

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 769 788**

51 Int. Cl.:

**F03B 13/12** (2006.01)

**F01D 1/22** (2006.01)

**F03B 13/22** (2006.01)

**F03B 17/06** (2006.01)

**F03B 3/12** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **19.09.2012 PCT/IB2012/002327**

87 Fecha y número de publicación internacional: **28.03.2013 WO13041965**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **19.09.2012 E 12833351 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.11.2019 EP 2758655**

54 Título: **Sistemas y métodos para rotores de agua mejorados**

30 Prioridad:  
**20.09.2011 US 201113236955**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**29.06.2020**

73 Titular/es:  
**WATEROTOR ENERGY TECHNOLOGIES INC.  
(100.0%)  
236 Metcalfe Street, Suite 210  
Ottawa ON K2P 1R3, CA**

72 Inventor/es:  
**FERGUSON, FREDERICK D.**

74 Agente/Representante:  
**ISERN JARA, Jorge**

**ES 2 769 788 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**

Sistemas y métodos para rotores de agua mejorados

5 Campo técnico

La presente divulgación se refiere en general a sistemas y métodos para proporcionar generación de energía eléctrica a través de potencia de agua, y más particularmente a sistemas y métodos para rotores y/o turbinas de agua mejorados.

10

Antecedentes

El uso de los recursos de energía renovable sigue siendo un factor importante para satisfacer las demandas de energía al tiempo que reduce sustancialmente los impactos ambientales. Las tecnologías solares, de potencia hidroeléctricas y de recursos hídricos, por ejemplo, continúan disminuyendo en coste y aumentando en eficiencia, mientras prácticamente eliminan los efectos ambientales adversos. Sin embargo, muchas tecnologías convencionales de generación de energía de recurso renovable requieren grandes cantidades de capital y/o bienes inmuebles para su implementación. Con respecto a las instalaciones de generación de agua, por ejemplo, los rotores de agua típicos pueden ser costosos de construir y/o puede ser necesario que se ubiquen en aguas rápidas. Los rotores de agua diseñados para rotar a partir del flujo de energía del agua generalmente se dividen en dos grandes categorías: hélice de palas o sistemas de tipo turbina que convierten la energía usando palas que giran a velocidades mayores que la velocidad del flujo de agua para obtener potencia, y alternativamente una categoría de rotores de agua con estilo de Savonius típicamente ineficiente que atrapan el flujo, a velocidades más lentas que el flujo de agua, convierten la energía directamente como torque. Un rotor de agua de estilo Savonius o turbina Savonius típico tendrá un coeficiente de potencia ("CoP") de aproximadamente 0,08 (u 8%), lo que los hace ineficientes para usar desde un punto de vista económico. Los sistemas de "tipo hélice" de la primera categoría, aunque son muy eficientes, requieren un flujo de agua relativamente rápido para capturar energía, son relativamente frágiles y costosos de construir en grandes tamaños. Alternativamente, un rotor de agua Savonius puede funcionar a una velocidad de agua muy lenta y es relativamente económico de construir y operar.

20

Por consiguiente, existe la necesidad de sistemas y métodos para rotores de agua mejorados que aborden estos y otros problemas encontrados en las tecnologías existentes.

El documento US2010/213716 A1 divulga un sistema que comprende:

35

un tambor sumergido en agua y extendiéndose horizontalmente a lo largo de un eje central entre un primer punto en un primer lado del tambor y un segundo punto en un segundo lado del tambor opuesto al primer lado;

40

tres aspas (6) curvadas unidas al tambor de tal manera que las aspas (6), cuando actúan sobre ellas mediante un flujo de agua perpendicular al eje, sean operables para provocar la rotación alrededor del eje, en donde una porción de borde de cada aspa, ubicada sustancialmente opuesta el tambor, define un plano sustancialmente paralelo a un plano definido por una superficie del tambor ubicada entre la porción de borde y el eje; y

45

Un generador eléctrico acoplado al tambor para convertir la energía rotacional producida por la rotación alrededor del eje en energía eléctrica.

Además, en el documento US2010/237625 A1 se divulga un sistema con las características correspondientes.

50

Breve descripción de los dibujos

Las figuras 1A a 1C son diagramas de bloques de sistemas de acuerdo con algunas realizaciones.

Las figuras 2A a 2C son vistas laterales de rotores de agua de acuerdo con algunas realizaciones.

55

La figura 3 ilustra un rotor de acuerdo con algunas realizaciones.

La figura 4 es una vista frontal de un rotor de agua de acuerdo con algunas realizaciones.

60

La figura 5 es una vista lateral de un rotor de agua de acuerdo con algunas realizaciones.

Las figuras 6 y 7 ilustran patrones de flujo de agua de acuerdo con algunas realizaciones.

La figura 8 es un diagrama de bloques de un sistema de acuerdo con algunas realizaciones.

65

La figura 9 es un diagrama de flujo de un método de acuerdo con algunas realizaciones.

La figura 10 ilustra un rotor de agua transportable de acuerdo con algunas realizaciones.

La figura 11 ilustra un rotor de agua desplegado de acuerdo con algunas realizaciones.

5 La figura 12 es una vista frontal de una turbina de agua que tiene generadores laterales de acuerdo con algunas realizaciones.

La figura 13 es una vista frontal de una turbina de agua que tiene un generador central de acuerdo con algunas realizaciones.

10 La figura 14 ilustra la generación de potencia potencial a diversas velocidades del agua de acuerdo con algunas realizaciones.

Descripción detallada

15 De acuerdo con algunas realizaciones, se proporcionan sistemas y métodos para rotores y/o turbinas de agua atadas. Las turbinas de agua atadas que giran alrededor de un eje horizontal en respuesta a una fuerza de agua normal pueden, por ejemplo, utilizarse para producir energía eléctrica. En algunas realizaciones, las turbinas de agua atadas pueden ser al menos ligeramente flotantes. De acuerdo con algunas realizaciones, las turbinas se mantienen más  
 20 perpendiculares, menos inclinadas, al menos en parte, por el efecto Magnus o Savonius y/u otros efectos de elevación. Tales turbinas pueden, por ejemplo, ser relativamente económicas, fácilmente desplegables y/o manejables, y/o pueden proporcionar ventajas sobre los sistemas anteriores. De acuerdo con algunas realizaciones, se despliegan pequeñas turbinas de agua atadas en aplicaciones de emergencia, según sea necesario y/o móviles. En algunas realizaciones, se pueden desplegar turbinas mucho más grandes (por ejemplo, cientos de metros de longitud o más).  
 25 Algunas realizaciones pueden proporcionar la capacidad de capturar la energía del flujo de agua en el flujo de agua a baja velocidad y aún así ser capaz de producir una salida de alta potencia, similar a los sistemas con aspas de hélice, incluso hasta un CoP de aproximadamente .30 (o 30%) de extracción de energía, más del 300% mayor que los rotores de agua tipo Savonius típicos. Como un dispositivo atado, el despliegue puede no requerir puntales u otro aparato de sujeción rígido. Además, el rotor de agua puede ser más pesado que el agua o más liviano, lo que puede permitir que  
 30 una unidad funcione de manera efectiva en posición vertical o invertida. Asegurado desde arriba por boyas, botes o puentes, o alternativamente anclado flotando hacia arriba desde el fondo para operar dentro del flujo de agua debajo del tráfico de vías fluviales, etc.

35 En referencia primero a la figura 1A, se muestra un diagrama de bloques de un sistema 100 de acuerdo con algunas realizaciones. Los diversos sistemas descritos en este documento se representan para su uso en la explicación, pero no en la limitación, de las realizaciones descritas. Se pueden usar diferentes tipos, diseños, cantidades y configuraciones de cualquiera de los sistemas descritos aquí sin desviarse del alcance de algunas realizaciones. Se pueden utilizar menos o más componentes de los que se muestran en relación con los sistemas descritos en el presente documento sin desviarse de algunas realizaciones.

40 El sistema 100 puede comprender, por ejemplo, un eje 102 sustancialmente horizontal, un primer punto 104 situado en el eje 102 y/o un segundo punto 106 situado en el eje 102 (por ejemplo, en el otro lado del sistema opuesto al primer punto 104). En algunas realizaciones, el sistema comprende una turbina de agua atada que tiene un tambor 110 como cuerpo. La turbina de agua atada puede, por ejemplo, comprender un tambor 110 que se extiende  
 45 sustancialmente entre los puntos 104, 106 primero y segundo. El tambor 110 puede, por ejemplo, estar sumergido parcial o completamente. La turbina de agua atada también puede comprender o alternativamente, en algunas realizaciones, una o más aspas 120 acopladas al tambor 110. Las aspas 120 pueden, por ejemplo, ser operables para actuar sobre ellos mediante una fuerza de agua (por ejemplo, como lo indican las tres líneas punteadas horizontales en la figura 1A) para hacer que el tambor 110 gire alrededor del eje 102.

50 En algunas realizaciones, el tambor 110 puede extenderse horizontalmente entre dos discos 130 laterales. Los dos discos 130 pueden, por ejemplo, comprender una superficie interna acoplada al tambor 110 y/o una superficie externa que comprende una proyección. En algunas realizaciones, las proyecciones pueden ser ejes sustancialmente alineados con el eje 102 horizontal. De acuerdo con algunas realizaciones, uno o más generadores 170 están  
 55 acoplados para convertir energía rotacional (por ejemplo, desde la rotación del tambor 110 y/o proyecciones 126 alrededor del eje 102) en energía eléctrica. Los generadores 170 pueden, por ejemplo, estar acoplados mecánicamente a las proyecciones y/o estar suspendidos de allí. De acuerdo con algunas realizaciones, los generadores 170 están asociados con una caja de engranajes sellada hermética al agua.

60 En algunas realizaciones, los generadores 170 también pueden o, como alternativa, estar acoplados a uno o más yugos. Los yugos pueden, por ejemplo, comprender casquillos, rodamientos (por ejemplo, rodamientos de bola) y/u otros dispositivos (no mostrados) que son operables para facilitar y/o permitir que el tambor 110 y/o las proyecciones giren alrededor del eje 102, mientras coloca los generadores 170 para que sean operables para recibir energía rotacional del tambor 110 giratorio y/o proyecciones. En algunas realizaciones, los yugos están acoplados  
 65 rotacionalmente a las proyecciones en y/o cerca del primer y segundo punto 104, 106 en el eje 102. De acuerdo con algunas realizaciones, los yugos pueden ser también o alternativamente partes y/o porciones de los generadores 170.

Los yugos pueden, por ejemplo, comprender una o más bridas, proyecciones, acoplamientos y/u otros objetos asociados y/o unidos a los generadores 170.

5 De acuerdo con algunas realizaciones, los yugos también pueden o alternativamente estar acoplados a una o más ataduras 140. Las ataduras 140 pueden, en algunas realizaciones, estar acopladas al tambor 110, porciones 160 laterales, proyecciones y/o los generadores 170. Las ataduras 140 pueden, por ejemplo, acoplar el tambor 110 a un tercer punto (no mostrado en la figura 1A) estable con respecto al rotor (por ejemplo, en el fondo del flujo de agua o, si el rotor no es flotante), sobre la superficie del agua). En algunas realizaciones, las ataduras 140 pueden comprender cualquier número de cuerdas, cables, alambres y/u otros dispositivos de conexión que se conocen o se vuelven conocidos o practicables. De acuerdo con algunas realizaciones, las ataduras 140 pueden funcionar para acoplar la turbina 110 de agua al tercer punto y/o transferir energía eléctrica desde los generadores 170 hacia el tercer punto (por ejemplo, hacia la superficie del agua).

15 En algunas realizaciones, los discos 130 laterales pueden actuar o alternativamente comprender uno o más estabilizadores. Los estabilizadores pueden ser, por ejemplo, dispositivos sustancialmente en forma de disco acoplados a las proyecciones. De acuerdo con algunas realizaciones, los estabilizadores 150 pueden facilitar la orientación de la turbina de agua (por ejemplo, con respecto al eje 102) perpendicularmente al flujo de agua predominante. Los estabilizadores 150 pueden, por ejemplo, permitir que la turbina de agua se posicione por sí misma y/o se reubique automáticamente a medida que el agua predominante cambia lentamente la dirección.

20 Este flujo cruzado de la fuerza del agua a través de la turbina de agua (y/o el sentido de rotación en sentido horario y/o hacia atrás), De acuerdo con algunas realizaciones, facilita el levantamiento de la turbina 110 de agua. Incluso si alguna porción de la turbina se llena con una sustancia que no es más ligera que el agua (por ejemplo, el agua misma), por ejemplo, el efecto Magnus asociado con la rotación del tambor 110 alrededor del eje 102 puede suministrar una fuerza de elevación a la turbina de agua. De acuerdo con algunas realizaciones, otras fuerzas de elevación (por ejemplo, asociadas con el efecto Savonius) también pueden o alternativamente facilitar el despliegue de la turbina de agua.

30 El ejemplo de la figura 1A ilustra un sistema 110 flotante y, por lo tanto, las ataduras 140 se extienden por debajo del sistema 110 para evitar que el sistema se mueva hacia arriba. Sin embargo, tenga en cuenta que podría proporcionarse un sistema más pesado que el agua, en cuyo caso las ataduras podrían extenderse por debajo del sistema para evitar que se hunda.

35 De acuerdo con algunas realizaciones, un deflector 150 de flujo de agua puede guiar el agua hacia las aspas 120. El deflector 150 o el estator frontal puede tener un borde posterior cerca de las palas de las aspas 120 y por encima de un punto de estancamiento asociado con el sistema 100. Observe que puede haber alguna fluctuación del punto de estancamiento (por ejemplo, un nivel de oscilación o pulso). El volumen del flujo de agua que avanza hacia el rotor de agua cambia durante cada rotación creando una fluctuación en el 'área barrida' o la energía del agua y el flujo que se convierte en torque como potencia. Esta fluctuación es especialmente evidente en el rotor de agua sin el deflector de flujo frontal. De acuerdo con algunas realizaciones, se puede permitir al deflector 150 cierta libertad de movimiento para colocar el borde posterior en o por encima de un punto de estancamiento en relación con una velocidad de flujo de agua particular (por ejemplo, el borde posterior se puede permitir subir y bajar ligeramente). La figura 1B ilustra un sistema 162 en donde un deflector 152 de flujo guía el agua para hacer girar un rotor. De acuerdo con algunas realizaciones, la punta del deflector 152 de flujo puede colocarse en relación con un punto de estancamiento asociado con el rotor (por ejemplo, la punta podría estar ubicada en o debajo del punto de estancamiento).

50 Obsérvese que la velocidad del flujo de agua induce la posición del punto de estancamiento en relación con la tasa de giro del rotor de agua y, por lo tanto, a medida que la velocidad del agua diferente induce potencia, el borde posterior del deflector de flujo puede tener libertad de movimiento. para obtener mejores resultados de apagado. Es decir, el punto de estancamiento de un rotor puede moverse con base en la rotación del rotor. Por ejemplo, la figura 1C ilustra el punto 172 de estancamiento de un rotor cuando el rotor no está girando (el punto 172 de estancamiento está en el punto muerto) en comparación con el mismo punto 174 de estancamiento del rotor cuando el rotor está girando. En particular, el punto de estancamiento ilustrado en la figura 1C se mueve hacia abajo cuando el rotor gira. De acuerdo con algunas realizaciones, las flechas de separación pueden moverse hacia el borde del estator. Obsérvese que el punto de estancamiento generalmente se aleja de la dirección de rotación (el punto de estancamiento es el punto donde se produce la separación del flujo). También tenga en cuenta que si el rotor estaba al revés, el punto de estancamiento (punto de separación del flujo) se movería hacia arriba en la dirección de la rotación. Este movimiento es el resultado del efecto Magnus o Savonius (es decir, una presión más alta con flujo hacia la rotación y una presión más baja con flujo que se mueve con rotación induce un cambio en el punto de separación o punto de estancamiento).

60 De acuerdo con algunas realizaciones, los generadores 170 incluyen un generador de reborde en el borde de los discos 139 laterales (y/o un disco central adicional). Por ejemplo, los generadores 170 pueden estar asociados con un estator magnético enorme (por ejemplo, imanes individuales) con una armadura estacionaria dentro de una carcasa de anillo. En este enfoque, puede que no se requiera una caja de cambios y/o transmisión central. Además, se puede producir una cantidad sustancial de electricidad incluso a revoluciones por minuto ("RPM") relativamente lentas.

Obsérvese que un tambor y/o aspas del rotor pueden formarse de varias maneras diferentes. Por ejemplo, la figura 2A es una vista lateral de un tambor 200 que tiene tres aspas. Obsérvese que la punta de cada aspa o pala puede imitar sustancialmente la superficie del tambor debajo de la aspa como se ilustra por la línea punteada 202 en la figura 2A. Como otro ejemplo, la figura 2B ilustra un rotor 204 en donde tres secciones 208 idénticas podrían estar atornilladas juntas o unidas de otro modo para crear el tambor y las aspas. Como en la figura 2B, la punta de cada aspa o pala puede imitar sustancialmente la superficie del tambor debajo de la aspa como se ilustra por la línea 206 de puntos en la figura 2B.

La figura 2C es una vista lateral de un rotor 240 de agua de acuerdo con algunas realizaciones. El rotor 240 incluye un tambor 210 con tres aspas 220 curvadas. Además, se pueden proporcionar uno o más discos 230 laterales. Solo a modo de ejemplo, el tambor 210 podría tener un diámetro de 6 pies, mientras que las aspas 230 se extienden lejos del tambor 310 un total mínimo de 90 cm (3 pies). Los discos 230 laterales pueden tener un diámetro mayor que la suma de 180 cm (6 pies) y 90 cm (3 pies) multiplicados por dos, que representan ambos lados del rotor 240 (por ejemplo, mayor que 360 cm (12 pies)). Tal enfoque podría proporcionar, por ejemplo, un CoP inusualmente alto, tal como un CoP superior a .30 o incluso .34. Obsérvese que las aspas 220 pueden comprender tres palas de "estilo de aleta de tiburón" de doble cara colocadas horizontalmente a través del tambor 210. Además, téngase en cuenta que a una altura específica, los discos 230 laterales pueden aumentar una burbuja impulsadora de presión que mejora la eficiencia. Además, las proporciones del dispositivo (independientemente del tamaño) que incluyen las aspas 220, el tambor 210 y los discos 230 laterales pueden alterar el CoP. De acuerdo con algunas realizaciones, una porción de borde de cada aspa 220, ubicada sustancialmente opuesta al tambor 210, define un plano sustancialmente paralelo (por ejemplo, paralelo a 10 grados) a un plano definido por una superficie del tambor 210 ubicado entre la porción de borde y el centro del tambor 220 como se ilustra por las líneas punteadas en la figura 2C.

De manera similar, el diseño de un estator frontal (tanto en tamaño como curvatura y dimensiones) y proporciones de los estatores en todas las dimensiones (las superficies curvadas delantera y trasera pueden afectar el CoP junto con la colocación de un borde posterior horizontal de un estator y/o el borde posterior o el "labio" pueden disminuir el flujo de retorno y reducir el pulso no estator (por ejemplo, cuando está por encima de un "punto de estancamiento generalizado"). Además, los cables de anclaje y la colocación del ancla pueden impactar el CoP. Obsérvese que en algunos Realizaciones, el tambor 210 puede rodar alrededor de un eje de retención estático horizontal que atraviesa el tambor 210. Además, el tambor 210 y el eje pueden estar sellados con rodamientos impermeables o anillos de deslizamiento del eje. De acuerdo con algunas realizaciones, un mecanismo generador está dentro del tambor 210. Por ejemplo, el imán se puede mover unido con y en el tambor 210 y una armadura puede ser una rueda o dispositivo tipo disco "estático" que no se mueve (por ejemplo, y puede que no se necesite una caja de engranajes).

La figura 3 ilustra un rotor 300 de acuerdo con algunas realizaciones. En particular, un tambor 310 puede sumergirse en agua y extenderse horizontalmente a lo largo de un eje central entre un primer punto en un primer lado del tambor 310 y un segundo punto en un segundo lado del tambor 310 opuesto al primer lado. Se pueden unir tres aspas 320 curvadas al tambor 310 de tal manera que las aspas 320, cuando actúan sobre ellas mediante un flujo de agua perpendicular al eje, sean operables para provocar la rotación alrededor del eje, en donde una porción 322 de borde de cada aspa, ubicada sustancialmente opuesta el tambor 310 define un plano sustancialmente paralelo a un plano definido por una superficie del tambor 310 ubicada entre la porción de borde 322 y el eje. Además, un generador eléctrico acoplado al tambor 310 puede convertir la energía rotacional producida por la rotación alrededor del eje en energía eléctrica.

Es decir, la rotación causada por la fuerza del agua puede comprender la rotación del tambor alrededor del eje (y la rotación del tambor podría generar una fuerza hacia arriba o hacia abajo, tal como una fuerza de efecto Magnus o Savonius, sobre el tambor 310 dentro del agua).

De acuerdo con algunas realizaciones, la altura máxima de cada aspa 320 y el tambor 310 es sustancialmente igual o mayor que el radio del tambor 310. Además, un primer disco lateral puede estar centrado en el primer punto y paralelo al primer lado del tambor 310 y un segundo disco lateral pueden estar centrados en el segundo punto y paralelo al segundo lado del tambor 310, y los discos laterales primero y segundo pueden extenderse más allá de la distancia máxima entre la altura total de cada aspa y el tambor. Además, el generador eléctrico puede comprender un primer generador acoplado al primer disco lateral y un segundo generador acoplado al segundo disco lateral. Por ejemplo, los generadores pueden estar acoplados a los discos laterales a través de al menos una de: (i) cadenas, (ii) engranajes o (iii) acoplamiento por fricción. De acuerdo con algunas realizaciones, al menos una porción del generador está ubicada dentro del tambor 310. Además, el generador puede incluir al menos un imán y al menos una bobina conductora que se mueven entre sí como resultado de la rotación alrededor del eje.

De acuerdo con algunas realizaciones, un deflector de flujo puede sumergirse con el tambor 310 para dirigir al menos una parte del flujo de agua hacia un área definida por una aspa 320. Por ejemplo, una porción de borde del deflector de flujo sustancialmente próxima al las aspas 320 pueden colocarse sustancialmente en o en el lado opuesto de un plano de estancamiento, en donde el flujo de agua por encima del plano de estancamiento fluye sobre el tambor 310 y el flujo de agua por debajo del plano de estancamiento fluye por debajo del tambor 310. Obsérvese que una porción de borde de el deflector de flujo puede proporcionarse sustancialmente próximo a las aspas 320 para definir un plano sustancialmente paralelo a un plano definido por una superficie del tambor 310 situada entre la porción de borde y el

eje. Además, el deflector de flujo puede incluir un primer lado sustancialmente paralelo al primer lado del tambor 310 y un segundo lado sustancialmente paralelo al segundo lado del tambor 310. De acuerdo con algunas realizaciones, el deflector de flujo incluye una superficie superior de tal manera que el flujo de agua crea una fuerza hacia abajo sobre el deflector de flujo y una superficie inferior de tal manera que el flujo de agua crea una fuerza hacia arriba sobre el deflector de flujo. Además, el deflector de flujo puede comprender un primer deflector de flujo ubicado frente al tambor 310 y que además comprende un segundo deflector de flujo ubicado detrás del tambor 310.

De acuerdo con algunas realizaciones, el rotor 300 es flotante y está anclado a través de al menos un cable flexible a un piso debajo del agua. En este caso, se podría proporcionar un cabrestante activo asociado con cada cable flexible (por ejemplo, para mover el rotor 300 hacia arriba y hacia abajo). De acuerdo con otras realizaciones, el rotor 300 puede ser más pesado que el agua y estar atado a través de al menos un cable flexible a un punto por encima del sistema, tal como un puente, un bote, una presa, boya o una barcaza. En este caso, también se puede asociar un cabrestante activo con cada cable flexible (nuevamente para mover el rotor 300 en el agua).

Por lo tanto, se pueden proporcionar rotores de agua mejorados de acuerdo con algunas realizaciones descritas en el presente documento. Obsérvese que a nivel mundial, la potencia hidroeléctrica proporciona aproximadamente el 20% de la electricidad del mundo y es una energía renovable importante para la producción de potencia eléctrica. Sin embargo, hay un grave déficit ya que la demanda está superando a la oferta y la brecha está creciendo. La potencia hidroeléctrica de baja altura, que genera energía a partir de flujos en movimiento horizontal, puede aumentar potencialmente la producción eléctrica y cerrar esta brecha. Sin embargo, la contribución de la potencia hidroeléctrica de baja altura es relativamente baja porque las soluciones tradicionales no son económicamente viables, requieren velocidades de flujo relativamente altas y existen problemas ecológicos. Miles de ríos y arroyos que podrían proporcionar miles de millones de kilovatios ("kW") de electricidad permanecen sin explotar.

Algunas realizaciones descritas en el presente documento pueden proporcionar un generador de flujo de agua avanzado que es simple, eficiente y económico de fabricar. En particular, algunas realizaciones descritas en el presente documento representan un rotor de tipo Savonius avanzado, que puede incluir un tambor estilizado con palas de doble cara óptimamente curvadas unidas a un tambor de asistencia de flujo y estatores de flujo que capturan eficientemente el flujo de agua y extraen potencia. Los discos laterales pueden ayudar a contener y dirigir o mantener la presión del flujo de agua facilitando la transferencia de energía mejorada. El rotor depende del torque en lugar de velocidades de agua de mayor velocidad, lo que le permite operar en casi cualquier velocidad de flujo. Las pruebas exitosas han incluido la transferencia de energía del flujo de agua a menos de 0,9 m/s (2 MPH) de flujo de agua. Las velocidades de flujo máximas pueden no estar restringidas y la transferencia de energía solo puede estar restringida por limitaciones estructurales de un rotor de agua.

Además, diversas realizaciones pueden ser escalables desde el uso individual hasta aplicaciones de red, incluyen rotores que podrían estar asociados con pequeñas unidades personales o de tamaño de embarcación, unidades comerciales de tamaño medio, unidades de flujo de marea y unidades de gran tamaño de corriente oceánica. Además, los rotores pueden producir unos pocos cientos de vatios o hasta muchos megavatios.

Las realizaciones descritas en el presente documento pueden obtener un torque máximo que da como resultado un alto coeficiente de potencia. Esto puede relacionarse directamente con la potencia vs. el tamaño vs. la velocidad del flujo de agua. Se puede proporcionar una extracción de energía mejorada para una velocidad de flujo de agua que varía de 0,45 m/s (1 milla por hora ("MPH")) a más de 9 m/s (20 MPH) y se pueden obtener índices de eficiencia de extracción de energía del 24% a más del 34%.

Con referencia nuevamente a la figura 1A, el deflector 150 de flujo fijo frontal o "estator puede colocarse en un área de "conflicto" de flujo más bajo. El deflector 150 puede proporcionar un área de "potencia" de barrido amplio. Además, las tres aspas 120 están curvadas de manera que el frente de la pala está en el bolsillo para atrapar y liberar fácilmente el flujo de agua capturada. Dicha configuración proporciona tres fases o posiciones simultáneas para cada una de las tres aspas 120 a medida que giran: (1) avanzar la "desviación del flujo", (2) atrapar la "potencia", y (3) tirar o "retirarse". A medida que las palas avanzan y retroceden en cada posición de fase, se producen varios efectos hidrodinámicos. Estos incluyen elevación en la parte posterior de la pala, presión en la copa de la pala, separación de flujo y desviación del punto de estancamiento hacia la copa de la pala debido a que el tambor central actúa como un dispositivo de desviación de flujo y es asistido por el deflector 150 de flujo frontal (estator).

El "punto de estancamiento" o típicamente el punto medio en el que el flujo se divide para ir para arriba o para abajo y debajo del rotor está controlado por el diseño de manera que prácticamente toda el área frontal del flujo de agua se dirige hacia arriba o hacia el giro móvil de las aspas 320 de rotor. Esto puede denominarse el "área barrida" e incluye el área frontal total en la parte delantera del rotor. La culminación de este diseño puede proporcionar una calificación de eficiencia que exceda de .30 o 30% de captura de energía del flujo de agua a cualquier velocidad. De acuerdo con algunas realizaciones, el sistema puede funcionar invertido (o en cualquier ángulo) cuando se enfrenta al flujo y puede no requerir un posicionamiento nivelado.

Obsérvese que la parte delantera que no se mueve y que se coloca con precisión, en relación con las palas y el tambor, el deflector 150 de flujo o el estator pueden enmascarar la separación del flujo entrante, lo que puede reducir

el conflicto de flujo con el aspa 120 de retorno e inducir un flujo de potencia adicional en el aspa 120 de conducción. Un estator puede aumentar la eficiencia y el torque, del 24% sin deflector a más del 30%. El estator también puede reducir el pulso que ocurre entre cada una de las tres fases de la pala cuando giran dentro y fuera de su posición.

5 El efecto de giro del rotor (dirección de giro) puede usarse para ayudar a reducir la inclinación hacia atrás y un efecto Magnus o Savonius puede ayudar a la estabilidad y/o posicionamiento. La dirección de rotación del rotor giratorio puede inducir una elevación Magnus y/o un efecto Savonius, generalmente conocido como Savonius ya que el rodillo no es más rápido que el flujo del medio (flujo de agua). Por lo tanto, dependiendo de si el rotor es flotante y está anclado o es más pesado que el agua y está asegurado desde arriba (tal como un puente, bote, boya o barcaza). La  
10 dirección de giro del rotor se induce para crear una fuerza de elevación hacia abajo (en una configuración suspendida) o una fuerza de elevación hacia arriba (en versiones ancladas). Este efecto puede ayudar a que la unidad permanezca dentro de una posición "inclinada" o "derecha" utilizable en relación con su punto de sujeción (por ejemplo, una inclinación menos angulada en los cables de sujeción). Además, las realizaciones pueden tener la capacidad de inducir control sobre la elevación y el arrastre debido a la dirección de rotación. Este efecto mantendrá el rotor, por ejemplo,  
15 a menos de un ángulo de inclinación máximo de 45 grados útil para permanecer dentro del centro del agua o los flujos de corriente.

Las aspas 120 pueden tener una curvatura delantera y trasera, y un borde de punta afilado puede ayudar a la separación máxima del flujo y la extracción de energía. Además, los discos 130 laterales, los extremos del tambor 110  
20 del rotor pueden sellar el tambor 110 y los lados de la pala al disco. Los discos 130 pueden extenderse al menos hasta la altura de la punta de la sección transversal, o más, para ayudar a capturar el flujo de agua y evitar que el flujo se derrame alrededor de los lados. Los discos laterales tienen un diámetro tan ancho como las alturas de las puntas de las aspas 120 y pueden ayudar a aumentar una "burbuja" de presión de agua o captura de flujo. Los discos 130 laterales más altos (que las alturas de la punta de la pala) pueden aumentar aún más la captura de flujo. Estas  
25 características (curvatura de la pala delantera y trasera, punta afilada, curvatura del tambor y los discos laterales) capturan el flujo de agua pueden dar como resultado un CoP sustancialmente alta. Obsérvese que el alto nivel de energía rotacional se puede obtener mediante el torque. Las realizaciones pueden operar a velocidades de agua tan bajas como 0,45 m/s (1 MPH) hasta altas tasas de flujo de muchas docenas de metros por segundo (10 MPH).

30 Como se describe en este documento, los rotores pueden diseñarse como un dispositivo flotante asegurado por anclajes, o alternativamente, un dispositivo más pesado que el agua que se puede bajar desde un puente, barcaza, bote o boya. Además, los tamaños de hasta 20 kilovatios pueden ser unidades móviles totalmente transportables.

Obsérvese que los rotores de agua más pequeños (por ejemplo, hasta 20 kW) pueden usar generadores externos accionados por discos laterales grandes. Los rotores de agua más grandes pueden usar un generador de disco grande integral dentro del núcleo del tambor central. Los generadores más grandes pueden, por ejemplo, tener una parte móvil (por ejemplo, los imanes pueden rotar dentro y con el tambor del rotor central a medida que rodean las bobinas del generador estacionario). En cualquier caso, la potente energía rotacional lenta pero poderosa puede crear  
35 electricidad.

40 Algunas realizaciones descritas en el presente documento pueden clasificarse como sistemas de "cabeza baja", lo que significa que el flujo es horizontal o casi horizontal a través de todo el sistema. A diferencia de los sistemas típicos de baja altura, algunas realizaciones pueden implementarse de otras maneras que no sean una turbina de aspas abiertas tipo hélice o una turbina 'similar a un perfil aerodinámico' (que aceleran en el flujo a velocidades de punta más altas que el flujo mismo). Las realizaciones descritas en el presente documento pueden convertir la energía del momento de torque derivada de la velocidad real del flujo de agua y derivar la energía necesaria como torque puro, en contraste con los sistemas con palas tipo hélice que pueden requerir velocidades de flujo más altas.  
45

La figura 4 es una vista frontal de un rotor de agua 400 de acuerdo con algunas realizaciones. el rotor 400 incluye un tambor 410 con tres aspas 420 y un par de discos 430 laterales que crean un "bolsillo" al que se dirige el agua a través de un deflector 450. Los generadores 470 en cada disco 430 lateral pueden convertir la energía rotacional del cuerpo 410 y las aspas 420 en energía eléctrica. La figura 5 es una vista lateral del rotor de agua de la figura 4 de acuerdo con algunas realizaciones. El rotor 500 incluye un tambor 510 circular, aspas 520 y discos 530 laterales. Un deflector 550 guía el agua hacia la aspa 520 superior actualmente para mejorar la rotación. Un generador 570 puede, de acuerdo con algunas realizaciones, incluir un eje estático a través del tambor 510 con rodamientos sellados en cada extremo para permitir que el tambor 510 y las aspas 520 rueden alrededor del eje en el flujo de agua. Por ejemplo, dentro del tambor 510 sellado, se ha colocado un generador 570 acoplado que incluye imanes unidos al tambor 510 interno y una bobina o armadura inmóvil unida al eje estático. Tal generador 570 tendría solo un componente móvil (el anillo de imanes que pasa por las bobinas estáticas) creando electricidad. De acuerdo con otras realizaciones, las cajas de engranajes laterales asociadas con generadores 570 laterales externos pueden proporcionarse en el exterior de los discos 530 laterales de tambor.  
50  
55  
60

Cada una de las tres aspas 520 de "aleta de tiburón" de punta afilada unidas al tambor 510 de núcleo puede incluir un borde que conduce desde una posición paralela a la superficie del tambor 510. Cada pala puede tener una curvatura frontal y una curvatura compuesta lateral posterior que ayuda a inducir un CoP alto para este estilo de rotor 500. Además, los discos 530 laterales pueden exceder la altura vertical o el ancho máximo de las puntas de las aspas 520  
65

(circunferencia) desarrollando una burbuja de presión de flujo de agua que es constante durante la rotación de 360° del rotor 500. Aún más, el deflector 550 frontal pala o estator puede colocarse con respecto al punto de estancamiento del flujo entrante (punto de estancamiento asumido sin el estator). El punto de estancamiento (sin un estator) puede moverse desde un punto medio a una posición más baja debido al efecto Magnus. Agregar el estator con el borde posterior, o el borde posterior, del estator en o por encima del punto de estancamiento inducido puede ayudar aún más a inducir una mayor salida de CoP. De acuerdo con algunas realizaciones, se puede proporcionar una configuración de estator doble, tal como para aplicaciones de flujo de marea (flujo bidireccional). Una configuración de estator doble puede incluir un estator similar al frontal pero ubicado en el lado opuesto y desplazado en el sitio opuesto. En este caso, el estator trasero puede continuar induciendo una rotación continua en la misma dirección, independientemente de si el flujo viene de adelante o atrás, como en una situación de marea.

Obsérvese que el dispositivo ilustrado en relación con las figuras 4 y 5 pueden tener diversas dimensiones. Por ejemplo, el dispositivo podría tener 6 bis 9 m (20 a 30 pies) de ancho con discos laterales que tengan un diámetro de 3 m (10 pies). Como otro ejemplo, el dispositivo podría tener 73 m (240 pies) de ancho con discos laterales que tengan un diámetro de 30 m (100 pies).

Las figuras 6 y 7 ilustran patrones de flujo de agua de acuerdo con algunas realizaciones. En particular, la figura 6 ilustra tres fases 610, 620, 630 de rotor. Con cada revolución del rotor de tres palas, cada pala se mueve a una de las posiciones de "pico" como se muestra en las tres posiciones de rotación. Obsérvese que la copa de la pala, la curvatura de la cara central del tambor núcleo y la parte posterior de cada pala juegan simultáneamente un papel en cada una de las tres posiciones de fase 610, 620, 630. A medida que el rotor gira, cada pala se mueve de una posición a otra en secuencia, conduciendo a la posición y retrocediendo a medida que cada pala conduce a la siguiente posición. En términos simples, el agua que fluye 612 más allá del rotor hace tres cosas simultáneamente: (1) empujar hacia la cara superior de la copa, (2) fluir hacia arriba por la cara del tambor hacia la cara de la copa, y (3) la parte posterior de la pala crea una superficie de presión inferior en ciertas posiciones que también pueden ayudar a tirar de la pala en su rotación.

El punto 614 de estancamiento puede representar dónde se separa el flujo para ir "arriba" o "abajo" se muestra mediante una línea de puntos en la figura 6. Debido a la rotación del rotor, y las fases 610, 620, 630 como se mencionó anteriormente, el punto 614 de estancamiento puede fluctuar hacia arriba y hacia abajo dependiendo de la posición de las palas giratorias. Por encima del punto de estancamiento hay energía de flujo de asistencia positiva, y por debajo del punto de estancamiento está el flujo de arrastre perjudicial. La potencia del rotor proviene del flujo superior por encima del punto de estancamiento, referido como el "área barrida". El área barrida puede ser difícil de calcular ya que está cambiando en el área de flujo tres veces por cada revolución del rotor. Es decir, cada fase 610, 620, 630 puede estar asociada con diferentes dimensiones de captura. Este flujo de área de barrido cambiante puede crear un efecto pulsante donde se transfiere un impulso de energía aumentada y luego disminuida a través de la rotación del rotor a medida que gira en un flujo 612.

Para ayudar a reducir este efecto, la figura 7 ilustra tres fases 710, 720, 730 de rotación del rotor cuando se agrega un deflector o estator 740 al flujo 712 de agua directo. El estator 740 fijo, o deflector curvado, frente al rotor protege el área de flujo posicionada en la parte superior de la posición 714 más alta del punto de estancamiento ligeramente por debajo del diámetro total de las palas del rotor giratorio. El estator 714 puede colocarse en o por encima de la posición más alta del punto de estancamiento y lo más cerca posible del diámetro de las palas del rotor para minimizar el disparo negativo del flujo en ciertas posiciones. La parte posterior del estator 740 puede ser más vertical como se muestra, ya que la pala protegida inferior que sube desde abajo en la parte delantera empuja el agua hacia adelante mientras la pala está en el cuadrante frontal inferior (lo que puede ayudar a bloquear el flujo de retorno). De acuerdo con algunas realizaciones, el estator 740 es tan ancho como el rotor es ancho a través del flujo de agua. Ciertas versiones del estator podrían ser más largas en la parte inferior (longitud de la pala) y podrían agitarse o ensancharse en la "boca" frontal inferior para ayudar a fluir hacia la cara de la pala durante las tres fases de rotación de la pala. Obsérvese que el área de barrido positivo puede permanecer relativamente constante debido al estator 740, por lo tanto, se puede obtener una energía de flujo mejorada sin el efecto de pulsación (por ejemplo, se puede obtener un CoP tan alta o mayor que 30). Obsérvese que el rotor puede funcionar igual de eficientemente "al revés" en un flujo de agua opuesto.

De acuerdo con algunas realizaciones, la parte posterior del estator 740 puede reducirse en una curvatura similar a la delantera, utilizando una forma de tipo creciente. Esto podría tener dos ventajas sobre el diseño de estator "más grueso" ilustrado en la figura 7: (i) puede inducir el efecto Bernoulli en la parte posterior del estator, y (ii) hace que se produzca la fijación del flujo, dirigiendo la turbulencia de flujo inferior que pasa hacia arriba a lo largo de la curva posterior del estator, logrando una mayor eficiencia para las palas del rotor. Un diseño de estator 740 tan delgado también puede reducir la presión de flujo de retorno y ayudar a las características generales del flujo ascendente para aumentar la potencia de rotación (por ejemplo, un aumento de torque).

Pasando a la figura 8, un diagrama de bloques de un sistema 800 que puede operar de acuerdo con cualquiera de las realizaciones descritas aquí. El sistema 800 puede, por ejemplo, comprender un eje 802 sustancialmente horizontal, un primer punto 804 a lo largo del eje 802, un segundo punto 806 a lo largo del eje 802, y/o una turbina 810 de agua que gira alrededor del eje 802 para producir energía eléctrica. La turbina 810 de agua puede, por ejemplo, comprender



- 5 un rotor 812 de agua sumergido que tiene una o más aspas 816 y/o uno o más generadores 830. En algunas realizaciones, la turbina 810 de agua está acoplada a una atadura 840 y/o puede comprender uno o más estabilizadores 850. La atadura 840 puede, por ejemplo, acoplar la turbina 810 de agua a una estación 870 terrestre sobre el agua. La estación 870 terrestre puede, por ejemplo, suministrar energía eléctrica (por ejemplo, a través de alimentaciones 876a-b eléctricas) generada por la turbina 810 de agua a uno o más dispositivos 890 eléctricos y/o a una red 892 eléctrica.
- 10 De acuerdo con algunas realizaciones, los componentes del sistema 800 pueden ser similares en configuración y/o funcionalidad a los componentes asociados con cualquiera de las realizaciones descritas aquí. En algunas realizaciones, menos o más componentes de los que se muestran en la figura 8 pueden incluirse en el sistema 800.
- 15 De acuerdo con algunas realizaciones, la energía eléctrica generada por la turbina 810 de agua se proporciona, a través de la atadura 840, a la estación 870 terrestre. La atadura 840 puede, por ejemplo, comprender cualquier número, tipo y/o configuración de cables estructurales y/o eléctricos, amarres, alambres y/u otros dispositivos. En algunas realizaciones, la atadura 840 puede comprender un cable estructural para mantener una conexión física entre la turbina 810 de agua y la estación 870 terrestre, un cable eléctrico para transferir la energía eléctrica desde la turbina 810 de agua a la estación 870 terrestre, y/o un cable de estación terrestre para proporcionar estación terrestre eléctrica a la turbina 810 de agua.
- 20 De acuerdo con algunas realizaciones, la estación 870 terrestre puede proporcionar la energía eléctrica a través de una primera alimentación 876a eléctrica a un dispositivo 890 eléctrico. En el caso de que la turbina 810 de agua comprenda una pequeña mochila (por ejemplo, de diez a treinta pies de diámetro y/o longitud) y/o versión de potencia de emergencia, por ejemplo, la turbina 810 de agua se utiliza para potenciar directamente uno o más dispositivos 890 eléctricos. Los dispositivos 890 eléctricos pueden incluir, por ejemplo, una linterna de campamento, un televisor, radio, y/u otro aparato o dispositivo. En algunas realizaciones, el dispositivo eléctrico 890 puede comprender un dispositivo de DC potenciado directamente desde la turbina 810 de agua (por ejemplo, a través de la estación 870 terrestre y la primera alimentación 876a eléctrica) y/o de la potencia de la batería desde las baterías (no mostradas) de la estación 870 terrestre asociada con y/o cargada por la turbina 810 de agua.
- 25 De acuerdo con algunas realizaciones, la estación 870 terrestre puede invertir la potencia de DC recibida desde la turbina 810 de agua en potencia de CA. La potencia de CA se utiliza, por ejemplo, para alimentar uno o más dispositivos 890 eléctricos de CA a través de la primera alimentación 876a eléctrica. En algunas realizaciones, la potencia de CA también puede o alternativamente ser suministrada a través de la segunda alimentación 876b eléctrica a una red 892 eléctrica. La red 892 eléctrica puede, por ejemplo, comprender una interconexión a una red eléctrica pública, municipal y/o privada. En algunas realizaciones, la red 892 eléctrica puede comprender cualquier sistema y/o dispositivo de distribución eléctrica. La red 892 eléctrica puede, por ejemplo, comprender una subestación eléctrica, un poste eléctrico, un transformador, cables eléctricos subterráneos y/o una caja de fusibles y/o un sistema de cableado eléctrico de un vehículo y/o edificio (tal como una residencia y/o negocio). En algunas realizaciones, una pluralidad de ataduras 840 y/o turbinas 810 de agua están acopladas y/o asociadas con la estación 870 terrestre. De acuerdo con algunas realizaciones, una pluralidad de estaciones 870 terrestres también pueden o alternativamente suministrar energía eléctrica generada por una o más más turbinas 810 de agua a una o más redes 892 eléctricas y/o dispositivos eléctricos 890. "granjas" y/o "grupos" de turbinas 810 de agua amarradas pueden, por ejemplo, utilizarse para proporcionar energía eléctrica ecológica para satisfacer las necesidades de consumo eléctrico.
- 30 De acuerdo con algunas realizaciones, la estación 870 terrestre puede invertir la potencia de DC recibida desde la turbina 810 de agua en potencia de CA. La potencia de CA se utiliza, por ejemplo, para alimentar uno o más dispositivos 890 eléctricos de CA a través de la primera alimentación 876a eléctrica. En algunas realizaciones, la potencia de CA también puede o alternativamente ser suministrada a través de la segunda alimentación 876b eléctrica a una red 892 eléctrica. La red 892 eléctrica puede, por ejemplo, comprender una interconexión a una red eléctrica pública, municipal y/o privada. En algunas realizaciones, la red 892 eléctrica puede comprender cualquier sistema y/o dispositivo de distribución eléctrica. La red 892 eléctrica puede, por ejemplo, comprender una subestación eléctrica, un poste eléctrico, un transformador, cables eléctricos subterráneos y/o una caja de fusibles y/o un sistema de cableado eléctrico de un vehículo y/o edificio (tal como una residencia y/o negocio). En algunas realizaciones, una pluralidad de ataduras 840 y/o turbinas 810 de agua están acopladas y/o asociadas con la estación 870 terrestre. De acuerdo con algunas realizaciones, una pluralidad de estaciones 870 terrestres también pueden o alternativamente suministrar energía eléctrica generada por una o más más turbinas 810 de agua a una o más redes 892 eléctricas y/o dispositivos eléctricos 890. "granjas" y/o "grupos" de turbinas 810 de agua amarradas pueden, por ejemplo, utilizarse para proporcionar energía eléctrica ecológica para satisfacer las necesidades de consumo eléctrico.
- 35 De acuerdo con algunas realizaciones, la estación 870 terrestre puede invertir la potencia de DC recibida desde la turbina 810 de agua en potencia de CA. La potencia de CA se utiliza, por ejemplo, para alimentar uno o más dispositivos 890 eléctricos de CA a través de la primera alimentación 876a eléctrica. En algunas realizaciones, la potencia de CA también puede o alternativamente ser suministrada a través de la segunda alimentación 876b eléctrica a una red 892 eléctrica. La red 892 eléctrica puede, por ejemplo, comprender una interconexión a una red eléctrica pública, municipal y/o privada. En algunas realizaciones, la red 892 eléctrica puede comprender cualquier sistema y/o dispositivo de distribución eléctrica. La red 892 eléctrica puede, por ejemplo, comprender una subestación eléctrica, un poste eléctrico, un transformador, cables eléctricos subterráneos y/o una caja de fusibles y/o un sistema de cableado eléctrico de un vehículo y/o edificio (tal como una residencia y/o negocio). En algunas realizaciones, una pluralidad de ataduras 840 y/o turbinas 810 de agua están acopladas y/o asociadas con la estación 870 terrestre. De acuerdo con algunas realizaciones, una pluralidad de estaciones 870 terrestres también pueden o alternativamente suministrar energía eléctrica generada por una o más más turbinas 810 de agua a una o más redes 892 eléctricas y/o dispositivos eléctricos 890. "granjas" y/o "grupos" de turbinas 810 de agua amarradas pueden, por ejemplo, utilizarse para proporcionar energía eléctrica ecológica para satisfacer las necesidades de consumo eléctrico.
- 40 Con referencia ahora a la figura 9, se muestra un método 900 de acuerdo con algunas realizaciones. En algunas realizaciones, el método 900 puede realizarse mediante y/o utilizando cualquiera de los sistemas y/o cualquiera de los componentes del sistema descritos en este documento. Los diagramas de flujo descritos en este documento no implican necesariamente un orden fijo para las acciones, y las realizaciones pueden realizarse en cualquier orden que sea factible. Obsérvese que cualquiera de los métodos descritos en este documento puede realizarse mediante hardware, software (incluido el microcódigo), firmware, medios manuales o cualquier combinación de los mismos. Por ejemplo, un medio de almacenamiento puede almacenar en él instrucciones que, cuando son ejecutadas por una máquina, dan como resultado un rendimiento de acuerdo con cualquiera de las realizaciones descritas en este documento.
- 45 En algunas realizaciones, el método 900 puede comenzar desplegando una turbina de agua de acuerdo con cualquiera de las realizaciones descritas en el presente documento, en 902. De acuerdo con algunas realizaciones, la turbina de agua se despliega llenando al menos parcialmente un tambor de la turbina de agua con agua. En algunas realizaciones, tanto la flotabilidad natural como el efecto Magnus/Savonius pueden hacer que la turbina de agua permanezca a una profundidad desplegada.
- 50 El método 900 puede continuar, De acuerdo con algunas realizaciones, recibiendo energía eléctrica generada por la turbina de agua amarrada, en 904. La turbina de agua puede, por ejemplo, rotar y/o girar alrededor de un eje horizontal para conducir uno o más generadores para generar energía eléctrica. En algunas realizaciones, la energía eléctrica es recibida por un dispositivo, entidad y/u otro objeto tal como una estación terrestre, edificio, estructura (por ejemplo, un puente, torre u otra estructura), y/o vehículo (por ejemplo, un barco, aeronave, tren u otro vehículo). En algunas realizaciones, la misma entidad y/o dispositivo que facilitó, condujo y/o estuvo asociado con el despliegue de la turbina
- 55 El método 900 puede continuar, De acuerdo con algunas realizaciones, recibiendo energía eléctrica generada por la turbina de agua amarrada, en 904. La turbina de agua puede, por ejemplo, rotar y/o girar alrededor de un eje horizontal para conducir uno o más generadores para generar energía eléctrica. En algunas realizaciones, la energía eléctrica es recibida por un dispositivo, entidad y/u otro objeto tal como una estación terrestre, edificio, estructura (por ejemplo, un puente, torre u otra estructura), y/o vehículo (por ejemplo, un barco, aeronave, tren u otro vehículo). En algunas realizaciones, la misma entidad y/o dispositivo que facilitó, condujo y/o estuvo asociado con el despliegue de la turbina
- 60 El método 900 puede continuar, De acuerdo con algunas realizaciones, recibiendo energía eléctrica generada por la turbina de agua amarrada, en 904. La turbina de agua puede, por ejemplo, rotar y/o girar alrededor de un eje horizontal para conducir uno o más generadores para generar energía eléctrica. En algunas realizaciones, la energía eléctrica es recibida por un dispositivo, entidad y/u otro objeto tal como una estación terrestre, edificio, estructura (por ejemplo, un puente, torre u otra estructura), y/o vehículo (por ejemplo, un barco, aeronave, tren u otro vehículo). En algunas realizaciones, la misma entidad y/o dispositivo que facilitó, condujo y/o estuvo asociado con el despliegue de la turbina
- 65 El método 900 puede continuar, De acuerdo con algunas realizaciones, recibiendo energía eléctrica generada por la turbina de agua amarrada, en 904. La turbina de agua puede, por ejemplo, rotar y/o girar alrededor de un eje horizontal para conducir uno o más generadores para generar energía eléctrica. En algunas realizaciones, la energía eléctrica es recibida por un dispositivo, entidad y/u otro objeto tal como una estación terrestre, edificio, estructura (por ejemplo, un puente, torre u otra estructura), y/o vehículo (por ejemplo, un barco, aeronave, tren u otro vehículo). En algunas realizaciones, la misma entidad y/o dispositivo que facilitó, condujo y/o estuvo asociado con el despliegue de la turbina

de agua (por ejemplo, en 902) puede recibir la energía eléctrica. De acuerdo con algunas realizaciones, la energía eléctrica puede utilizarse, invertirse, convertirse, almacenarse y/o gestionarse de otro modo. La energía eléctrica de DC recibida de la turbina de agua puede, por ejemplo, convertirse o invertirse en energía eléctrica de CA y/o se almacena en una o más baterías o bancos de baterías.

De acuerdo con algunas realizaciones, el método 900 puede continuar transmitiendo la energía eléctrica para su uso en la alimentación de uno o más dispositivos eléctricos, en 906. La energía eléctrica puede, por ejemplo, transmitirse a uno o más dispositivos eléctricos locales al dispositivo, objeto y/o entidad asociada con el despliegue de la turbina de agua (por ejemplo, en 902) y/o asociada con la recepción de la energía de la turbina de agua (por ejemplo, en 904).

En algunas realizaciones, la energía eléctrica también puede o alternativamente ser transmitida, para alimentar otros dispositivos eléctricos y/o para facilitar la alimentación de otros dispositivos eléctricos. En el caso de que la energía eléctrica se transmita a una red eléctrica (por ejemplo, por una turbina de agua más grande y/o por un grupo de turbinas de agua), por ejemplo, la energía eléctrica puede simplemente agregarse al conjunto de energía eléctrica utilizada por la red para potenciar diversos dispositivos eléctricos (por ejemplo, diversos hogares y/o negocios). Por ejemplo, la figura 10 ilustra 1000 un rotor 1010 de agua de tamaño comercial que podría transportarse a través de un camión 1020 de plataforma plana de acuerdo con algunas realizaciones. Solo a modo de ejemplo, el rotor puede tener 17 pies de ancho y tener discos laterales con un diámetro de 5 o 6 pies.

De acuerdo con otras realizaciones, un excursionista, navegante, propietario de una casa y/u otra entidad o individuo puede utilizar una versión pequeña de una turbina de agua, por ejemplo, para potenciar uno o más campamentos, embarcaciones y/o sistemas eléctricos residenciales. dispositivos. Por ejemplo, la figura 11 ilustra 1100 un rotor 1110 de agua sumergido debajo de una superficie 1120 de un cuerpo de agua de acuerdo con algunas realizaciones. En particular, el rotor 1110 de agua está unido a una plataforma 1130 sobre el agua para alimentar una batería 1140.

De acuerdo con algunas realizaciones, la energía eléctrica producida por la turbina de agua puede venderse, intercambiarse y/o proporcionarse de otro modo a una pluralidad de consumidores. En algunas realizaciones, los consumidores de la energía eléctrica pueden, por ejemplo, alimentar diversos dispositivos eléctricos que utilizan la energía eléctrica. En algunas realizaciones, la energía eléctrica está asociada con incentivos y/u otros beneficios asociados con la naturaleza renovable y/o ecológica de la turbina de agua y/o el método con el que se produce la energía eléctrica. Los consumidores pueden pagar una prima y/o elegir específicamente, por ejemplo, utilizar parte o la totalidad de la energía producida por la turbina de agua (y/o la energía que representa la energía eléctrica producida por la turbina de agua). De acuerdo con algunas realizaciones, otros beneficios intrínsecos y/o externalidades pueden estar asociados con la utilización de la turbina de agua y/o la energía eléctrica "verde" producida a partir de allí.

La figura 12 es una vista 1200 frontal de una turbina de agua que tiene generadores laterales de acuerdo con algunas realizaciones. Un eje 1210 puede moverse cuando las aspas 1220, 1222 son empujadas por un flujo de agua. Un par de generadores 1270 ubicados a cada lado del eje 1210 incluyen imanes 1272 y bobinas 1274 estacionarias no móviles. A medida que los imanes 1272 se mueven más allá de las bobinas 1274, se producirá una corriente. Obsérvese que se pueden proporcionar muchas variaciones y/o implementaciones para las realizaciones descritas en este documento. Por ejemplo, de acuerdo con algunas realizaciones, las aspas se pueden unir a un tambor sumergido (y así hacer que gire el tambor sumergido). En otras realizaciones, las aspas pueden girar mientras que el tambor sumergido no lo hace. De acuerdo con algunas realizaciones, el generador 1270 no usa un reborde de imanes móviles, pero de hecho usa dos discos de imanes 1272 unidos al reborde, a cada lado de la bobina 1274 no móvil. Tal enfoque puede proporcionar un generador de diámetro aumentado y actuar para contener la carga de presión de agua contra las palas 1220, 1222 accionadas. El generador 1270 puede alojarse en una carcasa de metal o fibra de vidrio.

De acuerdo con otras realizaciones, se puede colocar un único generador en el centro del rotor de agua. Por ejemplo, la figura 13 es una vista 1300 frontal de una turbina de agua que tiene un generador 1370 central de acuerdo con algunas realizaciones. Como antes, un eje 1310 puede moverse cuando las aspas 1320, 1322 son empujadas por un flujo de agua. El generador 1370 ubicado en el centro del eje 1310 incluye imanes 1372 y bobinas 1374 estacionarias no móviles. A medida que los imanes 1372 se mueven más allá de las bobinas 1374, se producirá una corriente. En esta realización, los dos discos exteriores pueden incluir apéndices de flotabilidad estilizados, y el eje "estático" del núcleo central puede ser un tubo grande (no sólido) unido a la armadura inmóvil o radios de retención en "bobina" alrededor de los cuales giran los imanes. El eje central 1310 puede estar centrado dentro del tambor en un tubo que es parte del centro del tambor interno, un tubo central que corre lateralmente de lado a lado como parte del interior del tambor. El tubo del tambor puede ser, por ejemplo, más grande que el eje estático para no crear una interfaz o fricción. Se pueden proporcionar rodamientos que sellen la cápsula o disco del generador de los elementos externos (es decir, agua).

Un rotor de este tipo puede proporcionar un sistema generador de 20 kW con el generador 1370 de disco grande central capaz de producir eficiencia eléctrica a muy bajas RPM. Este tipo de generador 1370 tiene solo una parte móvil (la cual es el tambor externo y los imanes a medida que pasan la armadura fija de radios centrales con las bobinas estáticas). El sistema puede, por ejemplo, estar firmemente anclado a un lecho de río con el rotor suspendido debajo de la superficie a una profundidad de velocidad de flujo máxima. La potencia se puede conducir a la comunidad de

usuarios a través de un cable submarino. Tal sistema puede, de acuerdo con algunas realizaciones, ser completamente móvil y diseñado para caber en un remolque de camión estándar.

- 5 La figura 14 ilustra la generación 1400 de potencia potencial a diversas velocidades del agua de acuerdo con algunas realizaciones. Obsérvese que a una velocidad de flujo de 4 mph, algunas realizaciones descritas en este documento pueden generar aproximadamente 20 kW, en este caso haciendo referencia a un área barrida o área frontal de 18 m<sup>2</sup> (200 pies cuadrados), por ejemplo, 3 mx 6 m (10 pies a 20 pies). A medida que aumenta la velocidad del flujo, la potencia de salida puede aumentar como se indica en el gráfico. Obsérvese que algunas realizaciones pueden proporcionar unidades de uso de consumo relativamente pequeñas, incluido un rotor de agua "guardabarros rodante para navegantes" que podría proporcionar potencia a las embarcaciones fondeadas mientras se mueven lentamente. El dispositivo plegable puede caerse en la corriente, llenarse automáticamente con agua y comenzar a girar en la corriente. Obsérvese que la potencia de salida por "Área Barrida" aumenta proporcionalmente al aumentar o disminuir la salida lineal al tamaño del dispositivo que refleja el alto CoP.
- 10
- 15 Las diversas realizaciones descritas en el presente documento tienen el único fin de ilustrar. Los expertos en la materia notarán que se pueden hacer diversas sustituciones a las realizaciones descritas aquí sin apartarse del alcance de la presente invención. Por ejemplo, aunque en este documento se han descrito ejemplos que despliegan un solo rotor de agua, tenga en cuenta que las realizaciones podrían desplegarse como grupos de rotores de agua, que incluyen líneas horizontales o verticales de rotores, conjuntos de rotores paralelos o secuenciales, y/o una matriz 2D o 3D de rotores. Además, tenga en cuenta que algunas realizaciones pueden proporcionar un rotor de agua que esté orientado sustancialmente verticalmente bajo el agua (por ejemplo, en lugar de sustancialmente horizontal como se describe principalmente aquí). Es decir, las realizaciones se pueden usar horizontalmente o verticalmente, o cualquier cosa intermedia siempre que esté orientada hacia el flujo de agua. Por ejemplo, un rotor de agua puede funcionar cuando está parado de lado (por ejemplo, siempre que el ángulo frontal y el área de barrido frontal sean consistentes con las descripciones en este documento) en "pilas" del rotor, tal como en aguas relativamente poco profundas. Los expertos en la materia también reconocerán a partir de esta descripción que se pueden practicar otras realizaciones con modificaciones y alteraciones limitadas solo por las reivindicaciones.
- 20
- 25

**REIVINDICACIONES**

1. Un sistema (100), que comprende:

- 5 un tambor (110) sumergido en agua y que se extiende horizontalmente a lo largo de un eje (102) central entre un primer punto (104) en un primer lado del tambor (110) y un segundo punto (106) en un segundo lado del tambor (110) opuesto al primer lado;
- 10 exactamente tres aspas (120) curvadas unidas al tambor (110) de tal manera que las aspas (120), cuando actúan sobre ellas por un flujo de agua perpendicular al eje (102) central, sean operables para causar la rotación del tambor (110) alrededor del eje (102) central, y en donde una sección transversal de cada aspa (120) incluye un lado cóncavo y un lado convexo, el lado convexo curvado de manera diferente al lado cóncavo, de modo que: 1) el lado cóncavo de una aspa (120) se encuentra con el lado convexo de una aspa (120) vecina en el tambor (110) en una transición suave sustancialmente lineal desde el lado cóncavo de una aspa (120) al lado convexo de la aspa (120) vecina, 2 ) cada aspa (120) es más estrecha en un extremo de la punta opuesta al tambor (110) en comparación con un extremo de raíz en el tambor (110), y 3) una porción de borde de cada aspa (120), ubicada sustancialmente opuesta al tambor (110), define un plano sustancialmente paralelo a un plano definido por una superficie del tambor (110) ubicado entre la porción de borde y el eje (102) central;
- 20 un deflector (150) de flujo sumergido con el tambor (110) para dirigir al menos parte del flujo de agua hacia un área definida por una aspa (120); y
- 25 un generador (170 eléctrico) acoplado al tambor para convertir la energía rotacional producida por la rotación alrededor del eje (102) en energía eléctrica,
- en donde el sistema (100) opera en diversas velocidades de flujo de agua que van desde 0.44704 metros por segundo (1 milla por hora, MPH) hasta más de 8.9408 metros por segundo (20 MPH), y además en donde la rotación del tambor (110) genera fuerza hacia arriba o hacia abajo sobre el tambor (110) dentro del agua.
- 30 2. El sistema (100) de la reivindicación 1, que comprende además:
- un primer disco (130) lateral centrado en el primer lado del tambor (110); y
- 35 un segundo disco (130) lateral orientado paralelo al primer disco (130) lateral y centrado en el segundo lado del tambor (110), en donde los discos (130) laterales primero y segundo tienen cada uno un radio que es mayor que una distancia entre el eje central (102) y el extremo de cada aspa (120) opuesto al tambor (110).
- 40 3. El sistema (100) de la reivindicación 2, en donde el generador (170) eléctrico comprende un primer generador acoplado al primer disco (130) lateral y un segundo generador está acoplado al segundo disco (130) lateral.
4. El sistema (100) de la reivindicación 1, en donde al menos una porción del generador (170) está ubicada dentro del tambor (110).
- 45 5. El sistema (100) de la reivindicación 4, en donde el generador (170) incluye al menos un imán y al menos una bobina conductora que se mueven entre sí como resultado de la rotación alrededor del eje (102) central.
6. El sistema (100) de la reivindicación 1, en donde el sistema (100) es flotante y está anclado a través de al menos un cable (140) flexible a un piso debajo del agua.
- 50 7. El sistema (100) de la reivindicación 6, que comprende además un cabrestante activo asociado con al menos un cable (140) flexible.
8. El sistema (100) de la reivindicación 1, en donde el sistema (100) es más pesado que el agua y está atado a través de al menos un cable (140) flexible a un punto por encima del sistema.
- 55 9. El sistema (100) de la reivindicación 8, en donde el punto está asociado con al menos uno de: (i) un puente, (ii) un bote, (iii) una presa, (iv) una boya, o (v) una barcaza
- 60 10. El sistema (100) de la reivindicación 8, que comprende además un cabrestante activo asociado con al menos un cable (140) flexible.

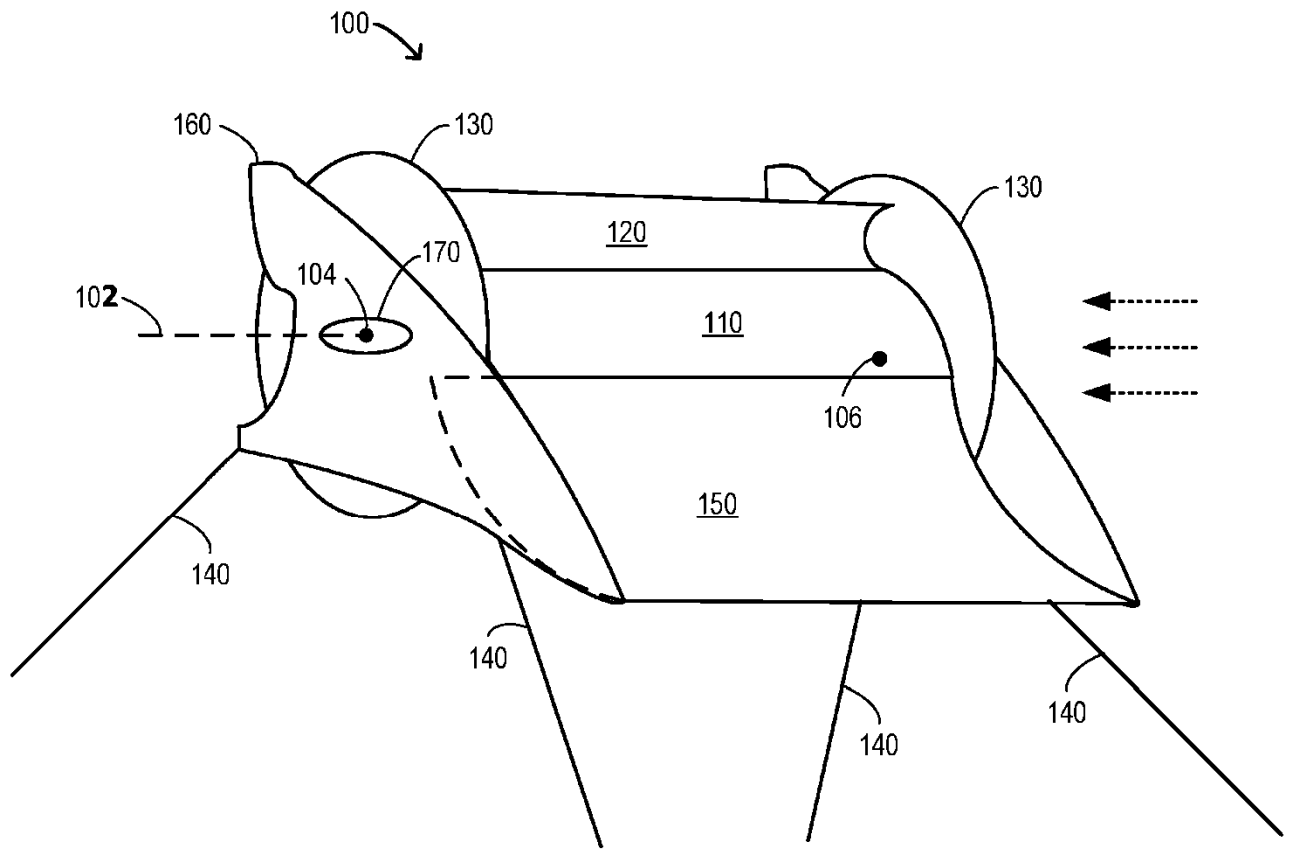


FIG. 1A

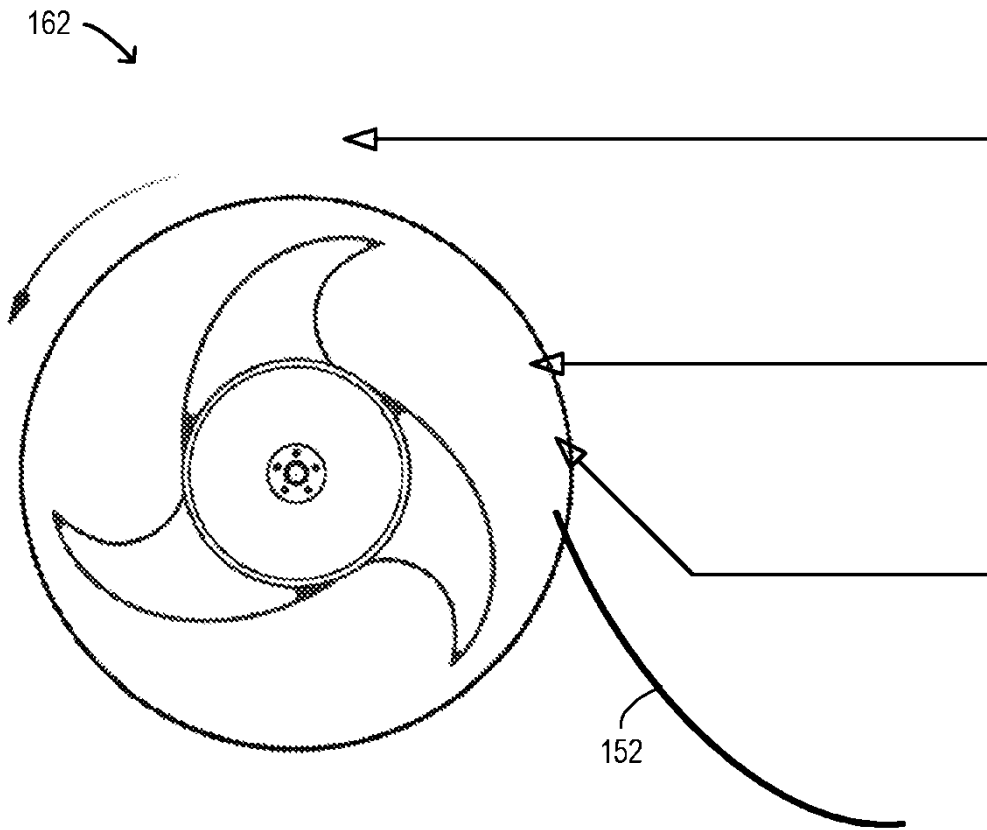
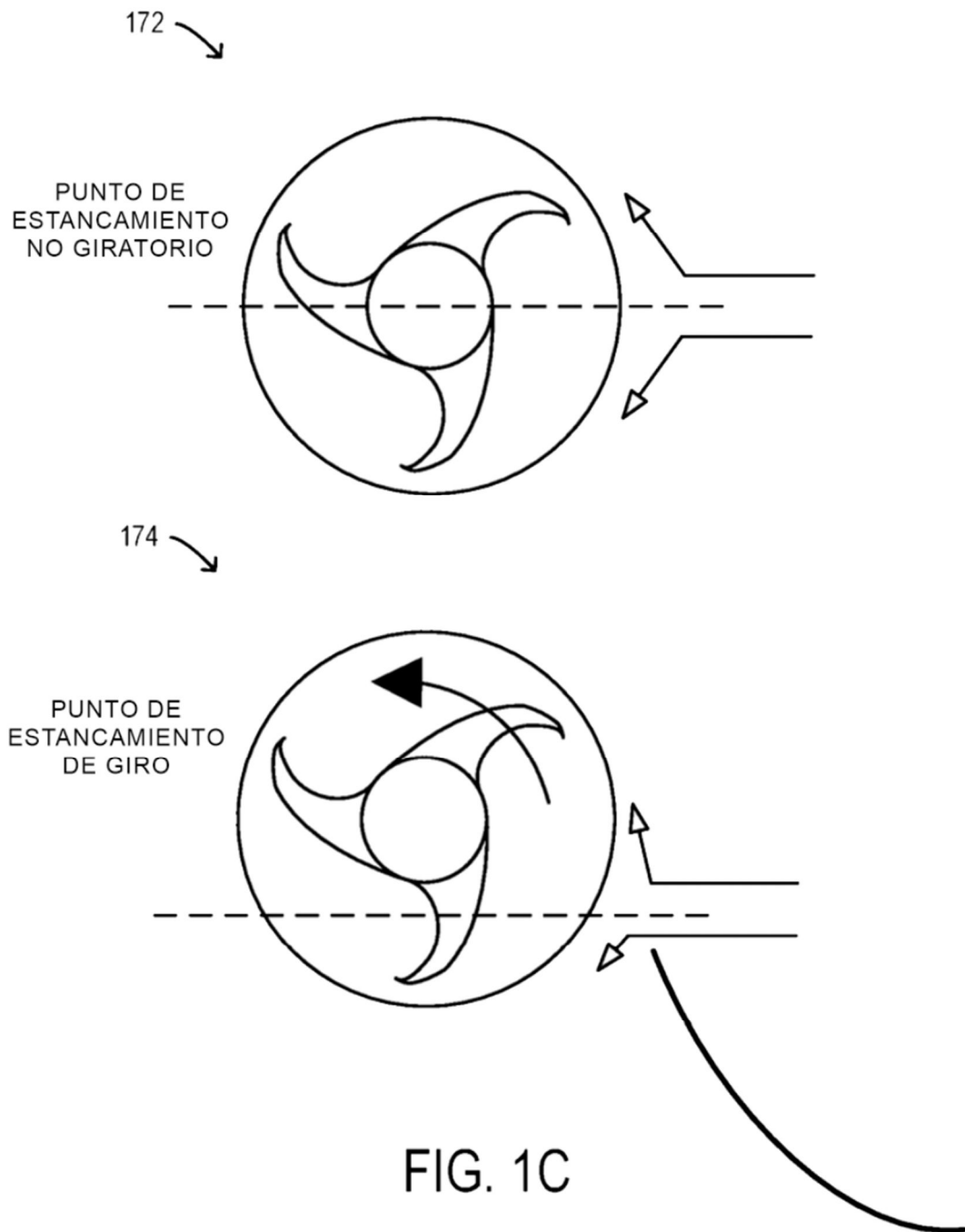


FIG. 1B



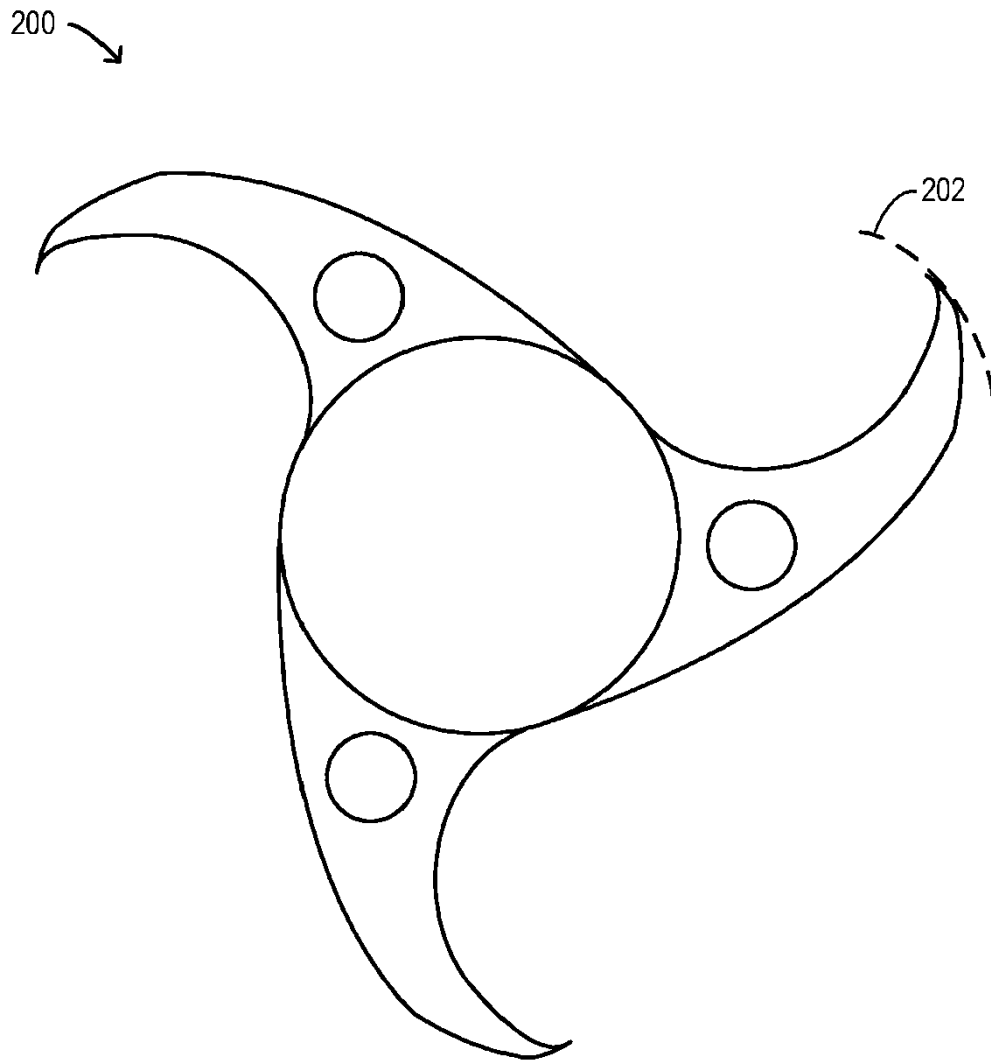


FIG. 2A



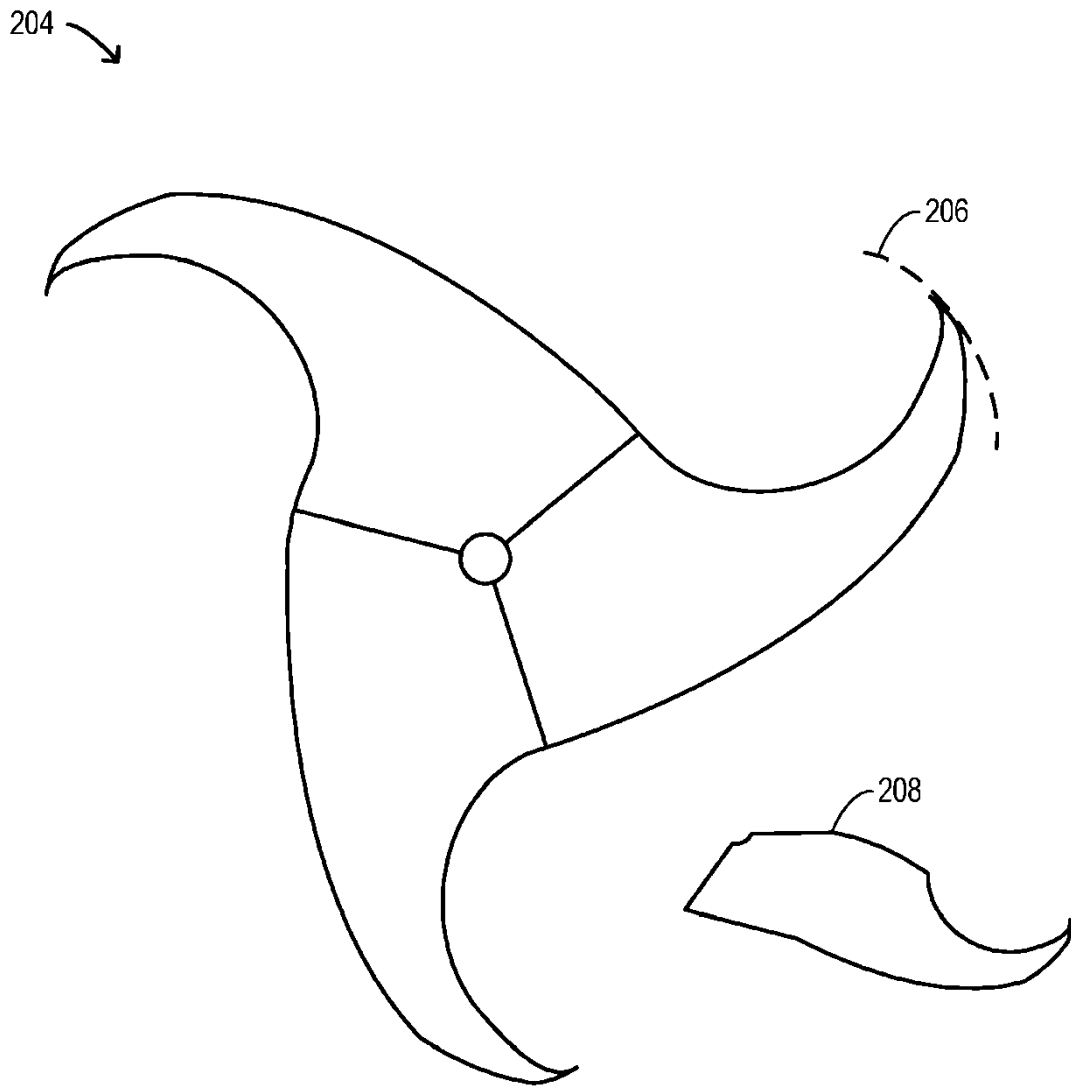


FIG. 2B

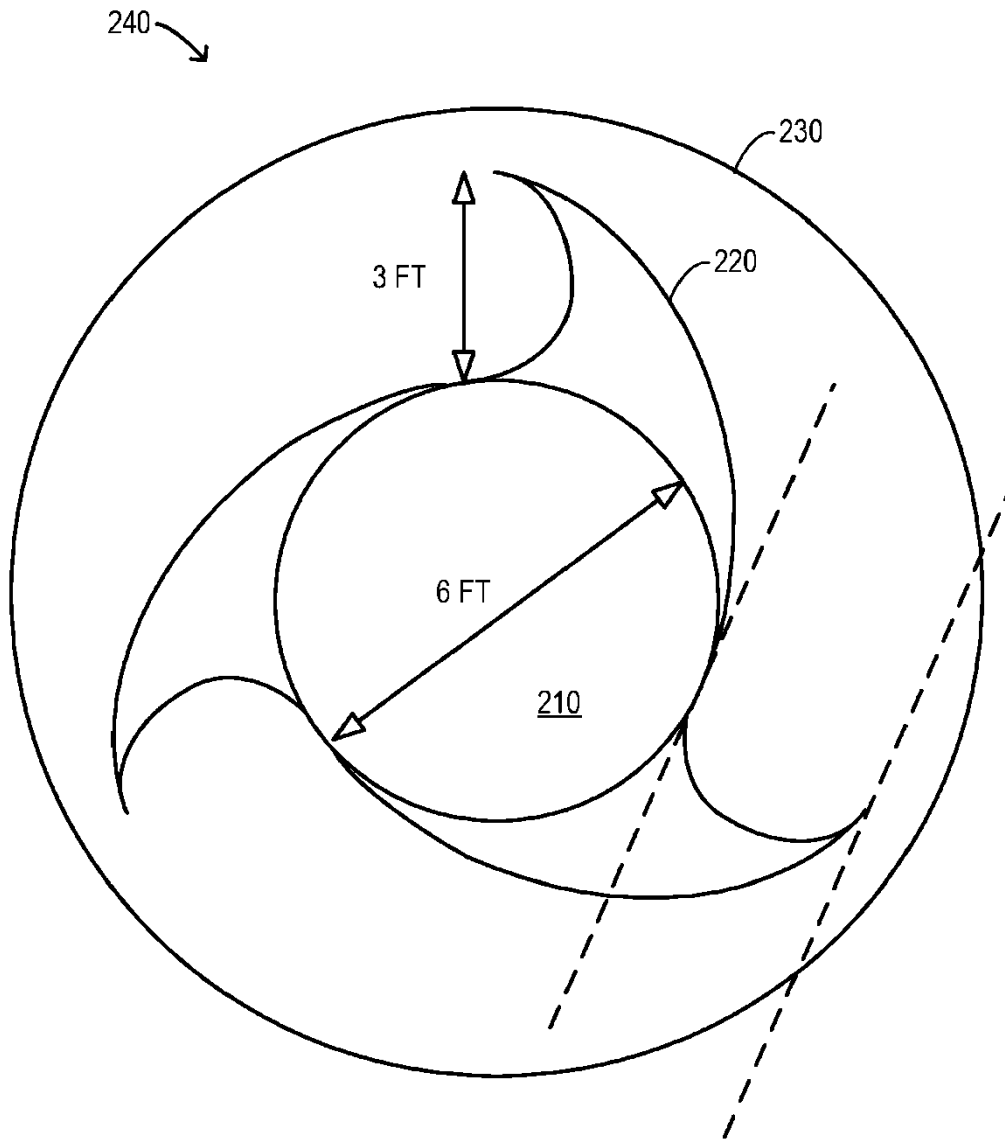


FIG. 2C

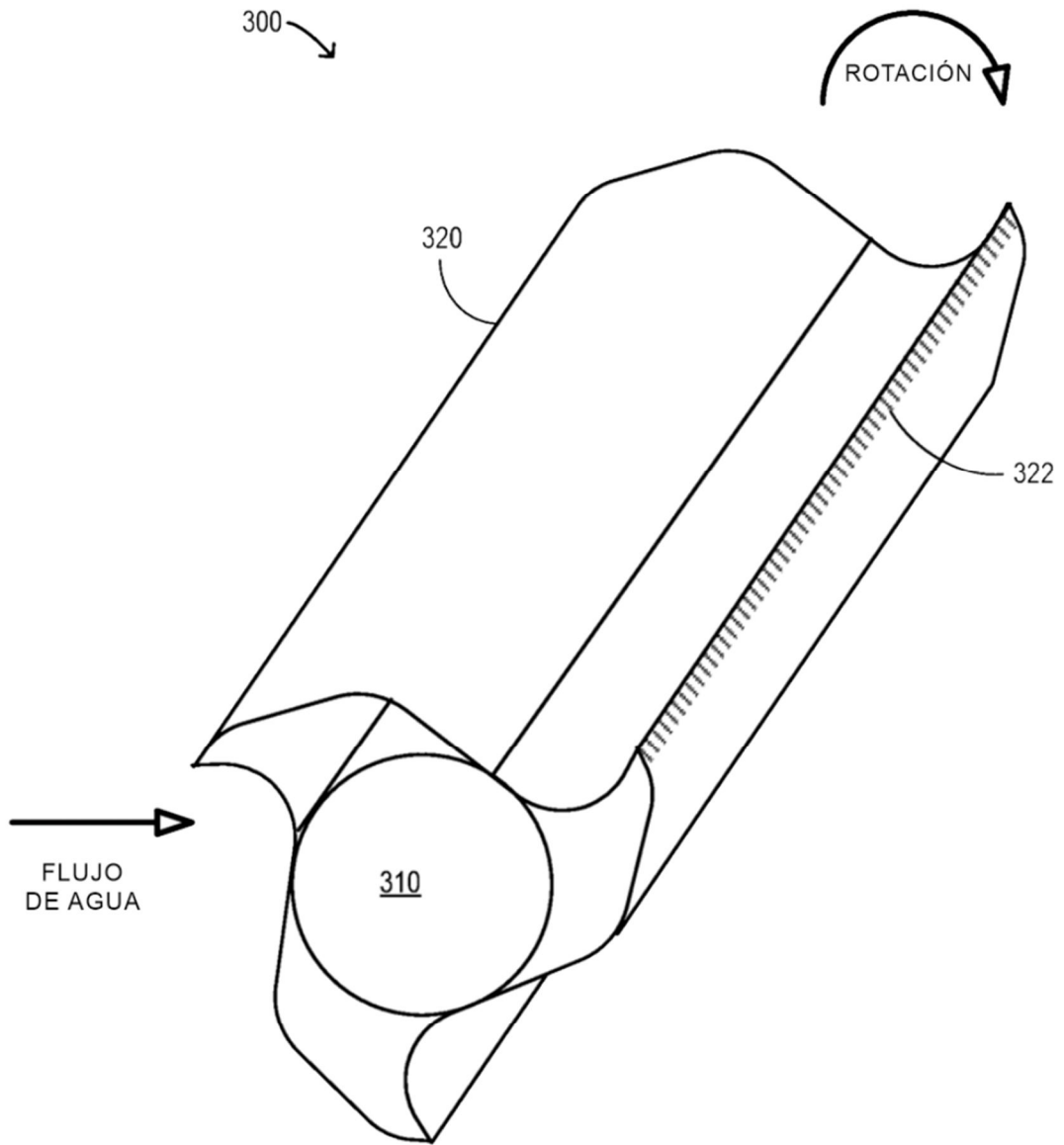


FIG. 3

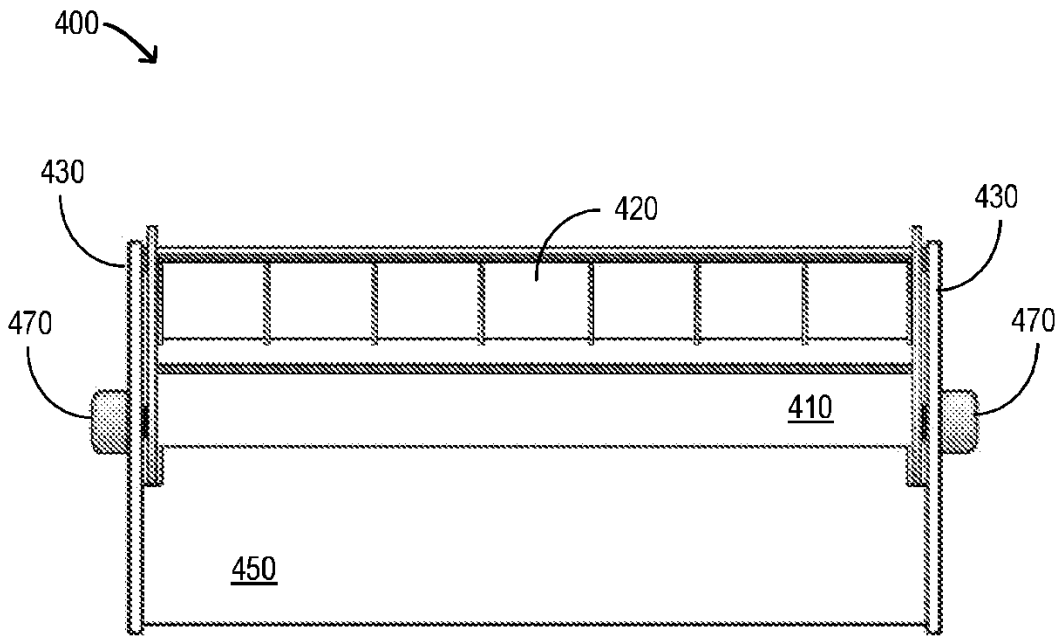


FIG. 4

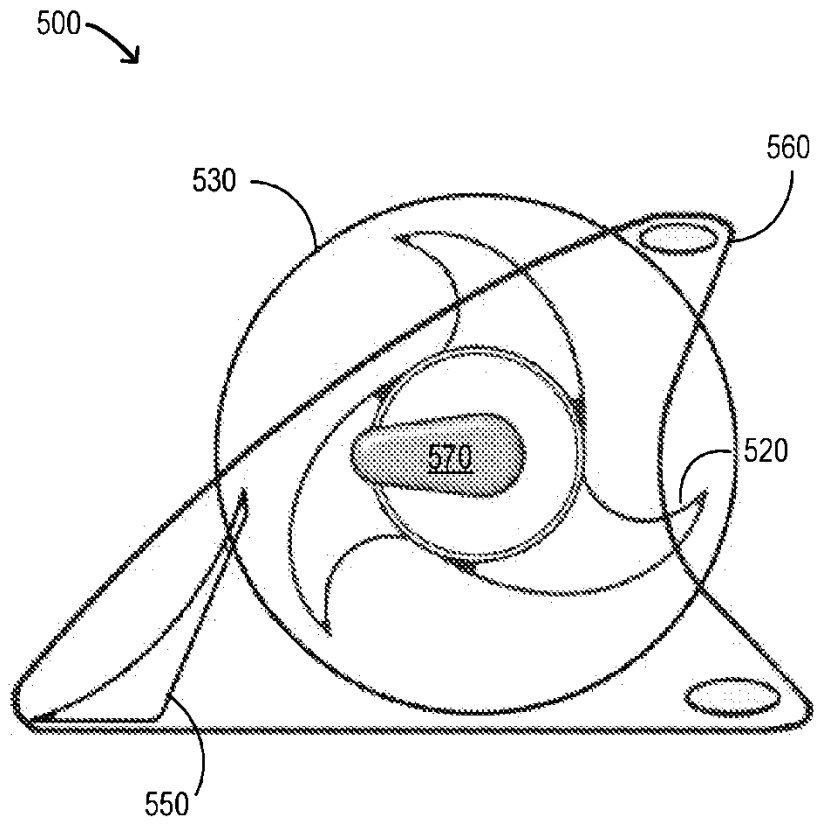


FIG. 5

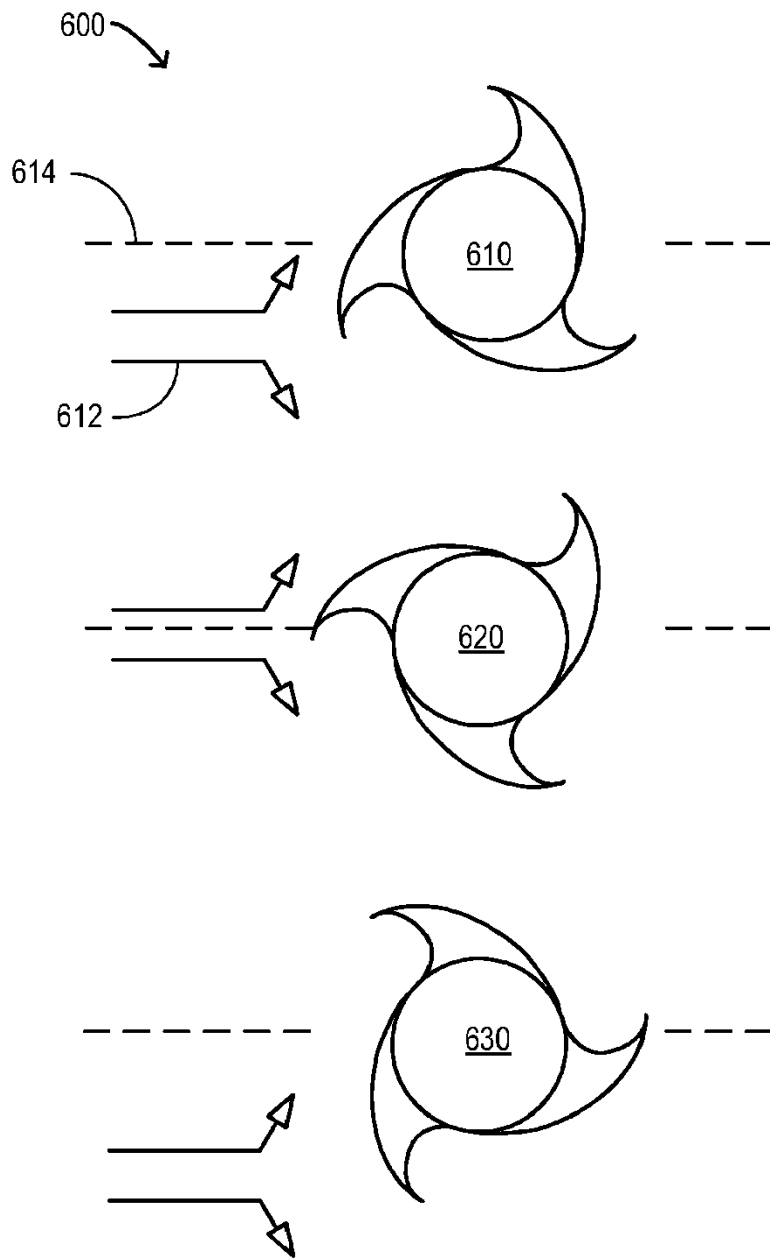


FIG. 6

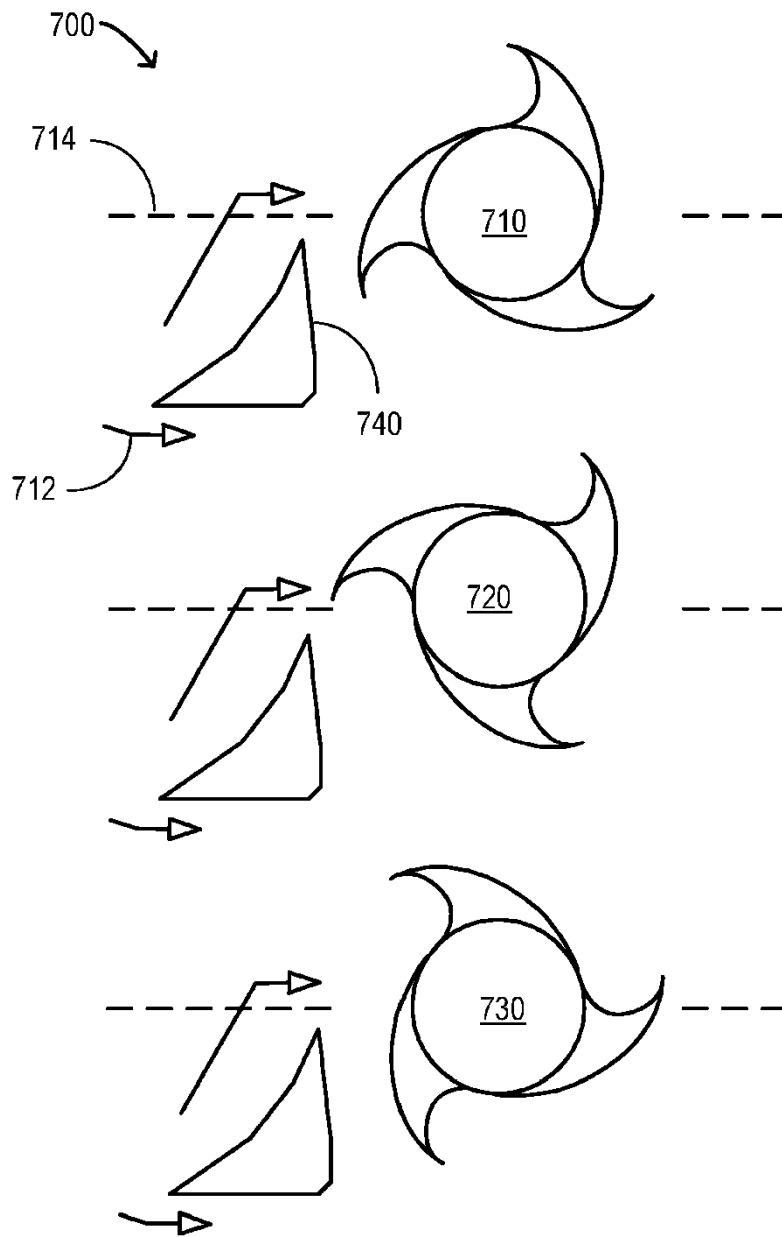


FIG. 7

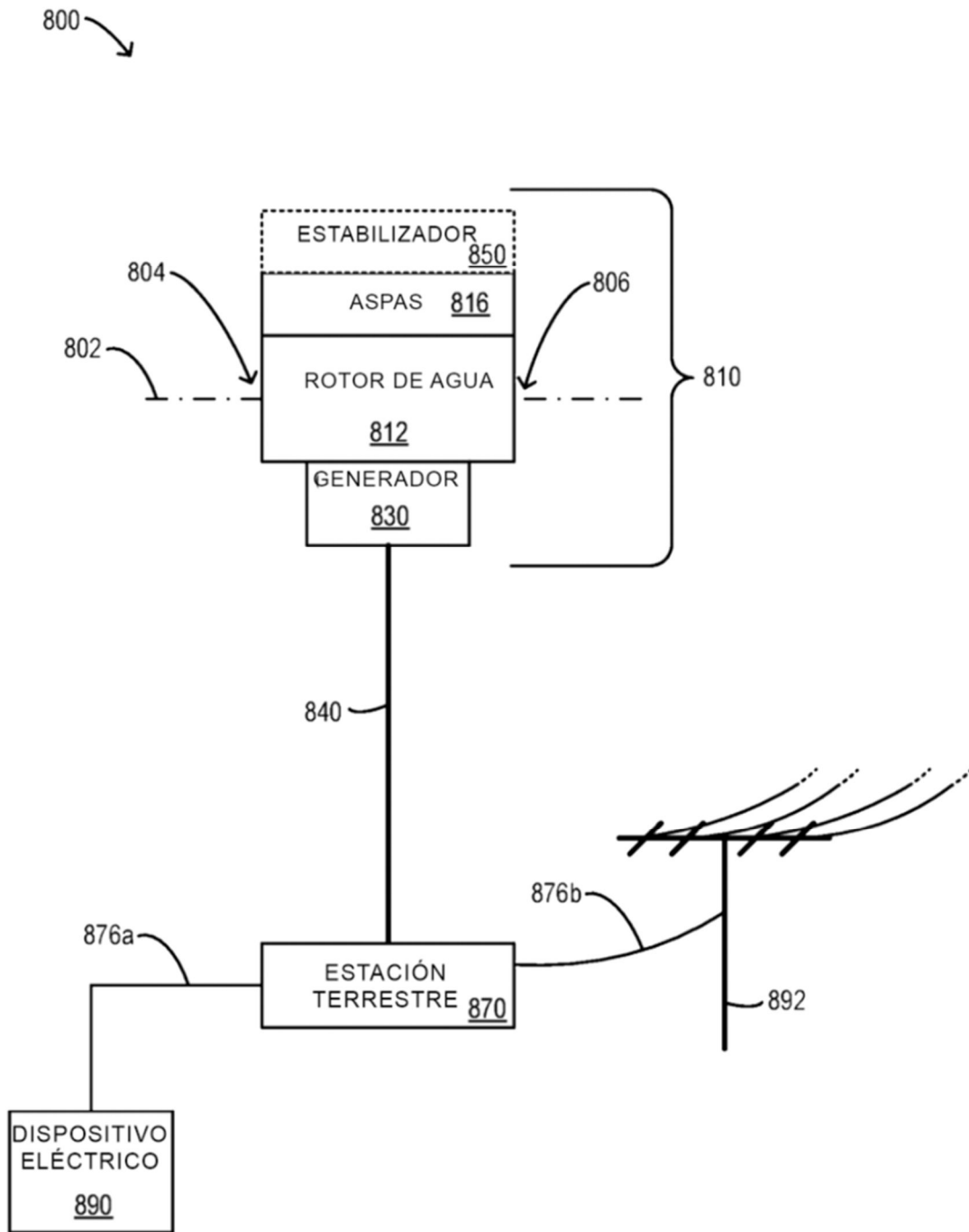


FIG. 8



900 ↘

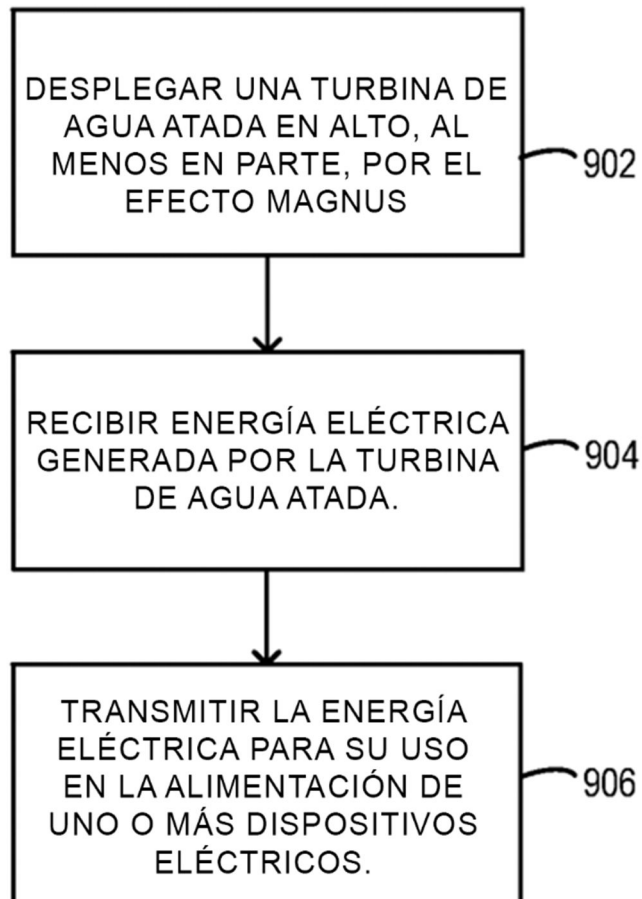


FIG. 9

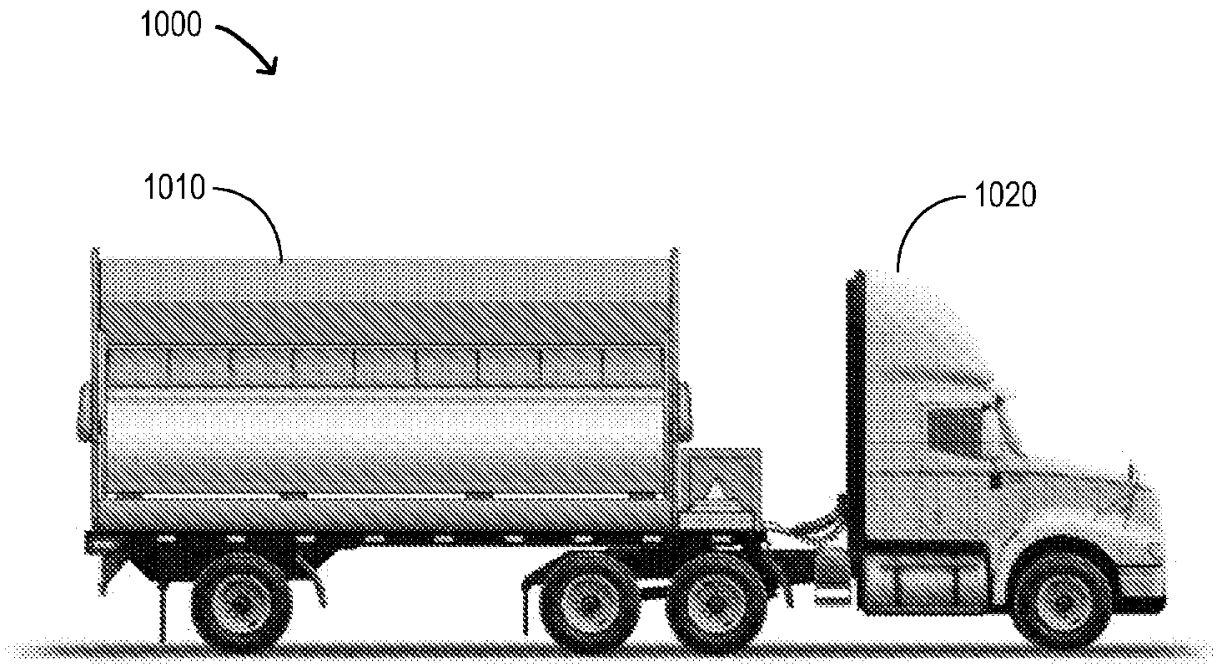


FIG. 10

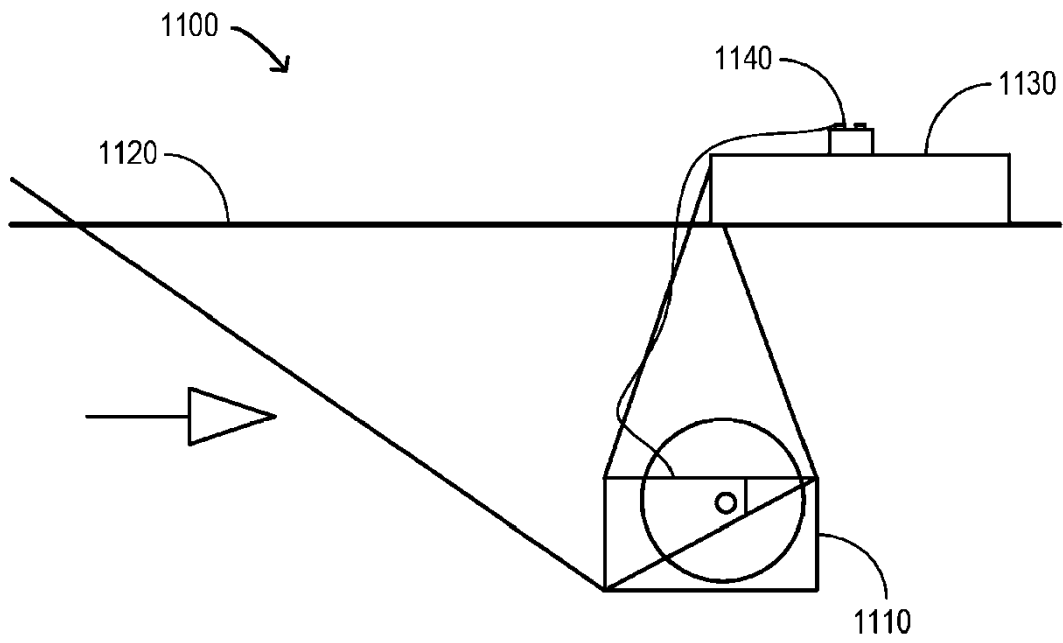


FIG. 11

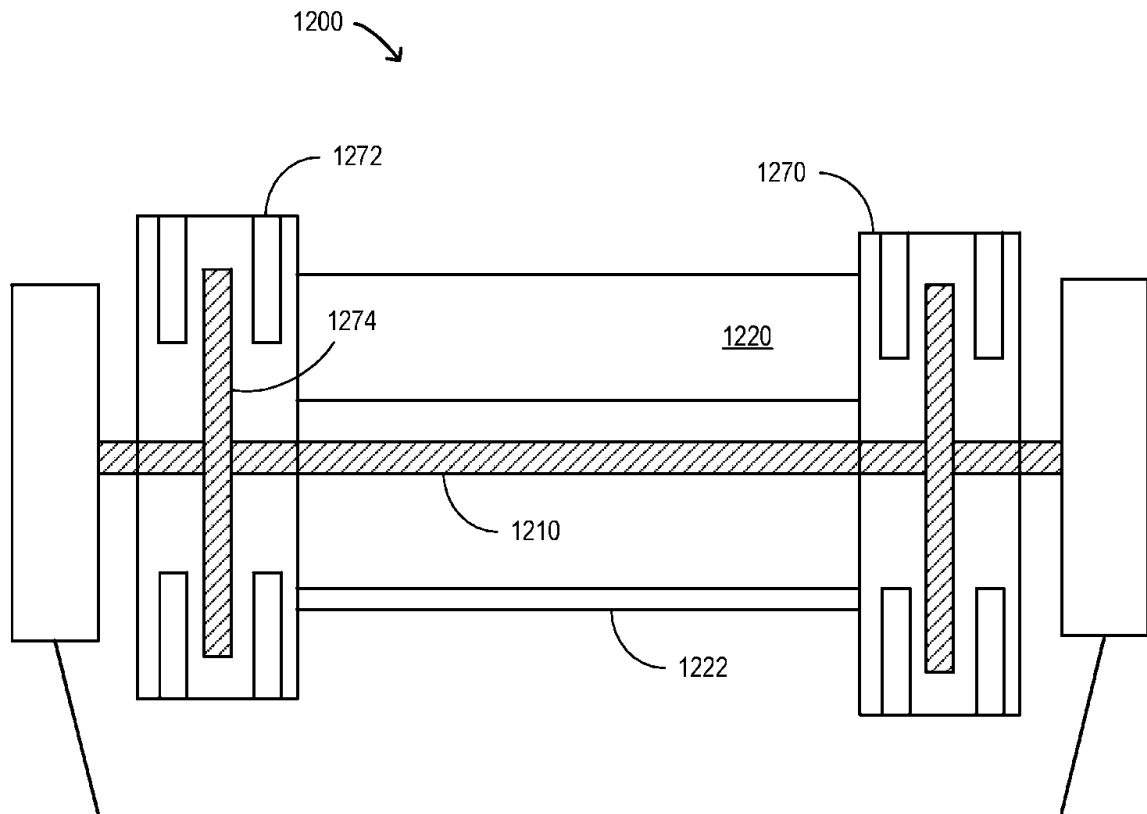


FIG. 12

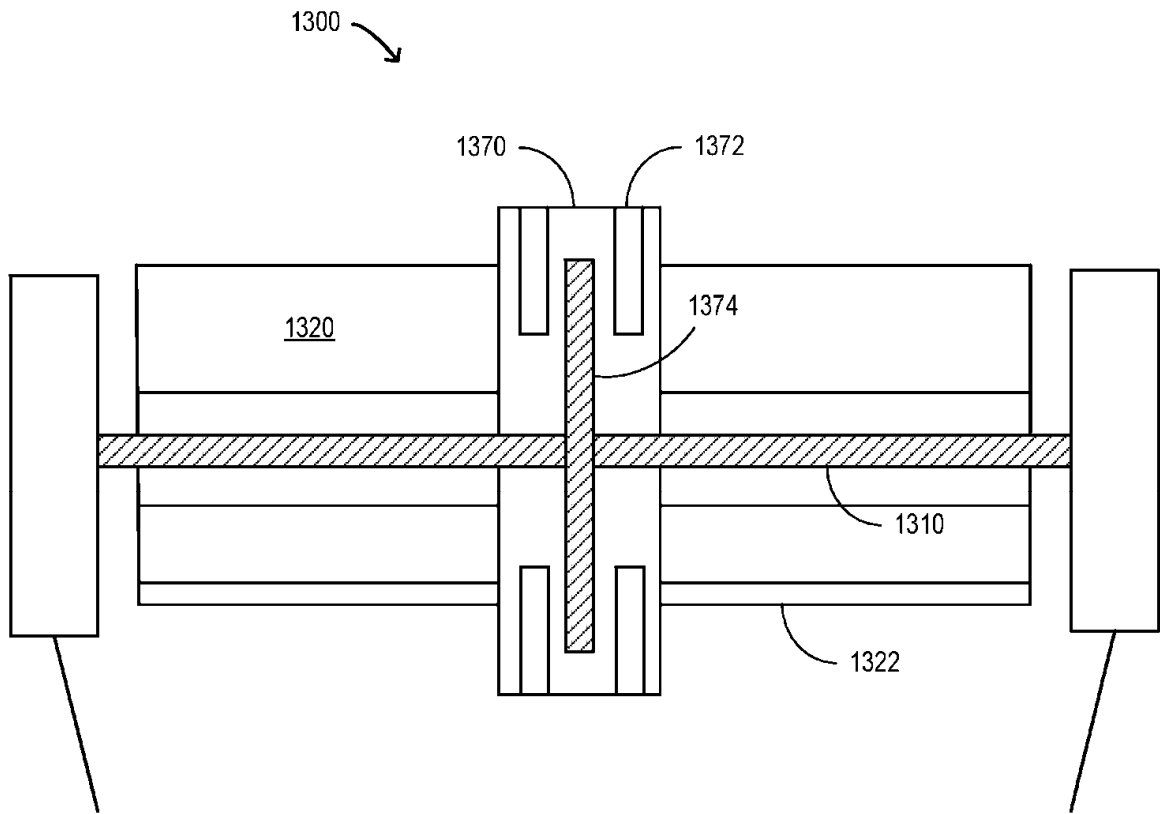


FIG. 13

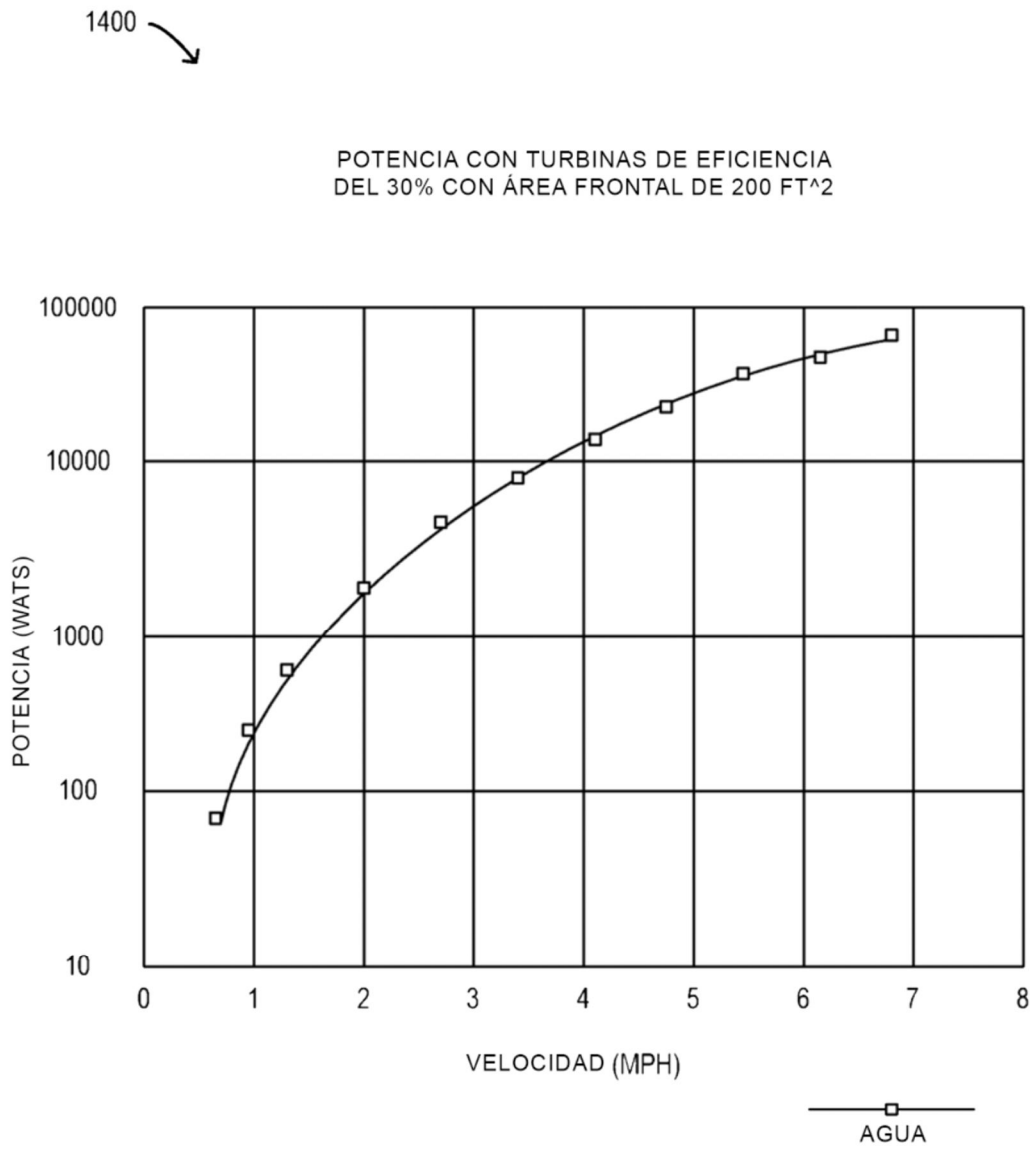


FIG. 14