lo largo del lado de arrastre 94 justo antes de la punta 96 es lo más estrechamente colineal posible con la tangente de la trayectoria circular en el extremo de la punta 96 de la pala 85.

Las figuras 7, 8, 9, 10, 11 y 12 muestran vistas transversales de realizaciones de núcleos que tienen dos, tres, cuatro, seis, ocho y diez de las porciones de la pala ilustradas en la figura 7, respectivamente.

Con referencia a las figuras 13, 14, 15, 16 y 17 y de acuerdo con otra modalidad de la presente divulgación, se muestra un equipo de extracción de energía **210** que incluye placas diedro de estabilidad **215**, **220**. Las placas de estabilidad **215**, **220** están colocadas en un

extremo inferior del equipo **210** y aseguradas a través de la estructura **212** y tienen un ángulo hacia arriba y hacia afuera con respecto al equipo **210**. Así, las placas de estabilidad **215**, **220** ayudan a mantener el equipo en una orientación deseable con respecto a la dirección del flujo de agua Y y a optimizar el rendimiento del equipo **210**. De manera similar a la modalidad mostrada en las figuras 1 y 2, el equipo **210** está equipado con una lámina **222** colocada en el extremo posterior del equipo **210**. La lámina **222** también puede servir para ayudar a mantener la orientación óptima del equipo con respecto al flujo de agua. Las placas de estabilidad **215**, **220** y la lámina **222** también pueden servir para reducir la agitación no deseada del equipo **210** durante el funcionamiento, provocada por pequeñas variaciones en la dirección del flujo de agua.

Para asegurar el equipo **210** en general dentro del flujo de agua, el equipo **210** puede, por ejemplo, estar atado al fondo del océano por medio de un cable **230** unido en un extremo a un punto de conexión **225** del equipo **210**, y en el otro extremo a un objeto pesado **235** (como se muestra específicamente en la figura 16) como un bloque de hormigón que descansa en el fondo del océano. En esta modalidad, todo el equipo **210** está configurado para ser flotante y por lo tanto sesgado hacia la superficie del agua. La flotabilidad puede lograrse, por ejemplo, seleccionando un material adecuado para la construcción de la estructura o mediante la modalidad de elementos dedicados a la inducción de la flotabilidad (por ejemplo, **263**, **264**) que pueden colocarse en el extremo superior del equipo **210** y debajo de los generadores (no se muestra).

Como parte de una configuración alternativa, el equipo puede configurarse de manera que el cuerpo principal (es decir, los núcleos de las palas) no sea boyante y el equipo esté suspendido desde arriba de una estructura fija como, por ejemplo, un aparejo similar al que se utiliza habitualmente en las perforaciones en alta mar. Un equipo de extracción de energía descrito aquí puede ser suspendido de tal estructura usando uno o más cables. En este tipo de configuración alternativa, los elementos inductores de flotabilidad **263**, **264** pueden seguir utilizándose y pueden configurarse de manera que induzcan la flotabilidad a los generadores situados en un extremo superior del equipo, pero no al resto del equipo. Esa configuración de flotabilidad, junto con un mecanismo que permita el movimiento vertical de los generadores independientemente del resto del equipo, ayudaría a evitar la inmersión de los generadores que puede ser causada por la actividad de las mareas o por grandes oleajes en la masa de agua.

La libertad vertical de los generadores puede lograrse, por ejemplo, proporcionando a la parte de la estructura (**260**, **262** en la figura 13) que se extiende desde la parte superior de los núcleos de palas hasta los generadores una cantidad adecuada de capacidad telescópica. La capacidad telescópica puede proporcionarse, por ejemplo, mediante el uso de un eje cuadrado con una configuración de estructura cuadrada hueca para las partes de la estructura **260**, **262** que se extiende entre los núcleos de palas del equipo y los generadores. Como alternativa, se puede utilizar un eje de transmisión de toma de fuerza de doble telescopio comúnmente disponible para dar a los generadores la cantidad deseada de libertad vertical. Con tal configuración, una marea ascendente no sumergiría los generadores

porque los elementos que inducen la flotabilidad harían que los generadores se elevaran con la marea.

Con referencia a las figuras 18, 19, 20, 21 y 22 y de acuerdo con otra modalidad de la presente divulgación, se muestra un equipo de extracción de energía **310** con aletas diedros **315**, **320** y aleta estabilizadora trasera **323**. Las aletas diedros **315**, **320** están configuradas de manera similar a las aletas diedros **215**, **220** que se describieron anteriormente con referencia a las figuras 13, 14, 15, 16 y 17. La aleta trasera **323** está situada en el extremo posterior del equipo **310**, se extiende hacia atrás desde allí, y tiene una porción de paleta sustancialmente plana **333**. Conceptualmente similar a una veleta, la aleta estabilizadora **323** puede utilizarse para ayudar a mitigar la guiñada indeseada del equipo **310** cuando éste se coloca en una masa de agua, y para ayudar aún más a mantener una orientación deseable del equipo con respecto a la dirección del flujo de agua. El equipo **310** también está compuesto por una estructura de torre en forma de frustum **328** que se proyecta hacia arriba desde una porción superior de los núcleos centrales. La estructura de la torre **328** puede ser configurada para proveer de flotabilidad al equipo para inclinar el equipo **310** y hacia la superficie del agua.

El equipo **310** puede ser atado a un bloque de anclaje **335** por medio de un cable **330**. La figura 22 muestra un ejemplo del equipo **310** sesgado hacia la superficie en una masa de agua y fijado por medio de una cuerda al suelo. La longitud del cable **330** puede seleccionarse de manera que el generador o los generadores de la parte superior del equipo se mantengan generalmente por encima de la superficie del agua.

Con referencia a las figuras 23 y 24, se describirá ahora otra modalidad de la presente divulgación. El equipo 1010 se compone generalmente de un marco 1012, el marco 1012 preferiblemente asegurado a por lo menos dos núcleos centrales 1015, 1017 y un director de flujo primario 1030. Los dos núcleos centrales 1015, 1017 están compuestos cada uno de ellos por al menos un miembro de la pala 1020a, 1022a que se extiende radialmente desde el centro de los núcleos centrales 1015, 1017. En esta modalidad, el equipo 1010 se muestra con tres palas (por ejemplo, 1020a, 1020b, 1020c, 1022a, 1022b, 1022c) por núcleo; sin embargo, una persona experta en la materia apreciaría que se pudieran utilizar más o menos de tres palas. A medida que el agua fluye en dirección Y hacia y a través del equipo 1010, las fuerzas generadas por el agua en la superficie de impacto (o del movimiento) de los miembros de la pala 1020a, 1020b, 1020c, 1022a, 1022b, 1022c causan una rotación de los núcleos centrales 1015, 1017. Las fuerzas adicionales en las palas 1020a, 1020b, 1020c, 1022a, 1022b, 1022c, que se describirán más adelante, también contribuyen a inducir la rotación de los núcleos. En la modalidad que se muestra en las figuras 23 y 24, el agua que fluye en dirección Y provocaría que el núcleo 1015 rotara en sentido contrario a las agujas del reloj y que el núcleo 1017 rotara en el sentido de las agujas del reloj.

La energía rotacional resultante de los núcleos centrales 1015, 1017 puede entonces convertirse en electricidad mediante una combinación de componentes mecánicos (por ejemplo, cajas de cambios y generadores), según sea necesario. Esos componentes mecánicos pueden incluir transmisiones por correa o cadena, tomas de fuerza u otros

componentes adecuados generalmente conocidos en el arte. Por simplicidad, las cajas de engranaje y los generadores no se han incluido en las cifras. El equipo 1010 comprende numerosos elementos que ayudan a aumentar el coeficiente de potencia global del sistema. Por ejemplo, un director de flujo primario 1030 puede ser posicionado en un extremo 1035 del equipo 1010. El director de flujo primario 1030 puede ser asegurado al cuadro 1012 para asegurar su correcta posición en relación con los núcleos de palas 1015, 1017. El director de flujo primario 1030 sirve para dirigir el flujo de agua entrante de tal manera que maximice la energía rotacional resultante de los núcleos centrales 1015, 1017. El director de flujo primario 1030 se compone además de dos bordes 1080 situados en los extremos laterales del director de flujo primario 1030. Estos bordes 1080 ayudan a liberar la adhesión del flujo en los extremos de los bordes curvos del director de flujo dirigiendo el flujo hacia las palas 1020a, 1020b, 1020c, 1022a, 1022b, 1022c, contribuyendo a un aumento del coeficiente de potencia del equipo. Preferentemente, el flujo de agua entrante se dirige a un punto de estancamiento de los núcleos centrales 1015, 1017, como se ha descrito anteriormente de manera similar con respecto a la modalidad mostrada en las figuras 1 a 4.

La figura 25 muestra una vista superior del director de flujo primario 1030 de la figura 24. El director de flujo primario 1030 se muestra generalmente en forma de flecha, teniendo una porción frontal en forma de V 1040 y bordes 1080, que sirven para redirigir el flujo de agua entrante Y hacia el exterior y hacia un punto deseado en los miembros de la lámina, como se describió anteriormente. Como se muestra en la figura 24, la porción central 1037 del director de flujo primario 1030 puede configurarse con una curvatura complementaria a la de la trayectoria recorrida por las puntas de las palas. La figura 39A muestra una vista superior de los núcleos de palas 2015, 2017, y un director de flujo frontal 2030 similar al que se muestra en la modalidad de la figura 24. Las figuras 39B, 39C, 39D, 39E y 39F muestran modalidades alternativas con posibles variantes de la porción central y el extremo posterior del director de flujo frontal, incluyendo una forma de línea como se muestra en la figura 39B, una forma de arco como se muestra en la figura 39C, una forma de triángulo como se muestra en la figura 39D, una forma cuadrada como se muestra en la figura 39E, o una forma de embudo posterior como se muestra en la figura 39F.

La configuración espacial preferible de los núcleos de palas de esta modalidad se describirá ahora con referencia a las figuras 26 y 27. De manera similar a la modalidad que se muestra en la figura 4, la distancia "R" se define por el radio de la trayectoria circunferencial recorrida por las puntas (por ejemplo, 1050 ó 1052) de los miembros de la pala de los núcleos. Las trayectorias circunferenciales de las puntas de las palas de los núcleos adyacentes (que se muestran en la figura 26 como círculos punteados 1051 y 1053) están separadas por una distancia "D" como se muestra en la figura 26. En una modalidad preferible, los núcleos centrales están separados de tal manera que la distancia "D" entre las trayectorias de la punta de la pala es entre 1 y 4 veces el radio "R".

En las figuras 28 y 29 se muestra cómo la modalidad de las figuras 23 y 24 puede fijarse al suelo del colchón de agua mediante un estabilizador del suelo de agua 1060. El estabilizador del suelo de agua 1060 tiene patas 1062 de longitudes variables para ser fijadas al suelo de

agua 1065 para proporcionar estabilidad al equipo 1010 en aguas poco profundas. El ajuste de las patas 1062 permite acomodar un suelo de colchón de agua desigual y ayuda a asegurar que el equipo 1010 se mantenga en una posición uniforme y horizontal como se muestra específicamente en la figura 29.

Con referencia a las figuras 30, 30A y 30B, y de acuerdo con una modalidad alternativa de la presente divulgación, el director de flujo primario 2030 puede ser ajustable rotacionalmente, por ejemplo, sobre un eje de pivote 2050. El eje de pivote 2050 está posicionado en un primer extremo (o extremo principal) del director de flujo primario 2030. En virtud de su pivotabilidad, el director de flujo frontal 2030 es capaz de ajustarse a las condiciones del flujo de agua entrante y a la rotación del núcleo para ayudar a asegurar una dirección favorable continua del agua a medida que varía el punto de estancamiento de las palas. Específicamente, el punto de estancamiento de las aspas en un punto determinado - que es el punto de destino de la dirección del flujo de agua entrante como se describe anteriormente - varía con la velocidad del flujo de agua y la velocidad de rotación del núcleo. El director de flujo frontal pivotante 2030 permite la variabilidad al punto de liberación de agua del director de flujo de tal manera que el punto de liberación puede ser alterado en respuesta a los cambios en el punto de estancamiento durante el funcionamiento del equipo. Las propiedades naturales de dinámica de fluidos del sistema durante el funcionamiento son tales que las puntas 2085 del director de flujo frontal 2030 seguirán naturalmente el punto de estancamiento cambiante durante el funcionamiento (es decir, no se requiere ninguna interferencia externa para mantener una orientación deseable del director de flujo frontal pivotante).

Un director de flujo frontal pivotante también hace que las modalidades de la presente divulgación sean adecuadas para el flujo bidireccional (o de marea). La figura 30A muestra cómo los segmentos 2055, 2057 del director de flujo frontal 2030 pueden pivotar sobre el punto de pivote 2050 para invertir la dirección de la abertura en forma de V para permitir que el flujo de retorno pase por el director de flujo 2030 cuando la dirección del flujo de agua cambia de Y a Y'. También se proporcionan dos tapones frontales 2080, 2082 y se muestran específicamente en la figura 30B para evitar que cada segmento 2055, 2057 del director de flujo frontal 2030 pivote más allá de una posición deseada, lo que puede impedir la rotación de los núcleos centrales 2015, 2017 en la dirección deseada. Del mismo modo, el primer director de flujo secundario 2040 también está compuesto por dos topos traseros 2090, 2092, mientras que el segundo director de flujo secundario 2042 también está compuesto por dos topos traseros 2094, 2096. Tales topos 2090, 2092, 2094, 2096 también impiden que los directores de flujo secundarios 2040, 2042 giren más allá de una posición deseada, lo que puede reducir la eficiencia del equipo.

Aunque en muchas de las representaciones ilustrativas de la presente exposición se muestran un par de núcleos centrales 2015, 2017, podrían proporcionarse núcleos adicionales para ayudar a capturar la energía residual del agua que sale de los lados de las representaciones aquí descritas. Por ejemplo, como se muestra en la figura 30C, los núcleos adicionales 2015, 2017, 2020, 2022, 2025, 2027 pueden colocarse en una configuración de

arrastre exterior, de manera que el equipo formaría una configuración de núcleos centrales sustancialmente en forma de V.

Durante el funcionamiento de las modalidades que incorporan núcleos de palas y el director de flujo frontal, tal como se configura y muestra en la figura 30, puede acumularse una presión no deseada detrás del director de flujo frontal 2030 en el área designada por el círculo punteado P. Para ayudar a aliviar esta acumulación de presión adversa, las características de alivio de presión -que ahora se describirán con referencia a las figuras 31, 32, 33 y 34- pueden incorporarse a las diversas modalidades descritas en este documento. El equipo 3010 se compone generalmente de una estructura 3012, la estructura 3012 asegurando preferentemente al menos dos núcleos centrales 3015, 3017 y un director de flujo primario 3030. En esta modalidad de alivio de presión, la estructura 3012 posee una abertura 3039 (Figura 33). La presencia de la abertura 3039 hace que haya una ruta de flujo para permitir que el agua de retorno que se acumula la presión detrás del director de flujo frontal en la vecindad general P (Figura 34) escape del interior del equipo 3010. Una protección 3035 fijado a la estructura hace que el agua que fluye sobre el equipo se desvíe un poco más hacia arriba y se aleje de la abertura 3039, creando así un reino de baja presión en la parte inferior de la protección 3035. El reino de baja presión a su vez ayudaría al flujo de agua de alta presión desde detrás del director de flujo frontal 3030. La construcción de la protección 3035 se ilustra mejor en la Figura 33, que muestra el equipo 3010 de la Figura 31 con un recorte de la protección 3035 ligeramente por encima de la estructura 3012 .

Las figuras 35, 36, 37 y 38 muestran una modalidad alternativa que muestra una variante de los medios de alivio de presión que se muestran en las figuras 31 a 34. En esta variante, el director de flujo frontal tiene una aleta de arrastre 4031. Dado que el agua de retorno en esta modalidad se divide efectivamente en dos áreas (P y P' de la figura 38), se proporcionan dos aberturas 4038 y 4039.

Así pues, puede proporcionarse una protección dividida apropiadamente 4035 para causar gradientes de presión y trayectorias de flujo de fluido deseadas similares a las descritas con referencia a las figuras 31, 32, 33 y 34. La construcción de la protección 4035 se ilustra mejor en la Figura 37, que muestra el equipo 4010 de la Figura 35 con un recorte de la protección 4035 ligeramente por encima de la estructura 4012.

La figura 40 muestra una variante del director de flujo frontal 5030 que proporciona medios adicionales para aliviar la presión acumulada detrás del director de flujo frontal 5030. Para facilitar la ilustración, se ha omitido el panel superior de la estructura en la representación que se muestra en la figura 40. El director de flujo frontal 5030 de esta modalidad está configurado para permitir que el agua fluya desde atrás del director de flujo frontal 5030 hacia el flujo de agua entrante. Específicamente, el director de flujo frontal 5030 tiene una configuración branquial que mantiene una superficie sustancialmente suave para el flujo de agua entrante y succiona el agua de alta presión acumulada detrás del director de flujo frontal 5030. Similar al reino de baja presión creado bajo la protección de la modalidad que se muestra en la figura 31, el flujo de agua entrante sobre las ranuras 5036 del director de flujo frontal 5030 también crea un reino de baja presión, que induce el flujo de agua desde

atrás del director de flujo frontal 5030 para unirse a la corriente de agua entrante. El posicionamiento de las ranuras 5036 puede mantenerse, por ejemplo, fijando mecánicamente la pluralidad de componentes del director de flujo frontal con la estructura (el panel superior de la estructura no se muestra); fijando los componentes del director de flujo frontal entre sí con enlaces rígidos para mantener el espaciamiento de las ranuras; por otros medios que se apreciarían en el arte, o; por cualquier combinación de los mismos.

Las figuras 41, 42 y 43 muestran otra modalidad de la presente divulgación. Esta modalidad combina el director de flujo frontal branquial con una variante de la protección liberadora de presión de la figura 35. En esta modalidad, el equipo 6010 está compuesto por la estructura 6012, dos núcleos de palas 6015, 6017, el director de flujo frontal branquial 6030, y la protección 6035. La estructura 6012 es menos expansiva que la estructura 4012 (Figura 35) y no abarca todo el equipo 6010. El director de flujo frontal 6030 tiene paneles de recinto laterales 6040, 6042, 6044 para ayudar a contener el flujo de agua entrante. El director de flujo frontal 6030 puede ser más ancho en su boca y puede disminuir cuando se aproxima a los núcleos de la pala para hacer que el flujo de agua entrante se acelere en los núcleos de la pala 6015, 6017. Una ruta de flujo para permitir el agua acumulada detrás del director de flujo frontal 6030 está permitida por la abertura 6092 creada por el espaciado relativo de la estructura 6012 y los paneles de recinto 6044, 6046 del director de flujo frontal 6030 (la abertura 6092 se ilustra mejor en la figura 43).

Las figuras 44, 45 y 46 muestran una variante de un núcleo de pala que podría ser sustituido en las diversas modalidades de equipos aquí descritas. El núcleo central alternativo 7015 que se muestra tiene dos miembros de pala 7020, 7022 extendiéndose hacia afuera desde el centro del núcleo central 7015. En esta variante de la configuración de pala y el núcleo, las palas son sustancialmente sin cuerpo en el sentido de que la estructura de las palas es como una placa en lugar de tener un cuerpo más voluminoso. Por ejemplo, una pala según esta modalidad puede estar contorneada en una lámina de metal u otro material plano delgado adecuado, suficientemente fuerte para soportar las diversas fuerzas ejercidas sobre el sistema durante el funcionamiento por el flujo de agua. Cada miembro de la pala 7020, 7022 termina en un extremo afilado (por ejemplo, 7053).

Durante la rotación, los extremos de la punta 7053 definen una trayectoria de viaje circular 7060. En cualquier momento, las palas terminan en sus puntas 7053, en un punto que reside a lo largo de la ruta de viaje circular 7060. Las palas en esta modalidad están configuradas para tener una línea tangente en la punta 7053 de la pala que es sustancialmente congruente con la línea tangente a lo largo de la trayectoria circular 7060, en el punto donde reside la punta 7053.

Con referencia específica a la figura 46, se muestra una sola lámina de la modalidad descrita con referencia a las figuras 44 y 45. Las palas de esta modalidad pueden describirse en general como si tuvieran tres secciones contiguas y dos superficies. Las tres secciones (una parte interior 7050, una parte central 7055 y una parte exterior 7060) y las dos superficies (la superficie de impacto o superficie de movimiento 7070 y la superficie de elevación o sin movimiento 7075) se identifican en la figura 46. La parte interna del 7050 es la más cercana y

se une al núcleo central 7015. La parte central 7055 de la pala 7055 comienza al final de la parte interior 7050 y está configurada de manera similar a un perfil de aire para inducir una baja presión y por lo tanto elevar las fuerzas en la superficie de elevación 7075 de la pala 7020. La porción externa 7060 comienza en el extremo distal de la porción central 7055, se extiende hacia afuera en forma curva y termina con una punta afilada 7080. La parte exterior 7060 se caracteriza porque su punta 7080 está en la orientación descrita anteriormente (es decir, por la cual una línea tangente en la punta de la pala es sustancialmente congruente con una línea tangente de la trayectoria circular de la punta de la pala en el punto de intersección entre la punta de la pala 7080 y la trayectoria circular). Se ha comprobado que esta combinación de características de la pala produce resultados favorables para la generación de energía.

En referencia continua a las figuras 44, 45 y 46, los miembros de las palas 7020, 7022 pueden presentar opcionalmente uno o más mecanismos de desviación de fluidos como, por ejemplo, las palas 7070 que pueden abrirse y cerrarse para permitir que el fluido pase a través de las palas 7020, 7022 durante ciertas etapas de rotación de los núcleos de las palas. La rotación de las palas puede dividirse en dos ciclos. El primer ciclo, al que nos referiremos como el ciclo del movimiento, lo experimenta una pala cuando el flujo de agua entrante actúa directamente sobre el lado de impacto de la pala (como se describió anteriormente con referencia al elemento 92 en la figura 6); este ciclo también puede describirse como cuando la superficie de impacto de la pala experimenta el movimiento. Cuando el flujo de agua entrante ya no actúa directamente sobre el lado de impacto de la pala (es decir, la pala ya no experimenta el movimiento), la pala se encuentra en el segundo ciclo, al que nos referiremos como el ciclo sin movimiento. Cuando una pala está en el ciclo del movimiento, el flujo de agua entrante hace que las lamas 7070 se cierren, creando así una superficie de pala sustancialmente continua contra la que puede actuar el agua. Una vez que una pala pasa al ciclo sin movimiento, las lamas se abren (o sangran) creando desvíos para que el agua que se encuentra antes de la rotación de la pala fluya a través de ella (en lugar de ser barrida y desplazada por la pala). De esta manera, las palas experimentan menos resistencia a la rotación mientras están en el ciclo sin movimiento, lo que aumenta la rotación generadora de energía de los núcleos.

La figura 47 muestra los pasos de un método de extracción de energía de un flujo de agua utilizando las representaciones de los equipos descritos aquí. Los pasos del método pueden realizarse en cualquier orden práctico y no deben limitarse al orden sugerido en las modalidades ejemplares aquí descritas.

En un paso 1070, un equipo de extracción de energía de acuerdo con cualquiera de las modalidades descritas aquí está posicionado o desplegado en un cuerpo de agua. Como se ha descrito, esto puede lograrse atando el equipo al suelo de la masa de agua (en el caso de un equipo flotante) o suspendiendo el equipo de una estructura de soporte en uno o más puntos sobre la superficie del agua (en el caso de un equipo que no sea al menos parcialmente flotante). En cualquier caso, el equipo se coloca de manera que las porciones de los núcleos se sumergen en el agua, de modo que el agua que fluye provoca la rotación

de los núcleos. En otro paso 1072, el equipo funciona de tal manera que la energía mecánica de rotación de los núcleos del equipo se convierte en electricidad. Esto puede lograrse, por ejemplo, mediante el uso de generadores en comunicación con los núcleos giratorios, ya sea directamente o a través de diversos componentes de transmisión de energía mecánica comúnmente conocidos en el arte (como se describió anteriormente) . En otro paso 1074, la electricidad generada se transmite para ser utilizada para alimentar cualquier número de dispositivos eléctricos y/o puede ser utilizada para crear o complementar una o más redes eléctricas.

Muchas modificaciones de las modalidades aquí descritas, así como otras modalidades, pueden ser evidentes para una persona experta en la materia, beneficiándose de las enseñanzas presentadas en la descripción anterior y en los dibujos asociados. Queda entendido que toda modificación de esa índole y toda modalidad adicional se incluyen en el ámbito de la divulgación prevista, que no se limitará a ninguna de las modalidades específicas divulgadas.

REIVINDICACIONES

1. Un equipo para extraer energía de un flujo de agua, el equipo comprende:

una pluralidad de núcleos centrales, cada uno apoyado en un primer y segundo extremo, cada núcleo giratorio sobre un eje sustancialmente vertical;

al menos un miembro de la pala que se extiende desde cada uno de los núcleos centrales para comprometerse con el flujo de agua para causar la rotación de los núcleos centrales; y

al menos un director de flujo primario posicionado en un extremo principal del equipo para dirigir el flujo de agua entrante hacia una región predeterminada a lo largo de cada uno de los miembros de la pala,

donde la pluralidad de núcleos se posiciona detrás de al menos un director de flujo primario.

2. El equipo de la reivindicación 1 más allá comprendiendo un director de flujo secundario posicionado a cada lado del equipo para dirigir el flujo de agua adicional hacia los miembros de la pala.

3. El equipo de la reivindicación 1 en el que al menos un miembro de la pala extensible es sustancialmente sin cuerpo y termina en una punta,

en el que la curvatura de la pala en su punta es sustancialmente congruente con la curvatura de la trayectoria circular recorrida por la punta durante la rotación del núcleo.

4. El equipo de la reivindicación 1 está compuesto por dos núcleos centrales, en los que la rotación de cada núcleo central hace que sus palas correspondientes recorran un camino circular que define un radio "R", y en el que los núcleos centrales están separados de tal manera que el camino circular recorrido por las palas de un núcleo y el camino circular recorrido por las palas del otro núcleo están separados por una distancia "X", por lo que $R < X < 4R$.

5. El equipo de la reivindicación 1 en el que el director de flujo primario es ajustable por rotación.

6. 2. Equipo según la reivindicación 1, en el que el al menos un director de flujo primario tiene un primer extremo sustancialmente en forma de V.

7. El equipo de la reivindicación 1, en el que al menos un director de flujo primario tiene un segundo extremo, el segundo extremo tiene una sección transversal con una forma tomada del grupo compuesto por: un cuadrado, una línea, un arco, un diamante y una flecha.

8. Equipo según la reivindicación 1, en el que el al menos un director de flujo primario está compuesto además por reguladores de presión para aliviar una acumulación de presión detrás del extremo delantero del al menos un director de flujo primario.

9. El equipo de la reivindicación 1 comprende además al menos una vía de flujo para permitir que el fluido escape del equipo por detrás del director de flujo delantero.

- 10.** El equipo de la reivindicación 1 constaba de al menos cuatro núcleos en los que los núcleos están en una configuración sustancialmente en forma de V.
- 11.** El equipo de la reivindicación 1 comprende además un generador acoplado a cada uno de los núcleos centrales para captar la energía de la rotación de su correspondiente núcleo central.
- 12.** El equipo del reclamo 11 comprende además al menos una estructura flotante para mantener la pluralidad de generadores sustancialmente por encima del agua.
- 13.** El equipo de la reivindicación 1 comprende además un marco para sostener el equipo y placas de estabilidad fijadas al marco para mantener el equipo en una orientación hacia adelante y vertical con respecto al flujo de agua.
- 14.** El equipo de la reivindicación 11 más allá comprendiendo una aleta estabilizadora trasera asegurada a la estructura, la aleta estabilizadora con una porción de paleta sustancialmente plana para mitigar el guiñada indeseada del equipo y para mantener una orientación favorable del equipo con respecto al flujo de agua.
- 15.** El equipo de la reivindicación 10 comprendía además una torre en forma de frustum, fijada a la estructura y proyectada hacia arriba para facilitar el acceso a los generadores.
- 16.** El equipo de la reivindicación 2 en el que al menos uno de los directores de flujo secundarios son ajustables por rotación.
- 17.** El equipo de la reivindicación 1, en el que al menos un director de flujo primario es ajustable rotacionalmente sobre un eje de pivote.
- 18.** El equipo de la reivindicación 3 en el que al menos un miembro de la pala extensible gira a través de un ciclo de movimiento y un ciclo sin movimiento, la pala además comprendía al menos un mecanismo de flujo fluido para aliviar la presión contra el miembro de la pala mientras gira a través del ciclo sin movimiento.
- 19.** Una pala que se utiliza con una turbina generadora de energía, la turbina tiene un miembro central giratorio, la pala tiene una superficie de movimiento y una superficie de elevación, la pala comprende:
- una porción interna próxima al miembro central giratorio; una porción central que comienza en un extremo distal de la porción interna; y,
- una porción externa que comienza en un extremo distal de la porción central y termina en una punta afilada;
- donde la parte central se curva para inducir la elevación al lado sin movimiento de la pala;
- y donde una curvatura de la porción externa en el extremo corresponde sustancialmente a una curvatura de un camino circular recorrido por el extremo de la pala durante la rotación del miembro central de rotación.
- 20.** Un método para extraer energía de un flujo de agua, que comprende los pasos de:
- poner un equipo en una masa de agua, equipo que comprende:
- una pluralidad de núcleos centrales, cada uno apoyado en un primer y segundo extremo,

cada núcleo giratorio sobre un eje sustancialmente vertical;

al menos un miembro de la pala que se extiende desde cada uno de los núcleos centrales para conectarse con el flujo de agua para causar la rotación de los núcleos centrales; y

al menos un director de flujo primario posicionado en un extremo principal del equipo para dirigir el flujo de agua entrante hacia una región predeterminada a lo largo de cada uno de los miembros de la pala,

donde la pluralidad de núcleos se posiciona detrás de al menos un director de flujo primario;

operando el equipo para generar energía a partir del flujo de agua; y,

transmitiendo la energía para alimentar un dispositivo eléctrico.

INFORME DE BÚSQUEDA INTERNACIONAL

PCT/CA2019/050125

C (Continuación). DOCUMENTOS CONSIDERADOS PERTINENTES		
Categoría*	Cita del documento, con indicación, cuando proceda, de los pasajes pertinentes	Relevante para la reivindicación No.
X	EP2927476A1 (BEHRENS, M.) 07 de octubre de 2015 (07-10-2015) *descripción traducida por Espacenet *Párrafo 41, figura 1	19 18
Y	*Párrafo 30, 33	
A	CN106917717 A (ZHIQIN, X.) 4 de julio de 2017 (04-07-2017)	1-20
A	CN202055980 U (BING, C. et al.) 30 de noviembre de 2011 (30-11-2011)	1-20
A	KR2011013184 A (KO,K. et al.) 14 de diciembre de 2011 (14-12-2011)	1-20

Recuadro N° II Observaciones en las que ciertas reivindicaciones se consideraron inescrutables (Continuación del punto 2 de la primera hoja)

El presente informe de búsqueda internacional no ha sido establecido respecto de ciertas reivindicaciones en virtud del Artículo 17.2)a) por las siguientes razones:

1.

☐

Reivindicaciones Números:
porque se relacionan con temas que no es necesario que esta Autoridad investigue, a saber:
2.

☐

Reivindicaciones Números:
porque se refieren a partes de la solicitud internacional que no cumplen los requisitos prescritos, hasta el punto de que no se puede llevar a cabo una búsqueda internacional significativa, específicamente:
3.

☐

Reivindicaciones Números:
porque son reivindicaciones dependientes y no están redactadas de acuerdo con las frases segunda y tercera de la Regla 6.4 a).

Recuadro N° HI Observaciones en las que falta la unidad de la invención (Continuación del punto 3 de la primera hoja)

Esta Administración encargada de la búsqueda internacional encontró múltiples invenciones en la presente solicitud internacional, a saber:

Las reivindicaciones se dirigen a una pluralidad de conceptos inventivos como sigue:

- Grupo A - Las reivindicaciones 1-18; 20 se dirigen a un equipo para extraer la energía de un flujo de agua y el método de utilización de dicho equipo; y
- Grupo B – La reivindicación 19 está dirigida a una pala para ser usada con una turbina generadora de energía

1.

☐

Dado que todas las tasas de búsqueda adicionales exigidas fueron pagadas oportunamente por el solicitante, el presente informe de búsqueda internacional abarca todas las reivindicaciones susceptibles de búsqueda.
2.

☒

Dado que todas las reivindicaciones susceptibles de ser investigadas podían serlo sin que se justificara el pago de tasas adicionales, esta Autoridad no solicitó el pago de tasas adicionales.
3.

☐

Dado que sólo algunas de las tasas de búsqueda adicionales exigidas fueron pagadas oportunamente por el solicitante, el presente informe de búsqueda internacional abarca únicamente las reivindicaciones para las que se pagaron tasas, concretamente las reivindicaciones números:
- 4-

☐

El solicitante no pagó oportunamente ninguna tasa adicional de búsqueda. Por consiguiente, este informe de búsqueda internacional se limita a la invención mencionada en primer lugar en las reivindicaciones; está cubierto por las reivindicaciones números:

- Observación sobre la Protesta

☐

Las tasas de búsqueda adicionales fueron acompañadas por la protesta del solicitante y, en su caso, el pago de una tasa de protesta.
- ☐

Las tasas de búsqueda adicionales fueron acompañadas por la protesta del solicitante, pero la tasa de protesta aplicable no se pagó en el plazo especificado en la invitación.
- ☐

Ninguna protesta acompañó el pago de las tasas de registro adicionales.

INFORME DE BÚSQUEDA INTERNACIONAL			Solicitud internacional No.
Información sobre los miembros de la familia de patentes			PCT/CA2019/050125
Documento de patente citado en el informe de búsqueda	Publicación Fecha	Miembro(s) de la familia de la patente	Publicación Fecha
CN104787280A	22 de julio de 2015 (22-07-2015)	Ningún	
FR2976979A1	28 de diciembre de 2012 (28-12-2012)	FR2976979B1	20 de marzo de 2015 (20-03-2015)
CN104533699A	22 de abril de 2015 (22-04-2015)	Ningún	
CN202273812U	13 de junio de 2012 (13-06-2012)	Ningún	
EP2927476A1	7 de octubre de 2015 (07-10-2015)	DE102014104725A1	8 de octubre de 2015 (08-10-2015)
		DE102014104726A1	8 de octubre de 2015 (08-10-2015)
		DE102014104727A1	8 de octubre de 2015 (08-10-2015)
		EP2927477A1	7 de octubre de 2015 (07-10-2015)
		EP2930349A1	14 de octubre de 2015 (14-10-2015)
		EP3126667A1	8 de febrero de 2017 (08-02-2017)
		EP3232050A1	18 de octubre de 2017 (18-10-2017)
		US2015285078A1	8 de octubre de 2015 (08-10-2015)
		US9739153B2	22 de agosto de 2017 (22-08-2017)
		US2015285208A1	8 de octubre de 2015 (08-10-2015)
		US9863394B2	09 de enero de 2018 (09-01-2018)
		US2015285219A1	8 de octubre de 2015 (08-10-2015)
		US9982655B2	29 de mayo de 2018 (29-05-2018)
		US2017009736A1	12 de enero de 2017 (12-01-2017)
		WO2015150559A1	8 de octubre de 2015 (08-10-2015)
CN106917717A	4 de julio de 2017 (04-07-2017)	Ningún	
CN202055980U	30 de noviembre de 2011 (30-11-2011)	Ningún	
KR2011013184	No se han encontrado resultados		