

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 604 584**

51 Int. Cl.:

**F03B 13/10** (2006.01)

**F03B 13/08** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **10.07.2006 PCT/EP2006/006719**

87 Fecha y número de publicación internacional: **18.01.2007 WO07006524**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.07.2006 E 06762511 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **05.10.2016 EP 1904742**

54 Título: **Turbina para una instalación hidroeléctrica**

30 Prioridad:

**08.07.2005 DE 102005032381**

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

**07.03.2017**

73 Titular/es:

**WOBLEN PROPERTIES GMBH (100.0%)**

**Borsigstrasse 26**

**26607 Aurich, DE**

72 Inventor/es:

**ROHDEN, ROLF y**

**HOLTKAMP, DIRK**

74 Agente/Representante:

**ROEB DÍAZ-ÁLVAREZ, María**

ES 2 604 584 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

Turbina para una instalación hidroeléctrica

5 La presente invención se refiere a una turbina para una instalación hidroeléctrica para generar energía eléctrica y a una instalación hidroeléctrica con una turbina correspondiente.

10 Son conocidas centrales hidroeléctricas o instalaciones hidroeléctricas con turbinas que fundamentalmente están divididas en tres niveles. El primer nivel constituye, por regla general, un aparato de apoyo con el que se mantiene la turbina en su posición en un canal. Además está previsto un distribuidor que habitualmente está dispuesto por delante del rodete. Finalmente, el propio rodete está dispuesto con las paletas detrás del mismo. Por tanto se influye en un flujo de una turbina de este tipo en estos tres niveles o puntos.

15 En "*Wasserkraftanlagen*", 3ª edición, Springer Verlag 2003 de Jürgen Giesecke y Emil Mosonyi están mostradas varias instalaciones hidroeléctricas. En este caso, por ejemplo, está mostrada una turbina de tubo Kaplan. Esta turbina tiene un pozo de entrada, la turbina y un tubo de aspiración que se encuentran en gran parte en una línea y están inclinados de manera horizontal o ligeramente con respecto a la horizontal. Esto tiene la ventaja de que se evita un cambio múltiple de la dirección de flujo a favor de un rendimiento energético mayor. La turbina tiene paletas de apoyo, paletas directrices y un rodete dispuesto por detrás de las mismas con paletas correspondientes.

20 Además son conocidas unidades de turbina de flujo recto, estando un generador dispuesto de manera concéntrica fuera del tubo de corriente, de modo que el generador no se encuentra en el interior del recipiente de carcasa. El rodete está compuesto por un cubo, paletas de rodete y una corona de rodete que típicamente se fabrican formando una unidad como construcción de soldadura. Una cruceta de soporte está dispuesta en la dirección de flujo por delante de las paletas directrices y el rodete con las paletas de rodete.

25 El distribuidor dispuesto por delante del rodete se utiliza girando las paletas directrices o paletas de apoyo para apagar la turbina al ajustarse las paletas de modo que se apoyan unas en otras y, de este modo, cierran el canal.

30 Como estado de la técnica se hace referencia en este punto además en general a los siguientes documentos: DE 34 29 288 A1, DE 884 930 C, EP 0 622 543 A1, CH 332 959, US 2005/0001432 A1 y WO 03/056169 A1.

35 Por tanto, el objetivo de la presente invención es prever una turbina y una instalación hidroeléctrica con una turbina correspondiente que tenga una estructura simplificada y un mayor rendimiento.

Este objetivo se consigue mediante una turbina de acuerdo con la reivindicación 1 y mediante una instalación hidroeléctrica de acuerdo con la reivindicación 6.

40 Por tanto se prevé una turbina para una instalación hidroeléctrica. La turbina tiene un rodete con una pluralidad de paletas, estando el rodete dispuesto por delante de un distribuidor (en la dirección de flujo). El ángulo de inclinación de las paletas del rodete está configurado de manera ajustable.

45 Debido al hecho de que el rodete está dispuesto por delante del distribuidor (en la dirección de flujo), el flujo incide en primer lugar sobre el rodete y sólo después sobre el distribuidor, de modo que resultan condiciones de flujo óptimas para el rodete.

50 Debido al hecho de que no está previsto un aparato de apoyo independiente, se omiten completamente las pérdidas de un flujo alrededor del aparato de apoyo, por lo que resulta un rendimiento aumentado en comparación con el estado de la técnica.

De acuerdo con un aspecto de la presente invención, el rodete tiene un cubo esférico para unir las paletas de turbina con el rodete. La configuración esférica del cubo permite ajustar el ángulo de inclinación de las paletas de turbina a gran escala.

55 De acuerdo con un aspecto adicional de la presente invención, las paletas de turbina se apoyan con arrastre de forma en el cubo esférico, de modo que se pueden evitar condiciones de flujo desfavorables, ya que las paletas de turbina sigue al cubo.

60 De acuerdo con un aspecto adicional de la presente invención, el ángulo de inclinación de las paletas de turbina se puede ajustar en un ángulo de  $-20^\circ$  a  $140^\circ$ , de modo que el rodete se puede frenar o acelerar cuando el ángulo de inclinación de las paletas de turbina se elige de manera correspondiente.

Aspectos adicionales de la presente invención son objeto de las reivindicaciones dependientes.

65 La invención se explica a continuación en más detalle haciendo referencia a los dibujos.

- La figura 1a muestra una representación esquemática de una turbina de acuerdo con el primer ejemplo de realización,
- La figura 1b muestra una representación esquemática adicional de una turbina de acuerdo con el primer ejemplo de realización,
- 5 La figura 1c muestra una vista frontal de una turbina de acuerdo con el primer ejemplo de realización,
- La figura 2a muestra una representación esquemática de una turbina de acuerdo con el segundo ejemplo de realización,
- La figura 2b muestra una representación esquemática adicional de una turbina de acuerdo con el segundo ejemplo de realización,
- 10 La figura 2c muestra una vista frontal de una turbina de acuerdo con el segundo ejemplo de realización,
- La figura 3a muestra una representación esquemática de una turbina de acuerdo con el tercer ejemplo de realización,
- La figura 3b muestra una representación esquemática adicional de una turbina de acuerdo con el tercer ejemplo de realización, y
- 15 La figura 3c muestra una vista frontal de una turbina de acuerdo con el tercer ejemplo de realización.

La figura 1a muestra una representación esquemática de una turbina de acuerdo con un primer ejemplo de realización. La figura 1b muestra una representación adicional de la turbina de acuerdo con la figura 1a. En la figura 1c está mostrada una vista frontal de la turbina de acuerdo con las figuras 1a y 1b. La turbina tiene un rodete 4 con paletas de turbina 1 que están unidas con un cubo 3 configurado fundamentalmente de manera esférica. El rodete 4 con las paletas de turbina 1 se encuentra por delante de un distribuidor 6 en la dirección de flujo. Por tanto, en el caso de la presente turbina se trata de un rotor a barlovento. Dicho de otro modo, el distribuidor 6 se encuentra por detrás del rodete 4 y, al mismo tiempo, apoya el rodete en el canal, de modo que se puede rescindir de un aparato de apoyo adicional. Por tanto, el distribuidor 6 tiene también un cojinete.

20 Por tanto, el flujo incide en primer lugar libremente sobre el rodete 4, de modo que se puede extraer una energía máxima del flujo antes de que el flujo incida sobre el distribuidor 6. El distribuidor 6 está configurado a este respecto de modo que está garantizada una evacuación de flujo óptima del agua al reducirse pérdidas de torsión, de modo que se evita una acumulación y un colapso asociado del rendimiento.

25 Por tanto, el flujo incide en primer lugar libremente sobre el rodete 4, de modo que se puede extraer una energía máxima del flujo antes de que el flujo incida sobre el distribuidor 6. El distribuidor 6 está configurado a este respecto de modo que está garantizada una evacuación de flujo óptima del agua al reducirse pérdidas de torsión, de modo que se evita una acumulación y un colapso asociado del rendimiento.

30 El distribuidor tiene paletas de apoyo 5. En el primer ejemplo de realización están previstas siete paletas de apoyo 5. Las paletas de apoyo 5 están configuradas preferiblemente de modo que no se pueden ajustar.

35 Las paletas 1 del rodete 4 se pueden ajustar en un intervalo de  $-20^\circ$  a  $140^\circ$ , preferiblemente de  $-10^\circ$  a  $120^\circ$ , de modo que es posible un ajuste de inclinación de las paletas de turbina 1. Por tanto, las paletas del rodete se pueden ajustar en cualquier posición sin que se forme una rendija entre las paletas de turbina 1 y el cubo, ya que las paletas de turbina 1 se apoyan con arrastre de forma en el cubo debido a la forma esférica del cubo.

40 Mediante el ajuste en  $90^\circ$  de las paletas 1, las paletas se giran a una denominada "posición de bandera", es decir, el agua fluye pasando por las paletas y a través del distribuidor 6 sin que el rodete 4 se mueva. De este modo también se puede evacuar entonces agua a través del canal de turbina cuando la turbina no está en funcionamiento, y el canal no se tiene que bloquear para frenar y, dado el caso, parar el rodete.

45 Mediante el ajuste de las paletas del rodete 4 y debido al hecho de que se puede detener el rodete 4 al poderse girar las paletas a una posición de bandera, no es necesaria una posibilidad de ajuste de las paletas de apoyo.

50 En las figuras 2a a 2c está mostrada una turbina de acuerdo con el segundo ejemplo de realización. Aquí, la estructura de la turbina de acuerdo con el segundo ejemplo de realización se corresponde fundamentalmente con la estructura de la turbina de acuerdo con el primer ejemplo de realización. Tal como en el primer ejemplo de realización están previstas siete paletas de apoyo 5 en el distribuidor. Sin embargo, a diferencia del primer ejemplo de realización están previstas cuatro paletas en el rodete.

55 Las figuras 3a a 3c muestran en cada caso una turbina de acuerdo con el tercer ejemplo de realización. La estructura de la turbina de acuerdo con el tercer ejemplo de realización se corresponde fundamentalmente con la estructura de la turbina de acuerdo con el primer y segundo ejemplo de realización. A diferencia de las turbinas de acuerdo con el primer y segundo ejemplo de realización están previstas cinco paletas de apoyo 5 en el distribuidor.

60 En las tres formas de realización mostradas anteriormente, las paletas 1 del rodete 3 están configuradas de manera ajustable, de modo que la turbina se puede apagar mediante un ajuste de las paletas. Por tanto no es necesaria una posibilidad de ajuste de las paletas del distribuidor para interrumpir el flujo en el canal.

En los tres ejemplos de realización mostrados anteriormente, el rodete está unido con un árbol 10 que, a su vez, se puede acoplar a un generador eléctrico para convertir el movimiento de rotación del árbol 10 en energía eléctrica.

65 Por tanto, la turbina de acuerdo con la invención es un rotor a barlovento, es decir, el distribuidor se encuentra por detrás del rodete 4. El distribuidor es tanto un apoyo como un cojinete para la turbina. Las paletas 1 del rodete 4

están configuradas de modo que se pueden ajustar en un ángulo de  $-20^{\circ}$  a  $140^{\circ}$ . El cubo 3 del rodete 4 está configurado fundamentalmente de manera esférica para que las paletas 1 del rodete 3 se puedan ajustar en cualquier ángulo sin que exista una rendija. Por tanto, el flujo incide en primer lugar sobre el rodete 4 antes de que se retransmita al interior del distribuidor 6, de modo que se forman condiciones de flujo óptimas para el rodete 4. Por tanto, la turbina de acuerdo con la invención tiene sólo dos niveles, es decir, el rodete y el distribuidor.

La turbina anteriormente descrita para una instalación hidroeléctrica está acoplada preferiblemente sin engranaje (mediante el árbol 10) con un generador para generar corriente eléctrica, es decir, se prevé un sistema sin engranaje a partir de una turbina y un generador.

El generador acoplado con la turbina está configurado preferiblemente con un número de revoluciones variable. Para ello, el sistema o la instalación hidroeléctrica tiene preferiblemente, además del generador, un rectificador y un convertidor que entonces, a su vez, se puede conectar a una red. Al prever el rectificador y el convertidor, el generador se puede operar también con diferentes números de revoluciones, ya que mediante el rectificador y el convertidor se puede convertir la tensión o potencia generada mediante el generador en la frecuencia de red necesaria.

Mediante la configuración con un número de revoluciones variable del generador se puede posibilitar un mayor rendimiento, ya que también en este caso se puede emitir potencia generada por el generador eléctrico a la red cuando el número de revoluciones del generador no sería suficiente para proporcionar la frecuencia requerida por la red.

Cuando la turbina de acuerdo con la invención está acoplada con un generador eléctrico y se emplea en una central hidroeléctrica se pueden formar diferencias diferentes entre las aguas arriba (la parte acumulada del agua) y las aguas abajo (una parte expuesta por una marea por debajo de un nivel de acumulación). Sin embargo, la potencia generada por la central hidroeléctrica depende directamente de la diferencia de nivel entre las aguas arriba y las aguas abajo. Si ahora se utiliza una turbina con un generador con un número de revoluciones fijo, entonces este generador sólo se puede emplear cuando la altura de caída del agua (la diferencia de nivel entre las aguas arriba y las aguas abajo) permite un número de revoluciones necesario del generador.

El generador eléctrico con un número de revoluciones variable de acuerdo con la invención con un convertidor siguiente también se puede operar con un número de revoluciones por debajo del número de revoluciones necesario, es decir, también con diferentes potencias. Por tanto, la turbina de acuerdo con la invención también puede funcionar cuando el número de revoluciones de la turbina cae por debajo de un número de revoluciones necesario por lo demás.

**REIVINDICACIONES**

- 5 1. Turbina para una instalación hidroeléctrica para generar energía eléctrica con un rodete (4) con una pluralidad de paletas de turbina (1), un distribuidor (6) con una pluralidad de paletas de apoyo (5) que están dispuestas en la dirección de flujo por detrás del rodete (4) y sirven como aparato de apoyo de la turbina, **caracterizada por que** el ángulo de inclinación de las paletas de turbina (1) del rodete (4) está configurado de manera ajustable, estando la turbina configurada como rotor a barlovento para que haya un flujo fundamentalmente no perturbado por la turbina en la dirección de flujo hacia las paletas de turbina (1), teniendo el rodete (4) un cubo (3) esférico para unir las paletas (1) con el rodete (4), estando las paletas (1) unidas con arrastre de forma con el cubo (3), estando el ángulo de inclinación de las paletas de turbina (1) configurado de modo que se puede ajustar de  $-20^{\circ}$  a  $140^{\circ}$  y estando las paletas de turbina (1) configuradas de manera ajustable en este intervalo angular sin que se forme una rendija entre las paletas de turbina (1) y el cubo (3).
- 10
- 15 2. Instalación hidroeléctrica con al menos una turbina de acuerdo con la reivindicación 1.
3. Instalación hidroeléctrica de acuerdo con la reivindicación 2, estando la turbina dispuesta en un canal y estando el distribuidor (6) configurado para apoyar el rodete (4) en el canal.
- 20 4. Instalación hidroeléctrica de acuerdo con la reivindicación 3 que tiene además un generador eléctrico para generar energía eléctrica, estando el generador eléctrico acoplado sin engranaje con la turbina.
5. Instalación hidroeléctrica de acuerdo con la reivindicación 3, estando el generador configurado con un número de revoluciones variable.
- 25 6. Instalación hidroeléctrica de acuerdo con la reivindicación 4 o 5, que tiene además un rectificador para rectificar la tensión de salida eléctrica del generador y un convertidor que está acoplado, por un lado, con el rectificador y, por otro lado, con una conexión de red, sirviendo el convertidor para emitir potencia eléctrica a la red con una frecuencia requerida por la red.

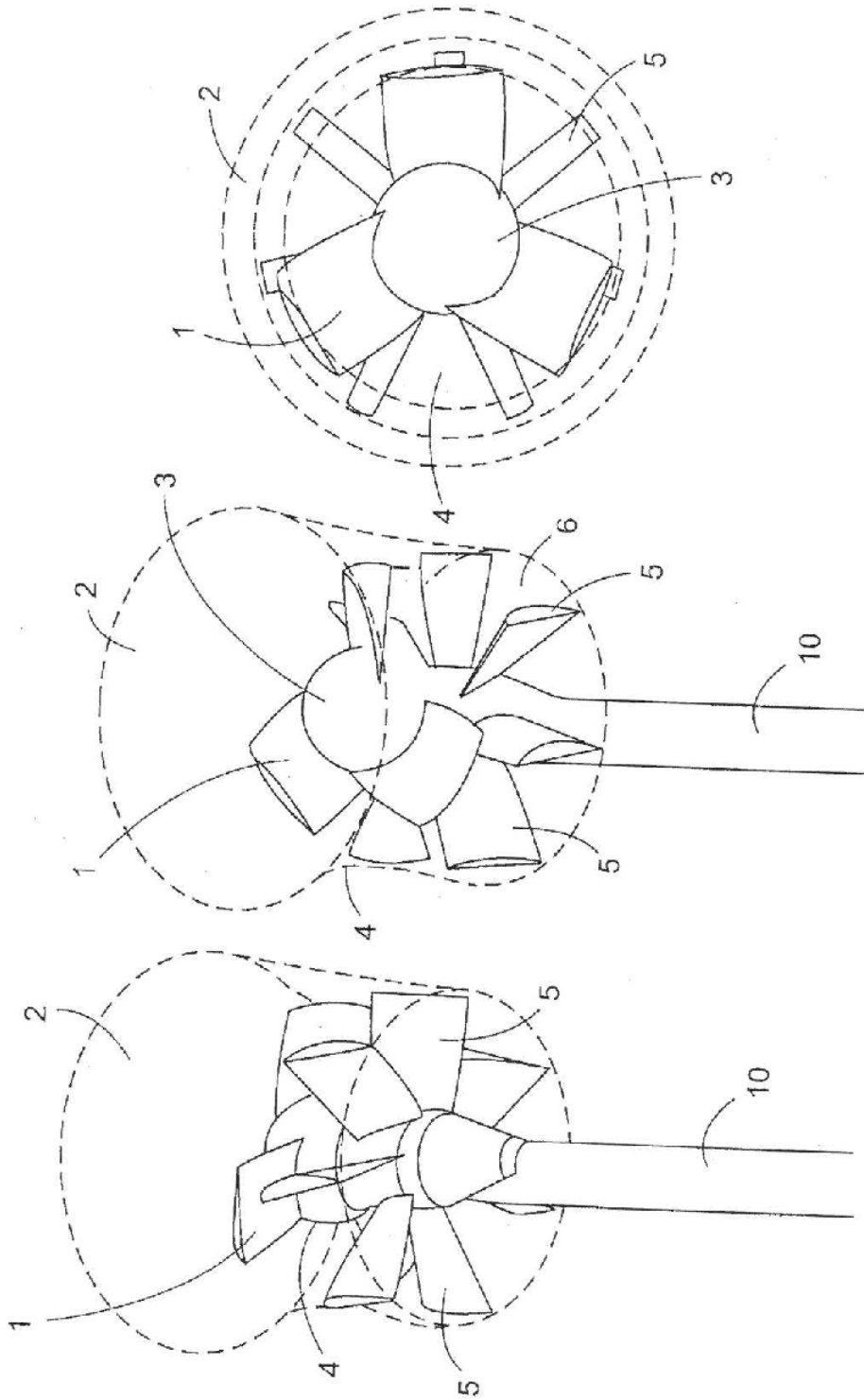


Fig.1a

Fig.1b

Fig.1c

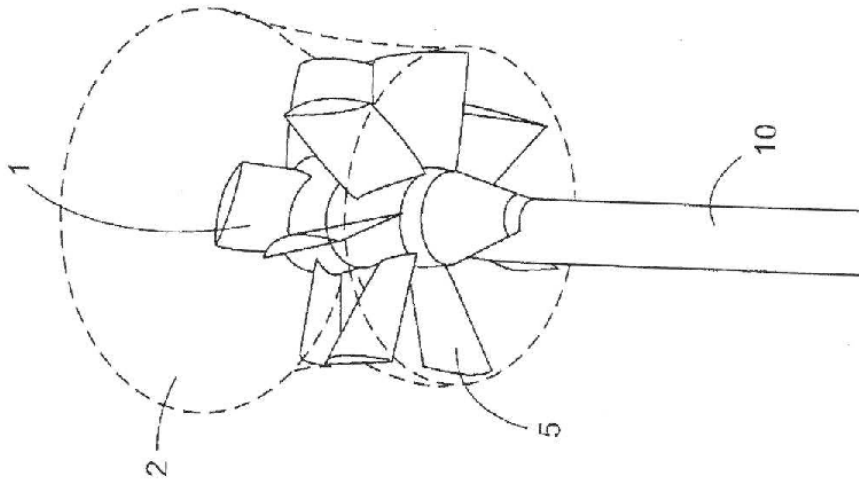


Fig.2a

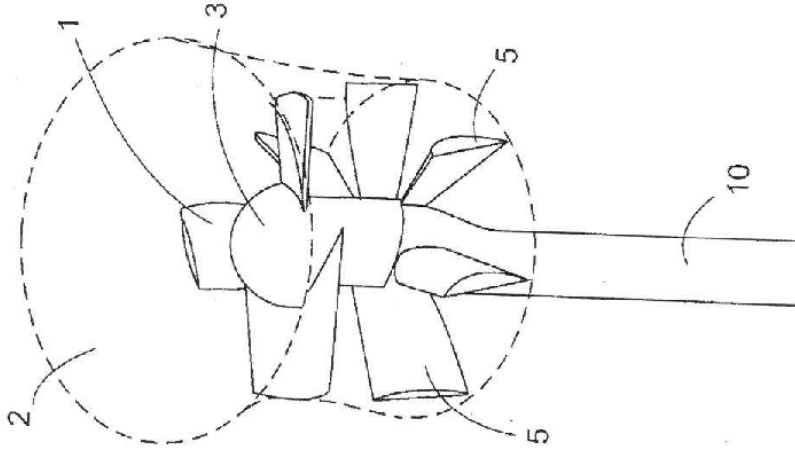


Fig.2b

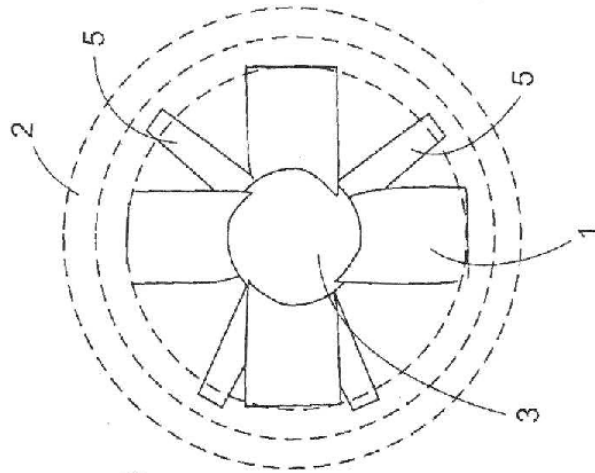


Fig.2c

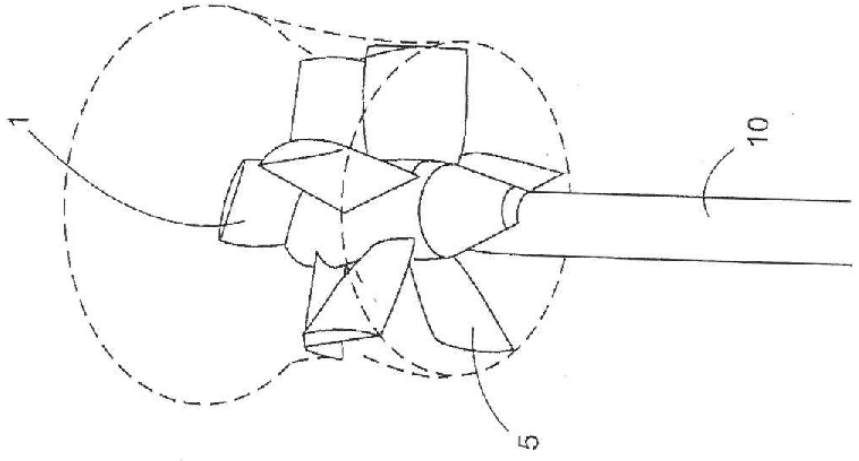


Fig.3a

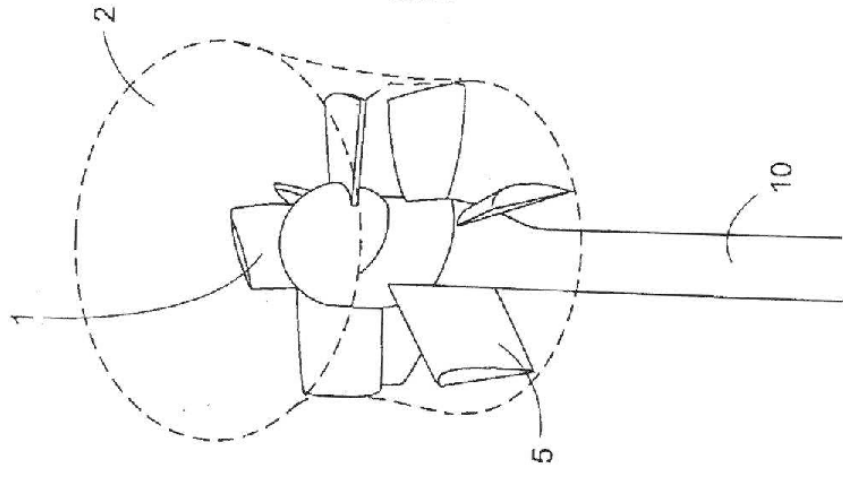


Fig.3b

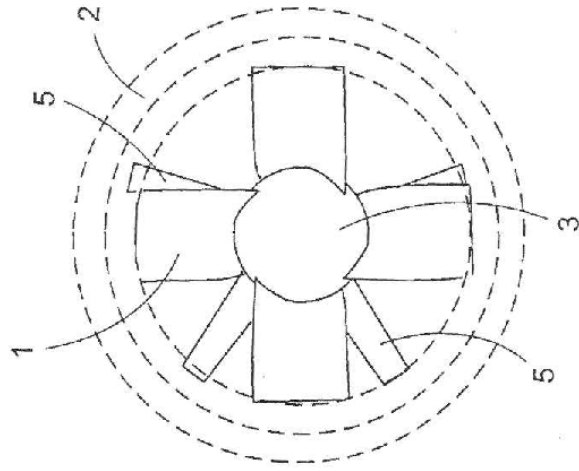


Fig.3c