

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 774 652**

51 Int. Cl.:

F03B 17/06 (2006.01)

F03B 13/10 (2006.01)

H02K 7/18 (2006.01)

F03B 13/08 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **29.09.2014 PCT/IN2014/000626**

87 Fecha y número de publicación internacional: **16.04.2015 WO15052725**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.09.2014 E 14852984 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.11.2019 EP 3066335**

54 Título: **Sistema de generación de energía hidroeléctrica y turbina montada en tubería**

30 Prioridad:

10.10.2013 IN 2004MU2012
13.05.2014 IN 1630MU2014

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
22.07.2020

73 Titular/es:

KIRLOSKAR ENERGEN PRIVATE LIMITED
(100.0%)
13A, Karve Road, Kothrud
Pune 411038, IN

72 Inventor/es:

BHENDE, UDAY YESHWANT;
JOSHI, SANJAY PRAKASH;
ADKAR, PRASHANT RAMAKANT;
MARATHE, PRANAV SHAM;
JOSHI, ASHWIN SHARAD y
GANU, SHIRISH MADHAV

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 774 652 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

Sistema de generación de energía hidroeléctrica y turbina montada en tubería

5 Campo de la invención:

La presente invención se refiere a un sistema de generación de energía, y más particularmente se refiere a un sistema de generación de energía para la generación de energía eléctrica a partir de la energía potencial de la carga de fluido.

10 Antecedentes de la invención:

La demanda de energía procedente de fuentes de energía renovables aumenta a medida que los combustibles fósiles de la tierra se van agotando. Por otra parte, es deseable generar electricidad a partir de fuentes de energía limpias que no contribuyan al calentamiento global.

15 Una fuente de energía renovable común es la energía hidroeléctrica, que se genera aprovechando la carga potencial de un fluido, como el agua. Un sistema típico de generación de energía hidroeléctrica requiere una fuente de agua, como un río con una presa en un punto elevado para crear una carga de agua con energía potencial almacenada. Una tubería discurre desde la presa hasta un punto ubicado más abajo. Un generador de turbina va instalado al final de la tubería, de manera que el agua que se descarga desde el punto elevado fluye a través de la turbina. El agua impulsa la turbina que a su vez acciona un generador eléctrico que genera electricidad.

20 El problema de una disposición de generación hidroeléctrica tipo presa es que la inundación causada por la presa tiene un impacto negativo en el medio ambiente local. La inundación destruye el paisaje natural y desplaza a las personas que viven en los alrededores.

25 Para evitar los problemas asociados con la generación de energía hidroeléctrica típicos de una presa, una disposición alternativa utiliza una tubería que transporta el agua a través de un sifón desde un punto elevado a un punto más bajo. Una turbina va instalada en la tubería para que accione el agua que fluye a través de la tubería.

30 Si es necesario, se puede utilizar un dique de derivación desde el que se puede llevar el agua a la turbina utilizando una tubería.

Otros métodos alternativos de instalación de turbinas, además del mencionado anteriormente, emplean una estructura modular en la que se instala la turbina(s).

35 Las disposiciones de generación de energía hidroeléctrica tipo sifón se utilizan más típicamente para la microgeneración de energía hidroeléctrica que típicamente genera electricidad a partir de una carga de agua más pequeña que una disposición de generación hidroeléctrica que utiliza una presa. En una disposición de generación de energía hidroeléctrica a través de sifón, la tubería puede instalarse junto a una cascada, un río, un canal o un arroyo en el que se disponga de una carga de agua de forma natural. La tubería lleva un flujo de agua junto al flujo de agua existente con un impacto mínimo en el medio ambiente.

40 Un problema de las disposiciones de generación de energía hidroeléctrica tipo sifón es que es necesario sacar la turbina de la tubería para realizar tareas de servicio en la turbina. Esta operación puede ser costosa y difícil ya que las turbinas se suelen instalar en una tubería en una pendiente empinada a la que es difícil acceder. Otro problema es que a menudo es difícil optimizar la generación de energía eléctrica, ya que la eficiencia de una turbina convencional varía en la medida que varía el flujo de agua que acciona la turbina.

45 La patente alemana n.º 1028948 describe una turbina o bomba de flujo axial convencional con paletas impulsoras ajustables.

La presente invención pretende proporcionar un sistema de generación de energía optimizado.

50 Algunas realizaciones buscan proporcionar un sistema potencial de generación de energía hidroeléctrica y turbina modular simple y compacto que ofrezca una buena eficiencia energética.

55 Algunas realizaciones buscan proporcionar un sistema de generación de energía hidroeléctrica y turbina en tubería que se pueda adaptar a una variedad de condiciones hidráulicas y alturas de carga.

60

Algunas realizaciones buscan proporcionar una turbina hidroeléctrica unidireccional altamente eficiente, adaptada para la generación de energía utilizando energía potencial, entre otras: cataratas en canales, proyectos de cursos de ríos, canales de cursos de agua de centrales hidroeléctricas, tuberías existentes, descarga de ETP/STP (Plantas de tratamiento de efluentes/Plantas de tratamiento de aguas residuales).

5 Algunas realizaciones buscan proporcionar un sistema de generación de energía hidroeléctrica y de turbina unidireccional en tubería que tiene una sola pieza móvil, específicamente, el rotor, lo que facilita el mantenimiento y la instalación del sistema, sin que sea necesario utilizar dispositivos especializados.

10 Algunas realizaciones buscan equipar un posible generador de turbina hidráulica con una o más paletas de turbina para mejorar la eficiencia y el rendimiento del generador de turbina.

Algunas realizaciones buscan proporcionar múltiples disposiciones de los generadores de turbina comprendiendo múltiples generadores de turbina unidireccionales conectados a un sistema de distribución eléctrica en tierra y/o en alta mar.

15 Algunas realizaciones buscan proporcionar un aparato de generación de energía hidroeléctrica que sea más fácil de instalar y mantener, ya que es ligero, el material de construcción utilizado son metales, no metales, preferiblemente compuestos y más específicamente FRP, es decir, plástico reforzado con fibra o GRP, es decir, plástico reforzado con vidrio, lo que lo hace anticorrosivo y adaptable a cualquier fluido para la generación de energía.

20 Algunas realizaciones buscan proporcionar una turbina en la tubería que puede instalarse preferentemente utilizando el método de sifón y/o canal abierto para generar energía adaptada a distintas alturas de carga que impliquen la mínima construcción.

25 Algunas realizaciones buscan proporcionar múltiples disposiciones de los generadores de turbina conectados en serie o en paralelo a la masa de agua. La instalación en serie es una metodología preferente en las aplicaciones de alta carga para utilizar la carga disponible. La turbina está adaptada para funcionar con cargas altas, medias, bajas y ultrabajas (de 1 m a 200 m).

30 Algunas realizaciones buscan proporcionar un sistema de derivación para la disposición de múltiples generadores de turbina para garantizar la generación de energía en caso de que se produzca una avería en cualquiera unidad de la turbina. Algunas realizaciones buscan proporcionar una unidad generadora de energía hidroeléctrica que se puede instalar bajo el agua, bajo tierra, montarse lo largo de las tuberías existentes, ya que no exige componentes externos a la turbina, lo que resulta en un mínimo uso de tierras, mínimo impacto ambiental, no hay necesidad de construir presas o derivaciones, deforestación y rehabilitación.

35 Resúmen de la invención:

40 Según un aspecto de la presente invención, se proporciona un sistema tal como se define en la reivindicación 1 en adelante.

Preferiblemente, las dos partes de la carcasa son liberables entre sí en un plano que es sustancialmente paralelo al eje alargado del árbol.

45 Convenientemente, las dos partes de la carcasa son liberables entre sí en un plano que es sustancialmente perpendicular al eje alargado del árbol.

Según la invención, la carcasa comprende una entrada de fluido y una salida de fluido, y en la que la entrada de fluido y la salida de fluido o ambas tienen un área transversal que es inferior al área transversal de la porción de la tubería.

50 La paleta de guía de entrada es liberable de la carcasa. En algunas realizaciones, las paletas de guía de entrada están fijadas al cubo en el lado interno pero a un anillo en el lado externo que permite que se puedan separar. La disposición de paleta de guía de entrada está montada en la carcasa.

55 La paleta de soporte de salida es liberable de la carcasa. La disposición de paleta de soporte de salida está ensamblada en la carcasa.

Convenientemente, en una realización el sistema comprende además un elemento de entrada frustocónica de extremo abierto que tiene un primer extremo abierto montado en la entrada de fluido de la carcasa y un segundo extremo abierto posicionado aguas arriba de la entrada de fluido, donde el segundo extremo abierto tiene un área transversal que es sustancialmente igual al área transversal de la tubería.

60

Ventajosamente, el sistema comprende además un elemento de salida frustocónica de extremo abierto que tiene un primer extremo abierto montado en la salida de fluido de la carcasa y un segundo extremo abierto posicionado aguas abajo de la salida de fluido, donde el segundo extremo abierto tiene un área transversal que es sustancialmente igual al área transversal de la tubería.

5 Preferiblemente, el rotor de la turbina y la carcasa están formados por al menos uno de los siguientes componentes: un metal, un polímero, un compuesto metálico o un compuesto de polímero reforzado.

10 Convenientemente, al menos una de la primera y segunda parte de la disposición del generador eléctrico está, al menos en parte, encapsulada en un material eléctricamente aislante.

Ventajosamente, la primera parte de la disposición del generador eléctrico comprende una pluralidad de imanes permanentes.

15 Preferiblemente, la disposición de generador eléctrico comprende una pluralidad de porciones metálicas que no son permanentemente magnéticas, cada una de las porciones metálicas se proporciona entre dos de los imanes permanentes, de modo que los imanes permanentes inducen un campo magnético en las porciones metálicas.

20 Convenientemente, el sistema comprende una pluralidad de rotores de turbina y una pluralidad de disposiciones de generadores eléctricos, una parte de cada disposición de generador eléctrico está montada en la respectiva de la pluralidad de rotores de turbina.

Para que la presente invención se pueda comprender mejor, las representaciones de la presente invención se describirán ahora, a modo de ejemplo, con referencia a las ilustraciones acompañantes, en las que:

25 Breve descripción de las ilustraciones:

La Figura 1 es una vista de corte en perspectiva de parte de un sistema de generación de energía de una realización de la invención,

30 La Figura 2 es una vista de plano transversal de parte del sistema que se muestra en la Figura 1,

La Figura 3 es una vista en perspectiva diagramática del rotor de una turbina de una realización de la invención,

La Figura 4 es una vista en perspectiva diagramática de un estátor de generador de una disposición de generador eléctrico de una realización de la invención,

La Figura 5 es una vista diagramática de un rotor,

35 La Figura 6 es una vista en perspectiva diagramática de una disposición de paleta de guía de entrada de una realización de la invención.

La Figura 7 es una vista en perspectiva diagramática de una disposición de una paleta de soporte de una realización de la invención,

40 La Figura 8 es una vista en perspectiva diagramática de un sistema de generación eléctrica de una realización de la invención en forma de una turbina dividida horizontalmente,

La Figura 9 es una vista en perspectiva diagramática de una realización de la invención con una carcasa de generador dividida horizontalmente que muestra la facilidad de mantenimiento con la turbina de la carcasa dividida horizontalmente al desmontar la carcasa superior,

45 La Figura 10 es una vista diagramática de un ensamblaje con una carcasa dividida verticalmente,

La Figura 11 es una vista diagramática de un sistema de generación de energía de una realización de la invención instalado en una porción de una tubería,

La Figura 12 es una vista diagramática de un sistema de generación de energía de una realización de la invención instalado en una disposición de tubería de sifón,

50 La Figura 13 es una vista diagramática de una disposición de generación de energía que comprende una pluralidad de sistemas de generación de energía de una realización de la invención dispuestos en serie a lo largo de una tubería.

La Figura 14 es una vista diagramática de una disposición de generación de energía que comprende una pluralidad de sistemas de generación de energía de una realización de la invención dispuestos en paralelo unos con otros,

55 La Figura 15 es una vista diagramática de corte en perspectiva de parte de un sistema de generación de energía de una realización adicional de la invención, y,

La Figura 16 es una vista diagramática de una disposición de generación de energía que comprende el sistema de generación de energía de la Figura 15 instalado dentro de una tubería. Esta realización comprende una instalación de múltiples turbinas en una única ubicación. Las turbinas están dispuestas a lo largo de la tubería.

60 Descripción detallada de las realizaciones preferentes:

La presente invención se comprende mejor mediante la descripción establecida aquí. Para lograr los objetos anteriores y de acuerdo con el propósito de la invención, y para superar los problemas y limitaciones asociados con la técnica previa, se describen diversas realizaciones. Sin embargo, los expertos en la técnica apreciarán fácilmente que la descripción detallada que se ofrece aquí es con fines explicativos y se puede materializar de distintas formas dado que la invención va más allá de estas realizaciones limitadas. Por lo tanto, los detalles específicos aquí descritos no deben ser interpretados como una limitación, sino más bien como una base para las reivindicaciones y como una base representativa para enseñar a un experto la técnica el uso de la presente invención en virtualmente cualquier sistema, estructura o materia apropiadamente detallada.

En referencia inicialmente a las Figuras 1 y 2 de las ilustraciones que las acompañan, un sistema de generación de energía 1 de una realización de la invención está instalado dentro de una carcasa de turbina 2 que está configurada para ser fijada en línea en una porción de una tubería. El sistema de generación de energía de una realización de la invención puede, por lo tanto, utilizarse como un sistema de generación de energía en tubería. El sistema comprende un alojamiento o carcasa del generador 3 que aloja, al menos parcialmente, los componentes del sistema. La carcasa del generador 3 se describe con más detalle más abajo.

En una realización, el sistema de generación de energía de una realización de la invención está integrado en una porción de una tubería que está provista de bridas de montaje en cada extremo. En esta realización, la porción de tubería se puede montar en línea en una tubería existente.

El sistema de generación eléctrica 1 comprende un árbol alargado 4 que se extiende a través de la carcasa del generador 3. Cuando el sistema de generación eléctrica 1 se instala dentro de la carcasa de la turbina 2, el eje del árbol 4 se sitúa sustancialmente paralelo a la dirección del flujo de un fluido a través de la carcasa de la turbina 2, como se indica en la flecha 5 en las Figuras 1 y 2.

En esta realización, el árbol 4 está fijado a la carcasa del generador 3, de modo que el árbol 4 no es giratorio con respecto a la carcasa del generador 3. Sin embargo, en otras realizaciones, el árbol 4 está montado de forma que se puede girar en la carcasa del generador 3 mediante la disposición de cojinetes provista en uno de los árboles 4 y la carcasa del generador 3.

El rotor de la turbina 6 está montado en el árbol 4. En esta realización, el rotor de la turbina 6 está montado giratoriamente en el árbol 4 mediante una disposición de cojinetes 7 prevista en el rotor de la turbina 6. En esta realización, el rotor de la turbina 6 y la disposición de los cojinetes 7 son los únicos componentes del sistema que giran en funcionamiento. De este modo se reduce al mínimo el número de componentes del sistema que están sujetos a desgaste durante el uso. Una disposición de un solo cojinete 7 en el rotor de la turbina 6 también permite un fácil mantenimiento de la disposición de los cojinetes en comparación con otros sistemas convencionales que requieren disposiciones de múltiples cojinetes posicionados para sostener giratoriamente tanto un árbol como un rotor.

Otras realizaciones, donde el árbol 4 está montado giratoriamente en la carcasa del generador 3, el rotor de la turbina 6 está fijado al árbol 4 para girar con el árbol 4.

En referencia ahora a la Figura 3 de las ilustraciones acompañantes, el rotor de la turbina 6 comprende un cubo central 8 que está provisto de una abertura de montaje 9. La disposición de los cojinetes 7 se asienta en parte de la abertura de montaje 9 y el árbol 4 se extiende a través de la disposición de los cojinetes 7 y la abertura de montaje 9 para el montaje giratorio del rotor de la turbina 6 en el árbol 4.

El rotor de la turbina 6 se compone de tres paletas de rotor, cada una de ellas va fijada al cubo central 8 en un ángulo en relación con el otro. En esta realización, hay tres paletas de rotor 10, pero en otras realizaciones, solo hay una paleta de rotor o hay más de tres paletas de rotor. Las paletas del rotor 10 están inclinadas de tal manera que el fluido que fluye a través de la carcasa de la turbina 2 actúa sobre las paletas 10, que a su vez ejercen una fuerza de rotación sobre el cubo 8 que gira el rotor de la turbina alrededor del eje del árbol 4.

El rotor de la turbina 6 comprende un elemento de anillo exterior generalmente cilíndrico 11 que rodea, al menos parcialmente, las paletas 10. El anillo exterior 11 incorpora al menos un imán permanente 12 que está montado o formado íntegramente con el anillo exterior 11. En esta realización, el anillo exterior 11 incorpora una pluralidad de imanes permanentes 12 ubicados en posiciones separadas entre sí alrededor del anillo exterior 11, como muestra la Figura 3. En una realización, los imanes permanentes 12 están integrados parcialmente o preferiblemente por completo en el anillo exterior del rotor de la turbina. Los imanes permanentes también están preferiblemente encapsulados.

En esta realización, se proporciona un anillo adaptador generalmente cilíndrico 11a entre el anillo exterior 11 y los imanes permanentes 12. El anillo adaptador 11a es un componente opcional que facilita el montaje y desmontaje del generador.

Por ejemplo, las dimensiones del anillo adaptador 11a pueden ajustarse durante el proceso de diseño para compensar cualquier cambio de diseño en las dimensiones del anillo exterior 11, los imanes permanentes 12 o el estátor del generador (13 y/o 14) sin necesidad de cambiar las dimensiones del rotor. Los imanes permanentes 12 giran junto con el rotor de la turbina 6. Los imanes permanentes 12 forman una parte de una disposición de generación eléctrica. Los imanes permanentes 12 y el anillo exterior 11 actúan como un rotor del generador eléctrico. El rotor del generador eléctrico está integrado en el rotor de la turbina gracias a la fijación del anillo exterior al cubo 8 a través de las paletas 10. De este modo, el rotor de la turbina 6 está integrado con un rotor del generador eléctrico de una disposición de generación eléctrica.

En la realización preferida de la invención, el rotor de la turbina 6 comprende estampaciones que proporcionan ranuras en las cuales se sujetan los imanes 12. Las ranuras tienen un tamaño que permite que haya suficiente espacio alrededor de los imanes 12 para recibir un material aislante. El espacio en las ranuras se llena con el material aislante, encapsulando así los imanes para protegerlos del desgaste, además de prevenir cualquier contacto con el agua. La encapsulación también ayuda a evitar que los imanes se desenganchen de las estampaciones en las que van fijados, mientras giran a altas velocidades.

El rotor de la turbina 6 está preferiblemente moldeado con las paletas 10 y el anillo exterior 11 como un único componente integrado. En otras realizaciones, el cubo 8, las paletas 10 y el anillo exterior 11 se forman por separado y se fijan entre sí, por ejemplo por soldadura.

El rotor de la turbina y del generador eléctrico integrado de una realización de la invención evita la necesidad de cualquier disposición de transmisión, como los volantes de inercia o las cajas de cambios que se utilizan convencionalmente para acoplar un rotor de turbina con un rotor de generador eléctrico. El rotor de turbina y del generador eléctrico integrado de las realizaciones de la invención es, por lo tanto, menos complejo y más fácil de mantener que las disposiciones convencionales que requieren un mecanismo de transmisión.

En referencia ahora a la Figura 4 de las ilustraciones acompañantes, un elemento del estátor del generador 13 va montado en la carcasa del generador 3 para rodear, al menos parcialmente, al rotor de la turbina 6. El diámetro de la abertura interior del estátor del generador 13 se selecciona de tal manera que hay un menor espacio entre el estátor 13 y el rotor 6 en el lado de entrada del fluido de la disposición en comparación con el lado de salida del fluido. Esto minimiza la posibilidad de que entren partículas en el espacio entre la cara del rotor de la turbina y la cara de la carcasa que protege al generador de cualquier impacto e impedimento a la rotación debido a sedimentos, arenisca o suciedad.

Al menos un bobinado está montado en un estátor del generador 13 que está fijado en relación con la carcasa del generador 3. En esta realización, una pluralidad de bobinados 14 están posicionados en posiciones separadas alrededor del estátor del generador 13. Los bobinados 14 forman una segunda parte de la disposición de generación de energía. En uso, cuando el rotor de la turbina 6 gira, el rotor de la turbina 6 mueve los imanes 14 más allá de los bobinados adyacentes 14 lo que induce una tensión a través de los bobinados 14. La tensión procede de los bobinados 14 y se suministra a través de una conexión eléctrica para el equilibrio del sistema (no mostrado). El equilibrio del sistema regula la potencia generada y produce la potencia del sistema. El equilibrio del sistema, preferiblemente, también permite la monitorización de las condiciones de energía, la monitorización a distancia y el control opcional.

En una realización preferente de la invención, tanto el rotor del generador 6 como el estátor del generador 13 están encapsulados en un material eléctricamente aislante que es resistente al agua. El agua que fluye a través de la disposición del generador eléctrico contacta con el rotor encapsulado 6 y el estátor 13 y enfría el rotor 6 y el estátor 13. Esto evita la necesidad de refrigeración forzada, lo que simplifica el sistema, reduce los costes totales y disminuye el mantenimiento necesario.

En esta realización, una porción metálica no magnetizada permanentemente 15 se encuentra entre cada uno de los imanes permanentes 12 en la disposición ilustrada esquemáticamente en la Figura 5. Los imanes permanentes 12 y las porciones intercaladas metálicas no magnetizadas permanentemente 15 en conjunto forman un rotor de polos consecuente. El magnetismo es inducido en las porciones metálicas 15 de modo que las porciones metálicas 15 actúan como imanes dentro del sistema de generación eléctrica. El consiguiente diseño de los polos permite reducir el número de imanes permanentes 12, lo que reduce los costes totales del sistema.

Las ranuras del estátor y/o rotor del generador están preferiblemente inclinadas de tal manera que cada ranura está en ángulo con el eje de rotación con la ubicación angular de un extremo de cada ranura desplazada con respecto al otro extremo. La inclinación se consigue durante el proceso de fabricación girando y compensando los laminados entre sí de manera que los pasos formados por la superposición de las ranuras de las laminaciones tengan forma helicoidal. La inclinación contribuye a reducir el zumbido magnético y también ayuda a evitar el desplazamiento (es decir, la tendencia a que el rotor se bloquee).

En otras realizaciones, la posición de los imanes y los bobinados en la disposición del generador eléctrico está invertida, y los bobinados están integrados en el rotor de la turbina y los imanes en el estátor. En una realización se proporcionan bobinados tanto en el rotor como en el estátor. En una realización adicional, la disposición del generador comprende un generador de inducción que se acopla al rotor de la turbina.

5 En referencia ahora a la Figura 6 de las ilustraciones acompañantes, esta realización de la invención está provista de una disposición de paletas de guía de entrada 16. La disposición de la paleta de guía de entrada 16 comprende un cubo central 17 que va fijado en relación con la carcasa del generador 3. Una pluralidad de paletas de guía de entrada 18 se extienden radialmente hacia afuera desde el cubo central 17 en posiciones separadas. Las paletas de guía de entrada 18 están en ángulo en relación unas con otras para alterar la dirección del flujo de fluido a través del sistema. Las paletas de guía de entrada 18 dirigen el flujo del fluido en una dirección que coincide, al menos en parte, con el plano de una o más de las paletas 10 del rotor de la turbina 6. Las paletas de guía de entrada 18 maximizan la eficiencia de la transferencia de energía del fluido al rotor de la turbina 6 minimizando las turbulencias en el borde delantero de las paletas del rotor 10.

15 Las paletas de guía de entrada 18 están rodeadas, al menos en parte, por las paredes de un tubo de entrada de fluido 19 que se alinea con una entrada de fluido en la carcasa del generador 3 a través de la cual el fluido fluye al sistema de generación de energía 1. En esta realización, el área transversal de la abertura de entrada de fluido del sistema de generación de energía 1 es menor que el área transversal de la porción de la carcasa de la turbina 2.

20 En referencia ahora a la Figura 7 de las ilustraciones acompañantes, una disposición de las paletas de soporte de salida comprende un cubo central 21 fijado en relación con la carcasa del generador 3 adyacente a una salida de la carcasa del generador 3. Las paletas de soporte de salida 22 se extienden radialmente hacia afuera del cubo de soporte 21. El plano de cada una de las paletas de soporte 22 es sustancialmente paralelo a la dirección del flujo 5 de fluido que pasa por el sistema. Un elemento de soporte exterior 20 se extiende alrededor de las paletas de soporte 22 y proporciona una salida de fluido que se alinea con la salida de fluido en la carcasa del generador 3. El área transversal de la abertura de salida del fluido es menor que el área transversal de la porción de la carcasa de la turbina 2.

25 La función de la disposición de soporte de salida 20 es proporcionar un soporte lateral al árbol 4 que está dentro del cubo de soporte 21. La alineación de los planos de las paletas de soporte 22 proporciona una resistencia mínima al flujo de fluido que sale del sistema.

En esta realización, la disposición de la paleta de guía de entrada 16 y la disposición del soporte de salida 20 sostienen cada extremo del árbol 4.

35 En referencia ahora a la Figura 8 de las ilustraciones acompañantes, en una realización de la invención, la carcasa del generador 3 comprende una primera porción de carcasa 24 y una segunda porción de carcasa 25 liberables entre sí mediante fijaciones 26. La primera y segunda porción 24, 25 contactan entre sí en un plano partido 27 que es sustancialmente paralelo a la dirección de flujo 5 del fluido que fluye a través del sistema.

40 En referencia ahora a la Figura 9 de las ilustraciones acompañantes, las dos porciones 24, 25 de la carcasa del generador 3 están configuradas para separarse unas de las otras liberando las fijaciones 26. Por lo tanto, la primera parte 24, que constituye la mitad de la carcasa del generador 3 en esta realización, puede elevarse al menos parcialmente para permitir el acceso al rotor y a los otros componentes dentro de la carcasa del generador 3, de modo que se pueda acceder a los componentes a efectos de servicio y mantenimiento. Por lo tanto, el mantenimiento puede hacerse mientras el sistema de generación eléctrica está instalado in situ. Esto evita la necesidad de tener que retirar todo el sistema de generación eléctrica de la tubería para realizar tareas de mantenimiento, aumentando así la facilidad de servicio y reduciendo los costes totales.

45 En referencia a la Figura 10 de las ilustraciones acompañantes, en una realización adicional de la invención, la carcasa del generador 3 comprende una primera y segunda porción 24, 25 que son liberables entre sí en un plano 28 que es vertical y sustancialmente perpendicular a la dirección del flujo 5 de fluido que fluye a través del sistema. En esta realización, la carcasa del generador 3 puede dividirse a lo largo del plano 28 en dos porciones separadas 24, 25 para permitir realizar tareas de mantenimiento en los componentes que están dentro de la carcasa del generador 3.

50 En referencia a las Figuras 1 y 2 y también a la Figura 11 de las ilustraciones acompañantes, en una realización preferente de la invención el sistema comprende un paso de entrada de la válvula venturi 29 que se conecta en comunicación fluida con la carcasa del generador 3. En esta realización, la superficie interior del paso de entrada de la válvula venturi 29 es generalmente frustocónica con un segundo extremo abierto 30 que tiene una mayor área transversal que un primer extremo abierto 31.

60

El segundo extremo abierto tiene un área transversal que es sustancialmente igual al área transversal de la porción de la carcasa de la turbina 2. El primer extremo abierto tiene un área transversal que es sustancialmente igual al área transversal de la entrada de fluido de la carcasa del generador 3.

5 El paso de entrada de la válvula venturi 29 reduce efectivamente el diámetro del paso a través del cual el fluido fluye cuando se acerca al sistema de generación eléctrica. A medida que el diámetro del paso se reduce, la velocidad del fluido que fluye dentro del paso aumenta. Por lo tanto, el efecto venturi en el paso sirve para aumentar la velocidad del fluido a una velocidad mayor que la del fluido que fluye en otra parte de la tubería. El aumento de la velocidad permite extraer energía mecánica adicional del fluido al maximizar la velocidad de rotación del rotor de la turbina, lo que a su vez maximiza la salida eléctrica del generador.

10 En esta realización, el sistema incorpora un tubo difusor de salida 32 que se conecta a la salida de fluido de la carcasa del generador 3. El tubo difusor tiene una superficie interior hueca y sustancialmente forma frustocónica. El tubo difusor 32 tiene un primer extremo abierto 33 conectado a la salida de fluido de la carcasa del generador 3. El primer extremo abierto 33 del tubo difusor 32 tiene un área transversal que es sustancialmente igual al área transversal de la salida de fluido de la carcasa del generador 3.

20 El tubo difusor 32 tiene un segundo extremo abierto 34 con un área transversal mayor que el primer extremo abierto 33. El área transversal del segundo extremo abierto 34 es sustancialmente igual al área transversal del extremo de la carcasa de la turbina 2. El tubo difusor 32 permite que el fluido salga fácilmente del sistema de generación de energía, al extraer el fluido de la carcasa del generador 3 como resultado de que el tubo difusor 32 crea una presión diferencial dentro de la tubería.

25 En una realización, el paso de entrada de la válvula venturi 29 y el tubo difusor 32 están conformados íntegramente con la carcasa del generador 3. Sin embargo, en otras realizaciones, el paso de entrada de la válvula venturi 29 y el tubo difusor 32, o ambos, son componentes separados que están fijados a la carcasa del generador 3.

30 En referencia a la Figura 12 de las ilustraciones acompañantes, un sistema de generación de energía 1 de una realización de la invención está instalado en la carcasa de la turbina 2 de una tubería 35. El sistema de generación eléctrica 1 y la tubería 35 están dispuestos en un sistema de generación de energía hidroeléctrica tipo sifón. El sistema de generación de energía hidroeléctrica tipo sifón es un pequeño o microsistema de generación de energía hidroeléctrica. La tubería podría, por ejemplo, instalarse en un extremo en la base de un tanque de destilación o un dique. El sistema de generación eléctrica de una realización de la invención puede ser operable para funcionar con cargas altas, medias, bajas y ultrabajas desde menos de 1 metro hasta por lo menos 200 metros.

35 Un extremo de la tubería 35 está sumergido en una masa de agua 36 en una primera ubicación. El otro extremo de la tubería 35 está sumergido en una masa de agua 37 en una segunda ubicación que es más baja que la primera. La tubería 35 incorpora una salida 38 que está configurada para ser conectada a una bomba. Por lo tanto, se puede conectar una bomba a la salida 38 para bombear el aire de la tubería 35 con el fin de crear una presión negativa dentro de la tubería 35. Esto extrae agua de la masa de agua 36 a la tubería 35, donde el agua puede fluir a través de la tubería 35 a la ubicación más baja, iniciando así la acción de sifón de la tubería 35.

40 A medida que el agua es extraída a través de la tubería 35 por el efecto sifón, el agua actúa en las paletas 10 del rotor de la turbina 6 para rotar el rotor de la turbina 6. La rotación del rotor de la turbina 6 gira el rotor del generador de la disposición del generador que produce la energía eléctrica.

45 En referencia a la Figura 13 de las ilustraciones acompañantes, en una realización, una pluralidad de sistemas de generación eléctrica de realizaciones de la invención se puede instalar en serie entre sí en posiciones separadas a lo largo de una tubería. En esta disposición, tres sistemas de generación eléctrica 39-41 están conectados en serie en una tubería 42.

50 La tubería 42 extrae agua de una masa de agua 43 en un lugar elevado y lleva el agua a un lugar más bajo 44. Los sistemas de generación eléctrica 30-41 se posicionan en lugares progresivamente más bajos en relación con la carga de agua 43, de modo que la energía potencial del agua que fluye de la masa de agua elevada 43 se divide entre los sistemas de generación eléctrica 39-41. Por ejemplo, en una realización, cinco turbinas, cada una de las cuales tiene una altura de carga de veinte metros, pueden conectarse en serie en un intervalo de veinte metros para dividir una altura de carga total de fluido de cien metros entre las turbinas. Un conducto o tubería de derivación 45-47 se proporciona en paralelo con cada uno de los sistemas de generación eléctrica 30-41. Cada una de las tuberías de derivación 45-47 incorpora válvulas de cierre de entrada y salida que se pueden accionar para abrir o cerrar cada una de las tuberías de derivación 45-47. Las válvulas de cierre pueden abrirse o cerrarse progresivamente para ajustar el flujo de agua que fluye a través de la tubería de derivación 45-47 y, por lo tanto, a través de los respectivos sistemas de generación eléctrica 30-41. Las válvulas de

cierre son también preferiblemente ajustables para variar la cantidad de agua que fluye a través de cada tubería de derivación, con el fin de reducir la presión de la carga de agua que fluye a través de la turbina.

5 Si uno de los sistemas de generación eléctrica 39-41 requiere mantenimiento, entonces las válvulas de cierre en cada extremo del sistema de generación eléctrica se pueden cerrar para evitar que el agua fluya dentro o fuera del sistema de generación eléctrica. Las válvulas de cierre de la tubería de derivación respectiva se pueden ajustar para permitir que el fluido fluya a través de la tubería de derivación con un caudal similar al del fluido cuando el sistema de generación eléctrica está conectado y funcionando correctamente.

10 Las tuberías de derivación 45-47 y las válvulas de cierre permiten ajustar el flujo de agua a través de la tubería 42 y el sistema de generación eléctrica 39-41 para maximizar la generación de energía, incluso cuando se están realizando tareas de mantenimiento en uno o más de los sistemas de generación eléctrica.

15 Debe apreciarse que en otras realizaciones de la invención una tubería puede incorporar solo un sistema de generación eléctrica o más de tres sistemas de generación eléctrica.

20 En una disposición conectada en serie, como la que se muestra en la Figura 13, la generación parcial de energía es posible si fallan una o más turbinas, ya que otras turbinas de la disposición pueden seguir funcionando. Si fallan una o más turbinas, el agua puede ser desviada a través de la tubería de derivación alrededor de cada turbina que ha fallado. La disposición en serie también se puede adaptar si hay una variación de la carga para permitir la generación parcial coincidiendo el número de turbinas operativas con la altura disponible.

25 En referencia a la Figura 14 de las ilustraciones acompañantes, en una realización adicional de la invención, se instalan tres sistemas de generación eléctrica 48-50 en tres tuberías respectivas 51-53 que discurren paralelas entre sí. Esta configuración paralela de los sistemas de generación eléctrica permite que uno o más de los sistemas de generación eléctrica 48-50 se conecten o desconecten para variar la capacidad de generación de energía con el fin de adaptarse a un flujo de agua disponible. En otras realizaciones, diversos sistemas de generación eléctrica están instalados en paralelo entre sí y en estas realizaciones hay menos de tres o más de tres sistemas de generación eléctrica.

30 En una disposición conectada en paralelo, como la que se muestra en la Figura 14, la generación parcial puede continuar si hay una variación del flujo, ya que se puede mantener en funcionamiento un número apropiado de turbinas correspondiendo a la reducción del flujo.

35 Las disposiciones conectadas en serie y en paralelo de las realizaciones de la invención resuelven el problema con los sistemas convencionales donde se utiliza una sola turbina o un pequeño número de turbinas y en los que el fallo de una turbina reduce significativamente o detiene por completo la capacidad de generación de energía. Las realizaciones de la invención permiten que la generación de energía continúe cuando la carga cae por debajo de un nivel que haría inoperable una disposición convencional.

40 En referencia a la Figura 15 de las ilustraciones acompañantes, una realización adicional de la invención incorpora muchos de los mismos componentes que las realizaciones descritas anteriormente. Se utilizan los correspondientes números de referencia para los componentes correspondientes en cada realización.

45 En esta realización adicional, un sistema de generación eléctrica 54 comprende dos rotores de turbina 55, 56 que son similares al rotor de una sola turbina 6 de la realización descrita anteriormente. Sin embargo, en esta realización, el primer y segundo rotor de la turbina 55, 56 están fijados al árbol 4 y el árbol 4 está fijado de forma rotatoria a la carcasa del generador 3. El primer y segundo rotor de la turbina 55, 56 giran juntos con el árbol 4 de forma sincrónica. Sin embargo, en otras realizaciones de la invención, el árbol 4 está fijado a la carcasa del generador 3 y cada uno de los rotores de la turbina 55, 56 está fijado de forma rotatoria al árbol fijo 4.

50 El sistema de generación de energía 54 de esta realización adicional funciona de manera similar a las realizaciones descritas más arriba, ya que la disposición de generación eléctrica asociada a cada rotor de la turbina 55, 56 genera electricidad a medida que el rotor de la turbina 55, 56 gira. Sin embargo, en esta realización adicional, la energía potencial de la carga de agua que fluye a través de la carcasa de la turbina 2 se divide entre cada uno de los rotores de la turbina 55, 56.

55 El sistema de generación eléctrica 54 de esta realización adicional puede instalarse en el extremo inferior de una tubería 57 que suministre una alta carga de agua. La energía potencial de la alta carga de agua se reparte entre los rotores de la turbina 55, 56, sin necesidad de que los distintos sistemas de generación eléctrica estén colocados de forma espaciada a lo largo de la tubería 57. Esta disposición es beneficiosa ya que todos los rotores de las turbinas del sistema de generación eléctrica están posicionados en una ubicación cuya altitud es relativamente baja en comparación con las otras porciones

60

de la tubería 57, como se muestra en la Figura 16. Es probable que la ubicación de baja altitud sea más cálida que una de mayor altitud y, por lo tanto, es menos probable que se vea afectada por el clima frío y el hielo, especialmente en una región fría y propensa a la nieve. Además, los generadores eléctricos y cualquier sistema de equilibrio correspondiente están posicionados en un lugar de fácil acceso, en lugar de estar separados en una pendiente pronunciada a lo largo de la tubería 57. Por lo tanto, el sistema de generación eléctrica es más fiable y más fácil de mantener que otros sistemas de generación eléctrica que requieren que los generadores de turbina se instalen en diferentes lugares a lo largo de una tubería.

La construcción de material compuesto permite que la turbina funcione libremente, incluso si está cubierta de nieve, siempre y cuando el agua fluya a través de la tubería. No se requiere calefacción como en el caso de un generador hidroeléctrico convencional.

En esta realización de múltiples rotores, solo se necesita una tubería de derivación 58 para desviar el flujo de agua alrededor del único sistema generador de electricidad 54. Esta tubería de derivación única 58 y el número reducido de válvulas de cierre es más fácil de implementar y operar que otras disposiciones que requieren múltiples tuberías de derivación y válvulas de cierre.

Se apreciará que en realizaciones adicionales de la invención un sistema de generación eléctrica puede incorporar más de dos rotores de turbina y generadores del tipo descrito anteriormente.

En una realización preferente de la invención, todo el sistema de generación de energía está fabricado de un material compuesto o una combinación de porciones metálicas y porciones compuestas. Los compuestos en las realizaciones de la invención son preferiblemente, polímeros reforzados con fibra de vidrio y/o polímeros reforzados con fibra de carbono. La fabricación de estos tipos de compuestos es relativamente económica y tienen una larga vida útil.

Cuando en esta especificación y en las reivindicaciones, se utilizan los términos "comprende" y "que comprende" y sus variaciones significa que se incluyen las características, pasos o números enteros especificados. No debe interpretarse que los términos excluyen la presencia de otras características, pasos o componentes.

Ventajas de la presente invención:

Un sistema de generación de energía hidroeléctrica y de turbina incorporada en tubería, como se describe en la presente divulgación, presenta diversas ventajas técnicas incluyendo, entre otras la realización de:

- El sistema se puede instalar fácilmente en una tubería existente con extremos embridados en el sistema que se acoplan a la tubería existente. Esto elimina la necesidad de utilizar una presa, un dique o una fuente de agua artificial independiente. Esto resulta en la reducción sustancial de los terrenos necesarios para la generación de energía hidroeléctrica, impacto ambiental bajo o cero, ya que no hay inundaciones ni deforestación, impacto social bajo o cero, ya que no hay reubicación ni rehabilitación, y reducción de la huella de carbono debido a la reducción de las necesidades de construcción.

- el sistema es simple, compacto y modular y aporta una buena eficiencia energética;
- el sistema se puede adaptar a distintas condiciones hidráulicas y alturas de carga; y
- los sistemas son fáciles de mantener sin necesidad de ningún dispositivo especializado, la paleta de guía de entrada y las paletas de soporte de salida se pueden extraer fácilmente de la carcasa. En el caso de las carcasas divididas horizontalmente, la carcasa superior se puede extraer, tras lo cual la paleta de guía de entrada y las paletas de soporte de salida se pueden extraer y reparar o sustituir.

- el sistema contiene una sola pieza móvil, el árbol está fijo facilitando así la fabricación, el montaje, la instalación y el mantenimiento.

- el sistema no necesita disponer de un sistema eléctrico separado, de modo que se reduce la construcción civil y la disponibilidad de terreno, lo que ocasiona un impacto ambiental mínimo. Es más fácil que un gobierno o las autoridades locales aprueben la disposición de una realización de la invención, ya que el sistema no tiene un impacto ambiental negativo en el medio ambiente.

REIVINDICACIONES

1.Un sistema (1) para generar electricidad a partir de un fluido que fluye en una tubería, el sistema (1) comprende:

5 una disposición de montaje para montar el sistema (1) en una porción de una tubería; un árbol alargado (4);
un rotor de la turbina (6) que está montado en el árbol (4), el rotor de la turbina (6) se puede operar para girar alrededor
del eje alargado del árbol (4) cuando el fluido de la tubería actúa en el rotor de la turbina (6); una disposición de generador
eléctrico que comprende una primera parte que incorpora al menos un imán (12) y una segunda parte que comprende al
10 menos un bobinado (14), en donde una parte de la disposición del generador está montada en el rotor de la turbina (6) y
la otra parte de la disposición del generador está montada en un elemento de estátor (13) que está posicionado adyacente
al rotor de la turbina (6); y una carcasa (3) que aloja, al menos parcialmente, el rotor de la turbina (6), el árbol (4) y la
disposición del generador eléctrico, la carcasa (3) comprende una entrada de fluido y una salida de fluido, en la que una o
ambas entradas de fluido y salidas de fluido tienen un área transversal inferior al área transversal de la porción de la
15 tubería; caracterizado porque el sistema (1) comprende además:

al menos una paleta de guía de entrada (18) que está fijada de forma desmontable a la carcasa (3) adyacente a la entrada
del fluido, manteniéndose cada paleta de guía de entrada (18) en un ángulo relativo a la dirección del flujo del fluido en la
tubería, de forma que cada paleta de guía de entrada (18) cambie la dirección del flujo del fluido en la tubería para estar
al menos parcialmente alineada con una paleta del rotor (10) en el rotor de la turbina (6); y al menos una paleta de soporte
20 de salida (22) que está fijada de forma desmontable a la carcasa (3) y posicionada adyacente a la salida del fluido, estando
cada paleta de soporte de salida (22) sustancialmente en línea con la dirección del flujo del fluido en la tubería; y en la que
la carcasa (3) comprende dos partes (24, 25) liberables entre sí de manera que las dos partes (24, 25) de la carcasa (3)
pueden separarse, al menos parcialmente, para permitir el acceso al rotor de la turbina (6) y a la disposición del generador
eléctrico y permitir la extracción de cada paleta de guía de entrada (18) y cada paleta de soporte de salida (22).

25 2.El sistema de la reivindicación 1, en el que las dos partes (24, 25) de la carcasa (3) son liberables entre sí en un plano
que es sustancialmente paralelo al eje alargado del árbol (4).

30 3.El sistema de la reivindicación 1, en el que las dos partes (24, 25) de la carcasa (3) son liberables entre sí en un plano
que es sustancialmente perpendicular al eje alargado del árbol (4).

4.El sistema de la reivindicación 1, en el que el sistema comprende además un elemento de entrada frustocónica de
extremo abierto que tiene un primer extremo abierto montado en la entrada de fluido de la carcasa y un segundo extremo
abierto posicionado aguas arriba de la entrada de fluido, en el que el segundo extremo abierto tiene un área transversal
35 que es sustancialmente igual al área transversal de la tubería.

5.El sistema de la reivindicación 1 o la reivindicación 4, en el que el sistema comprende además un elemento de salida
frustocónica de extremo abierto que tiene un primer extremo abierto montado en la salida de fluido de la carcasa y un
segundo extremo abierto posicionado aguas abajo de la salida de fluido, en el que el segundo extremo abierto tiene un
40 área transversal que es sustancialmente igual al área transversal de la tubería.

6.El sistema de la reivindicación 1 o la reivindicación 4, en el que el sistema comprende además un elemento de salida
frustocónica de extremo abierto (32) que tiene un primer extremo abierto (33) montado en la salida de fluido de la carcasa
(3) y un segundo extremo abierto (34) posicionado aguas abajo de la salida de fluido, en el que el segundo extremo abierto
45 (34) tiene un área transversal que es sustancialmente igual al área transversal de la tubería.

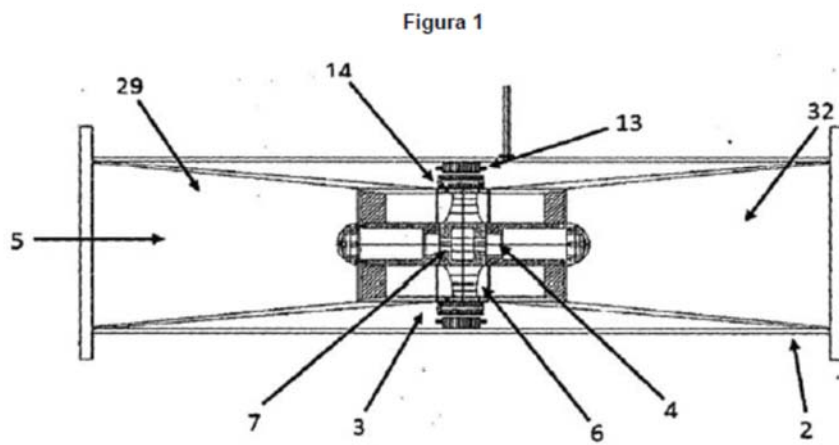
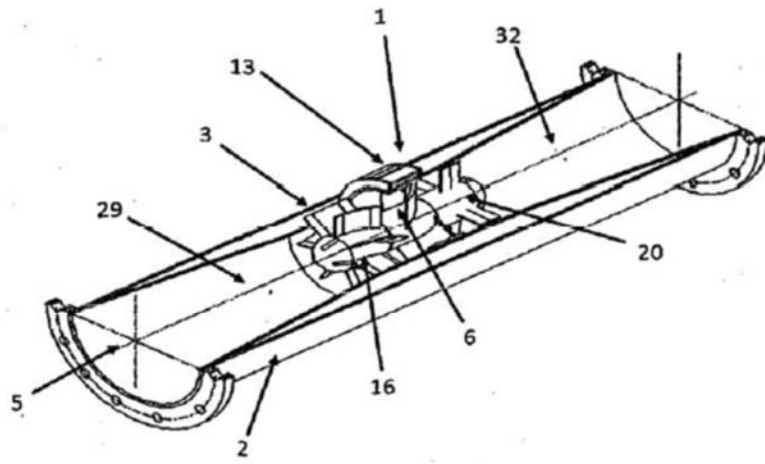
7.El sistema de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el rotor de la turbina (6) y la carcasa (3) están
formados por al menos uno de los siguientes componentes: un metal, un polímero, un compuesto metálico o un compuesto
de polímero reforzado.

50 8.El sistema de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que al menos una de las primeras y segundas partes
de la disposición del generador eléctrico está, al menos parcialmente, encapsulada en un material eléctricamente aislante.

9.El sistema de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la primera parte de la disposición del generador
eléctrico comprende una pluralidad de imanes permanentes (12).

10.El sistema de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la disposición del generador eléctrico comprende
una pluralidad de porciones metálicas (15) que no son permanentemente magnéticas, suministrándose cada una de las
porciones metálicas (15) entre dos de los imanes permanentes (12), de modo que los imanes permanentes (12) inducen
60 un campo magnético en cada porción metálica (15).

11.El sistema de cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que el sistema comprende una pluralidad de rotores de la turbina (6) y una pluralidad de disposiciones de generadores eléctricos, estando montada una parte de cada disposición de generador eléctrico en la respectiva pluralidad de rotores de la turbina (6).



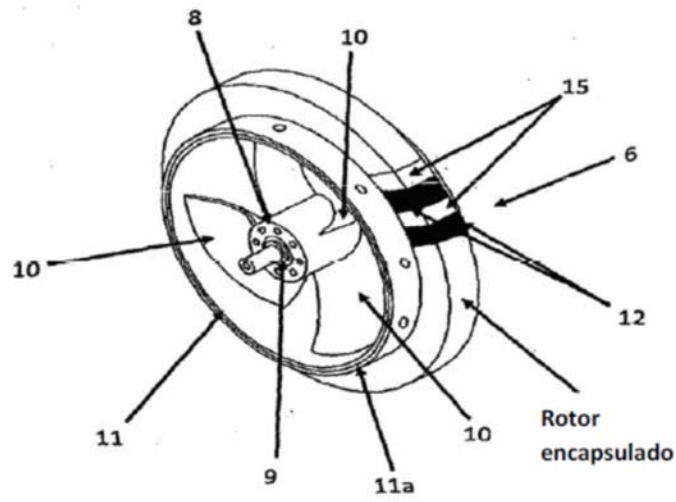


Figura 3

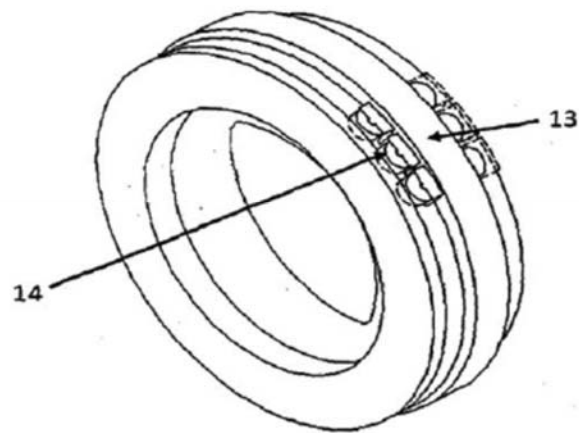


Figura 4

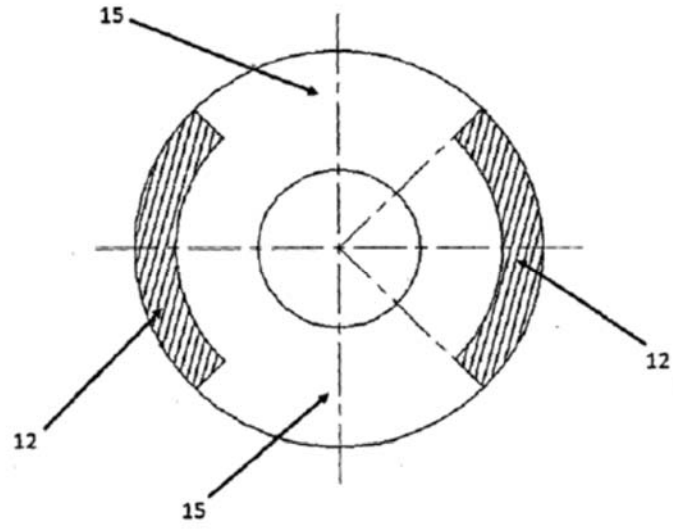


Figura 5

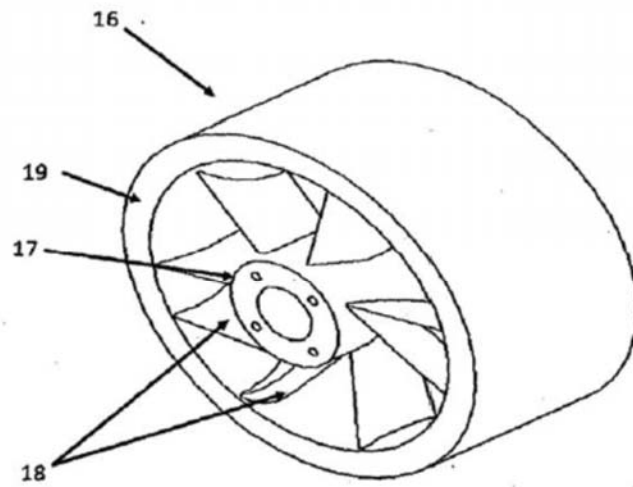


Figura 6

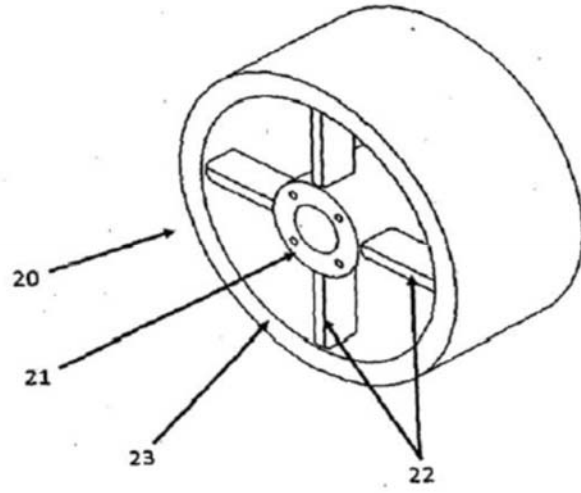


Figura 7

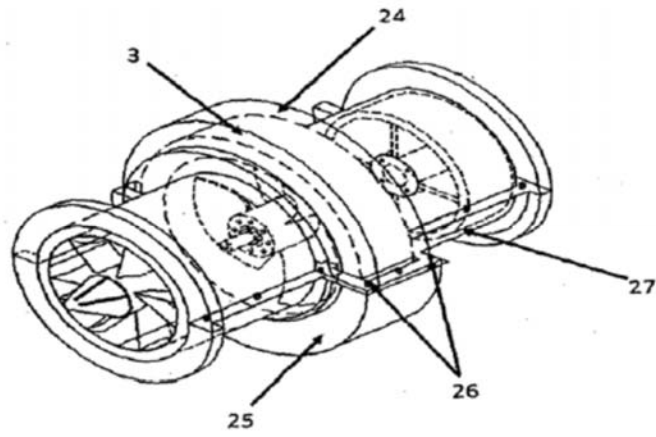


Figura 8

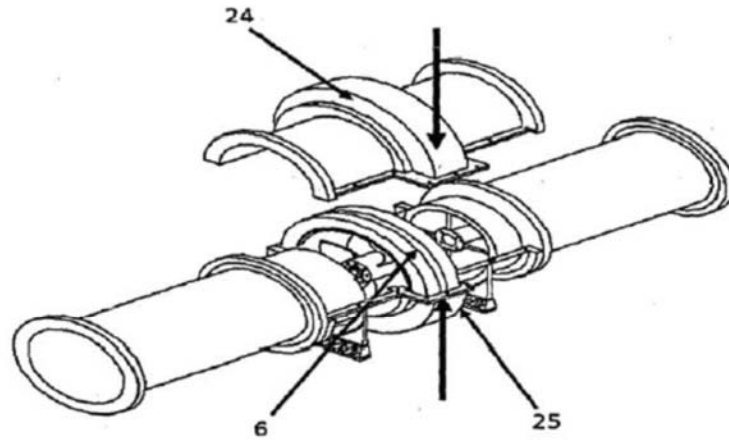


Figura 9

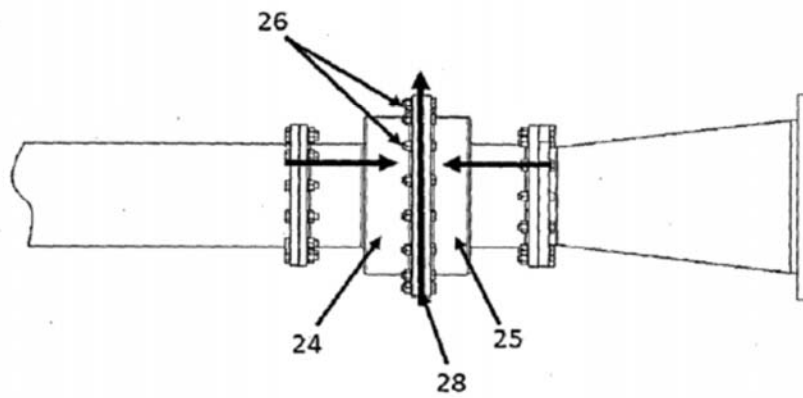


Figura 10

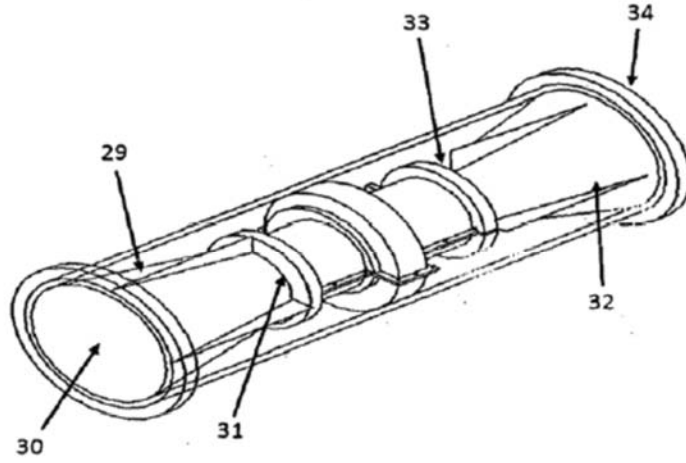


Figura 11

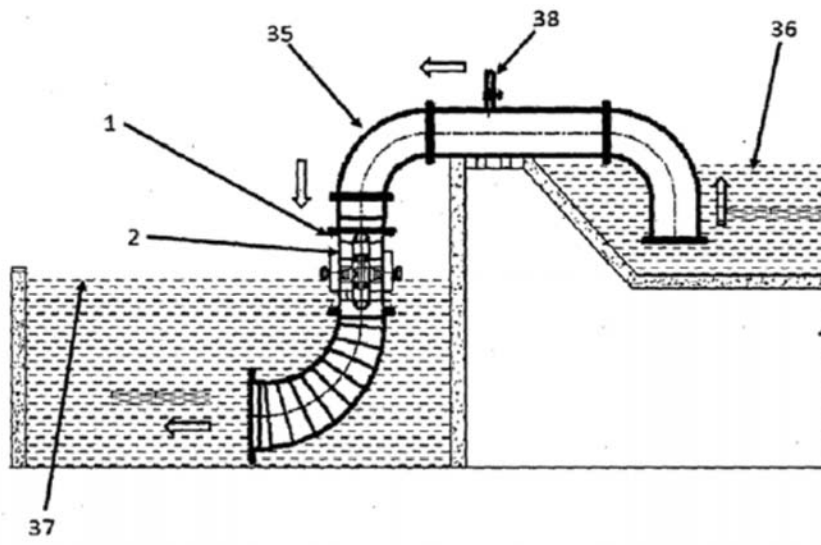


Figura 12

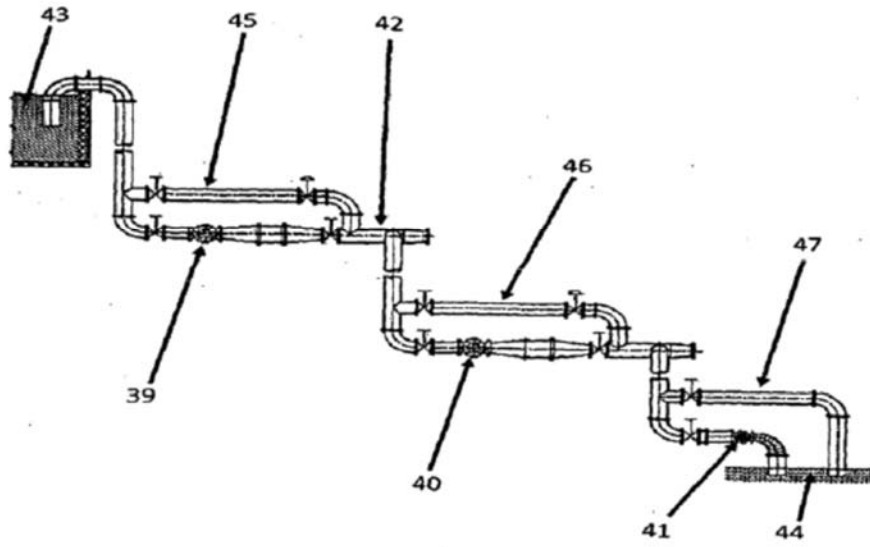


Figura 13

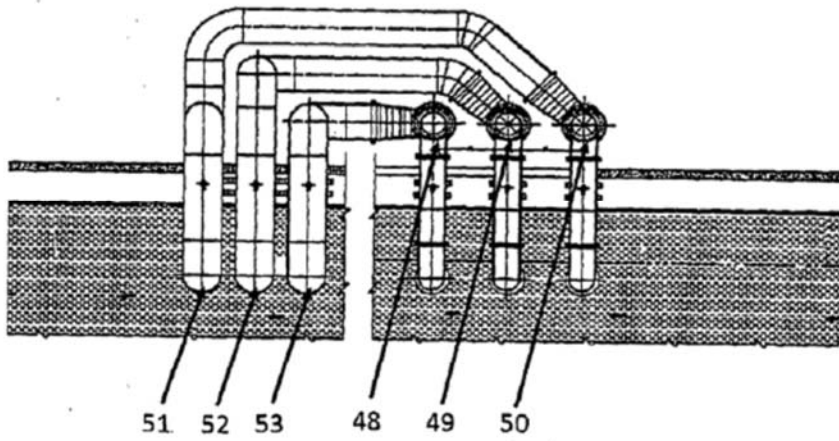


Figura 14

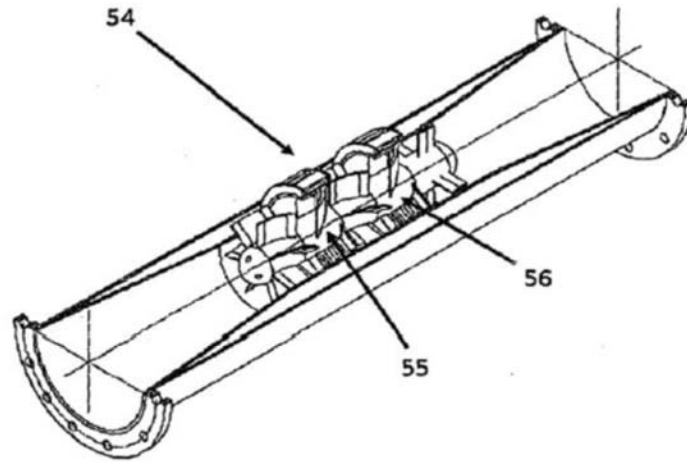


Figura 15

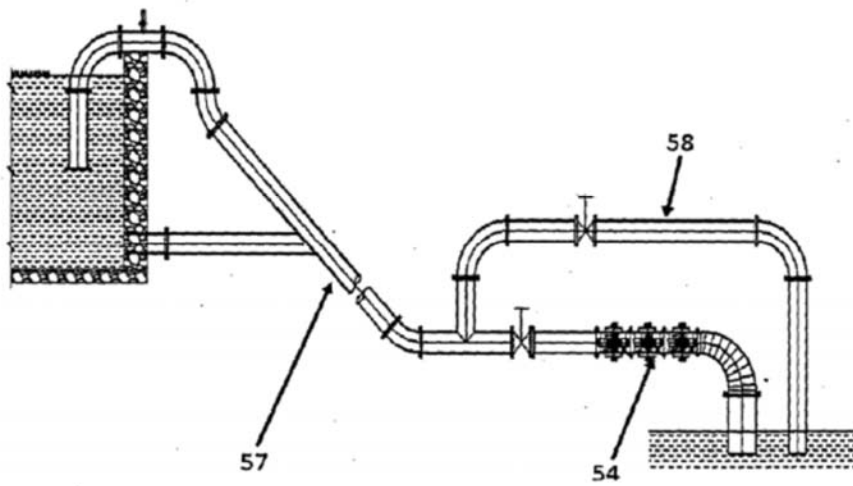


Figura 16