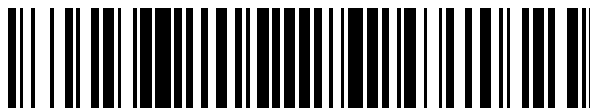


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 823 273**

21 Número de solicitud: 202130155

51 Int. Cl.:

F03D 3/00 (2006.01)

F03D 3/04 (2006.01)

F03D 3/06 (2006.01)

12

PATENTE DE INVENCION CON EXAMEN

B2

22 Fecha de presentación:

24.02.2021

43 Fecha de publicación de la solicitud:

06.05.2021

Fecha de modificación de las reivindicaciones:

05.08.2021

Fecha de concesión:

14.07.2022

45 Fecha de publicación de la concesión:

21.07.2022

73 Titular/es:

**EOLION ENERGIA SLP (100.0%)
CALLE FEDERICO CANTERO VILLAMIL 2 BIS
28935 MOSTOLES (Madrid) ES**

72 Inventor/es:

LINACERO ENCINAR, Rubén

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Nuria

54 Título: **TURBINA EÓLICA Y SISTEMA DE GENERACIÓN EÓLICA**

57 Resumen:

La presente invención está dirigida a una turbina eólica de eje vertical, y a un sistema de generación eólica que comprende al menos una turbina eólica, y más específicamente a una turbina de eje vertical que comprende un deflector dispuesto entre las palas de la turbina.

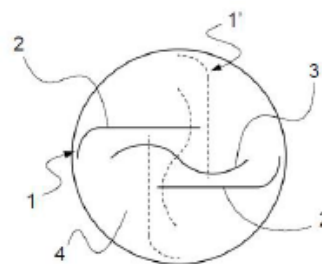


Fig.2

Aviso: Se puede realizar consulta prevista por el art. 41 LP 24/2015.
Dentro de los seis meses siguientes a la publicación de la concesión en el Boletín Oficial de la Propiedad Industrial cualquier persona podrá oponerse a la concesión. La oposición deberá dirigirse a la OEPM en escrito motivado y previo pago de la tasa correspondiente (art. 43 LP 24/2015).

ES 2 823 273 B2

DESCRIPCIÓN

TURBINA EÓLICA Y SISTEMA DE GENERACIÓN EÓLICA

Campo técnico de la invención

- 5 La presente invención está dirigida a una turbina eólica de eje vertical, y a un sistema de generación eólica que comprende al menos una turbina eólica, y más específicamente a una turbina de eje vertical que comprende un deflector dispuesto entre las palas de la turbina.

10 Antecedentes de la invención

- La sociedad muestra un interés cada vez mayor por el cuidado del medio ambiente y demanda cada vez más la implantación y el uso de fuentes de energía sostenibles. Esto es especialmente cierto para el caso de la energía eólica, cuya industria está
15 experimentando en la actualidad un enorme desarrollo.

- Son conocidos numerosos sistemas de explotación de la energía eólica, ya sea empleando directamente la potencia generada, en labores de transmisión de trabajo o generando energía eléctrica. La tecnología más extendida son los aerogeneradores con
20 el eje de giro paralelo a la dirección incidente del viento, comúnmente denominados turbinas de eje horizontal. Esta tecnología, formada por norma general por una torre anclada al suelo, o con un soporte flotante en algunos entornos marinos, así como una configuración de tres palas, existiendo modelo de dos palas, o multipala menos extendidos, presentan algunos retos y complejidades en cuanto al aprovechamiento del
25 recurso eólico en entornos cercanos al consumo eléctrico, debido a su gran tamaño y a la elevada velocidad en punta de pala, provocando ruido y vibraciones.

- Otros aerogeneradores, como por ejemplo, las turbinas Savonius, tienen su eje de rotación dispuesto en vertical; las turbinas Savonius son constructivamente sencillas y se
30 pueden instalar con facilidad en todo tipo de localizaciones, lo que la convierte en una solución preferida para micro y autoproductores de energía, instalaciones aisladas, etc.

Las turbinas Savonius convencionales tienen dos o más palas alargadas y dispuestas a lo largo de su eje de rotación. Cada pala tiene una sección transversal de

semicircunferencia y se disponen simétricamente con sus caras cóncavas parcialmente enfrentadas. De esta forma, ante una corriente de viento en dirección perpendicular al eje de rotación, el flujo de aire ejerce presión sobre la porción expuesta de una de las palas y se produce una rotación alrededor del eje debido a la diferencia de velocidades del viento sobre el rotor; es decir, las turbinas Savonius convencionales trabajan normalmente en modo de empuje.

Sin embargo, la eficiencia de las turbinas Savonius es relativamente menor que las turbinas que trabajan en modo de sustentación, lo que las hace menos atractivas para algunas aplicaciones.

Descripción de la invención

La presente invención propone una solución a los anteriores problemas mediante una turbina eólica y un sistema de generación eólica según se define en las reivindicaciones independientes.

En un primer aspecto inventivo, la invención proporciona una *turbina eólica de eje vertical configurada para rotar alrededor de un eje de rotación, en donde la turbina eólica comprende:*

al menos dos palas substancialmente alargadas y dispuestas a lo largo del eje de rotación, en donde cada pala comprende una cara substancialmente cóncava y una cara substancialmente convexa, y en donde las caras cóncavas de las palas están parcialmente enfrentadas,

caracterizado por que la turbina eólica comprende además al menos un deflector substancialmente plano y alargado,

en donde el deflector está dispuesto substancialmente a lo largo del eje de rotación entre las caras cóncavas de las palas, y está configurado para rotar alrededor del eje de rotación de forma solidaria con las palas,

en donde el deflector comprende un primer borde y un segundo borde, y

en donde la distancia entre el primer borde del deflector y una primera pala es mayor que la distancia entre el segundo borde del deflector y dicha primera pala.

A lo largo del presente documento se entenderá que turbina de eje vertical es una turbina

eólica que comprende los elementos esenciales de una turbina eólica convencional de eje vertical, como por ejemplo una turbina Savonius convencional o una turbina derivada de ésta, como una turbina Bach convencional. Por pala o álabe se debe entender cada uno de los al menos dos elementos aerodinámicos que interaccionan con un flujo de aire para producir una rotación de la turbina debido al efecto del empuje; preferiblemente, las palas tienen configuración de perfil aerodinámico, con un espesor pequeño en comparación con la cuerda y la longitud del perfil, que ventajosamente permiten generar fuerzas de sustentación sobre las palas.

- 5
- 10
- 15
- 20

Por distancia entre los bordes del deflector y cualquiera de las palas se debe entender la distancia o separación mínima entre el borde del deflector y la pala en cuestión; para el caso más simple de deflector y palas rectas, la distancia mínima viene dada por la distancia en línea recta que separa las proyecciones o secciones transversales según el eje de rotación de los elementos.

- 30

se incrementa la velocidad del flujo de salida de aire en uno de los conductos del canal, dando lugar a un par de fuerzas resultante no nulo que hace girar la turbina.

Ventajosamente, la configuración reivindicada permite incrementar substancialmente el rendimiento de la turbina frente a las configuraciones conocidas del estado de la técnica. Esta configuración también permite soportar regímenes de viento más intensos que las turbinas existentes, y en la práctica se transforma en una turbina de reacción. Adicionalmente, la presente invención logra un incremento de la rigidez y la resistencia respecto de las turbinas conocidas, gracias a la contribución estructural del deflector.

10

En una realización particular, *la distancia entre el primer borde del deflector y la primera pala es igual a la distancia entre el segundo borde del deflector y la segunda pala, y la distancia entre el primer borde del deflector y la segunda pala es igual a la distancia entre el segundo borde del deflector y la segunda pala.* Ventajosamente, esta configuración permite que uno de los conductos tenga siempre una velocidad de salida del flujo de aire substancialmente mayor que el otro conducto, que a su vez ofrece una superficie expuesta a la presión del flujo de aire mayor que el primer conducto.

15

En una realización particular, *el deflector tiene una sección transversal respecto al eje de rotación substancialmente en forma de curva sinusoidal.* Ventajosamente, el deflector tiene una sección transversal, o sección del perfil aerodinámico ondulada o en forma de “S”, que permite que uno de los bordes del deflector se encuentre más cerca de una pala que el otro borde del deflector, formando así un estrechamiento y un ensanchamiento en cada uno de los conductos de forma sencilla. En otra realización, la turbina comprende una pluralidad de deflectores.

20

25

En una realización particular, *la sección transversal respecto al eje de rotación del deflector es substancialmente simétrica.* Ventajosamente, el deflector es un perfil aerodinámico simétrico, y preferiblemente de espesor constante, que se comporta de forma homogénea independientemente de la posición angular de la turbina respecto a la corriente de aire en la que se encuentra.

30

En una realización particular, *el eje de rotación atraviesa el deflector.* Ventajosamente, el deflector actúa como un carenado del eje de rotación, evitando efectos aerodinámicos

indeseados, tales como resistencias, que reducen el rendimiento de la turbina.

En una realización particular, *la sección transversal respecto al eje de rotación de al menos una pala comprende una porción substancialmente recta*. Ventajosamente, cada una de las palas se forma a partir de una lámina substancialmente recta, de forma que se simplifica y abarata su construcción.

En una realización particular, *la sección transversal respecto al eje de rotación de al menos una pala comprende una porción con forma substancialmente de arco de circunferencia*. Ventajosamente, la sección con forma de arco de circunferencia permite obtener una línea de corriente en los conductos con menos aristas que reduzcan el rendimiento.

En una realización particular, *las palas tienen un desarrollo helicoidal en la dirección longitudinal del eje de rotación*. Ventajosamente, el desarrollo helicoidal de las palas permite mantener un par constante en la turbina independientemente de su posición angular respecto a la corriente de aire.

En una realización particular, *la turbina comprende además al menos una base unida a los extremos de las palas y del deflector*. Ventajosamente, la al menos una base proporciona rigidez e integridad estructural a la turbina.

En un segundo aspecto inventivo, la invención proporciona un *sistema de generación eólica, que comprende una turbina eólica según cualquiera el primer aspecto inventivo y un generador eléctrico*. El sistema de generación permite transformar la potencia del par de rotación de la turbina en una corriente eléctrica. Preferiblemente, la turbina está unida a un generador eléctrico de cualquier tipo a través de su eje de rotación por medios convencionales.

En una realización, *el eje de rotación de la turbina está dispuesto substancialmente en vertical respecto al plano horizontal*. Ventajosamente, la disposición vertical de la turbina permite aprovechar el viento en toda la longitud de las palas, ocupando una porción de superficie mucho menor que otras configuraciones.

En una realización, *el sistema comprende dos turbinas eólicas coaxiales y unidas solidariamente entre sí*. Ventajosamente, esta disposición permite apilar o concatenar dos o más turbinas entre sí, de forma que siendo las palas más cortas se incrementa su resistencia. Además, cada uno de los dos cuerpos de turbina se puede desplazar
5 angularmente respecto al otro, de forma que el par generado sea más homogéneo. En una realización particular, el sistema de generación comprende una pluralidad de turbinas eólicas de eje vertical coaxiales y unidas solidariamente entre sí.

Estas y otras características y ventajas de la invención resultarán evidentes a partir de la
10 descripción de las realizaciones preferidas, pero no exclusivas, que se ilustran a modo de ejemplo no limitativo en los dibujos que se acompañan.

Breve descripción de los dibujos

- 15 Figura 1 Esta figura muestra una vista de la sección transversal de una realización la turbina.
- Figura 2 Esta figura muestra una realización del sistema de generación eólica con dos turbinas eólicas coaxiales.

20 Descripción detallada de un ejemplo de realización

En la siguiente descripción detallada se exponen numerosos detalles específicos en forma de ejemplos para proporcionar un entendimiento minucioso de las enseñanzas relevantes. Sin embargo, resultará evidente para los expertos en la materia que las
25 presentes enseñanzas pueden llevarse a la práctica sin tales detalles.

Algunos tipos de turbinas Savonius convencionales comprenden generalmente dos álabes o palas alargadas dispuestas a lo largo de un eje de rotación vertical y que giran solidariamente alrededor de dicho eje de rotación; para que giren solidariamente, las dos
30 palas están unidas rígidamente a dos bases, comunes a ambas palas, y dispuestas en cada extremo de las palas. En este tipo de turbinas Savonius convencionales las palas tienen una sección transversal, es decir, vista desde la dirección del eje de rotación, con forma de semicircunferencia, dispuestas simétricamente a ambos lados del eje de rotación y con sus caras cóncavas parcialmente enfrentadas; su funcionamiento se basa

en la diferente fuerza de resistencia aerodinámica que ofrecen las caras cóncava y convexa de las palas expuestas al viento en un momento dado, lo que se traduce en un par de giro resultante no nulo de la turbina.

- 5 Por su parte, la turbina (1) objeto de la presente invención, en una realización preferida, comprende además de los elementos descritos de las turbinas Savonius convencionales, en particular, al menos dos palas (2), un deflector (3) alargado y dispuesto a lo largo del eje de rotación. En la realización descrita, tanto las palas (2) como el deflector (3) en sí tienen una configuración de perfil aerodinámico, con un espesor pequeño en
10 comparación con la longitud de la cuerda del perfil. El deflector (3) está dispuesto entre las palas (2) de la turbina (1) y rotacionalmente simétrica respecto a éstas. En la realización mostrada el deflector (3) también es coincidente con el eje de rotación y está unido a las bases (4) por sus extremos.
- 15 El deflector (3) comprende además dos bordes, que en función de la posición de la turbina (1) respecto al viento, o posición angular, corresponden al borde de ataque o al borde de salida del perfil aerodinámico; es decir un borde específico del deflector (3) será alternativamente el borde de ataque y el borde de salida del perfil cada 180° o π radianes de rotación de la turbina (1). La sección transversal del deflector (3) está configurada de
20 forma que un primer borde (3.1) se encuentra más cerca de una de las dos palas (2), y el segundo borde (3.2) del deflector (3) se encuentra a una distancia mayor de dicha pala (2).

Esta configuración da lugar a un conducto para el paso de un flujo de aire delimitado por
25 el deflector (3), la cara cóncava de una de las palas (2) y las bases (4). Para el caso preferido de una turbina (1) rotacionalmente simétrica se tienen dos conductos, cada uno formado por pala (2) y el deflector (3). Considerando también el caso preferido de una turbina (1) de palas (2) rectas, la superficie de entrada y de salida del conducto viene dada por la distancia entre el borde del deflector (3) y la pala (2). De esta forma se
30 consigue tener una superficie de entrada al conducto mayor que la salida, logrando así un estrechamiento del conducto, o tobera, que permite un incremento de la velocidad de salida que produce un par de reacción respecto al eje de rotación. Debido a la simetría, el segundo conducto de la turbina (1) tiene una configuración opuesta, y forma un difusor respecto a la dirección del flujo de aire, con fuerza de reacción muy pequeña o nula, que

produce un par de giro resultante no nulo. Como se ha descrito, cada 180° o π radianes de rotación de la turbina (1), la posición de los conductos se invierte.

La Figura 1 muestra una sección de la turbina (1) de acuerdo con el anterior ejemplo de
5 realización. En este ejemplo, las palas (2) tienen una sección que comprende una porción recta y una porción con forma de arco de circunferencia; esta forma es especialmente adecuada para permitir que flujo de aire atravesase los conductos con facilidad y se minimicen las pérdidas por resistencia aerodinámica. Por su parte, el deflector (3) tiene una sección de curva sinusoidal, o en forma de “S” invertida, que comprende un doble
10 curvado del deflector (3), con dos centros de curvatura a ambos lados del deflector (3). Esta geometría logra que uno de los bordes del deflector (3) esté más próximo a la pala (2) que el otro borde del deflector (3), formando la configuración de tobera descrita.

Así, suponiendo que la turbina (1) mostrada en la Figura 1 se encuentra sumida en una
15 corriente de viento que circula de izquierda a derecha, para el instante en el que la posición angular de la turbina (1) es la que se muestra, se establecen dos flujos de aire, uno por cada canal. Nombrando primera pala (2) a la que está dispuesta más a la izquierda, y primer borde (3.1) al borde del deflector (3) dispuesto más arriba, la distancia entre el primer borde (3.1) y la primera pala (2) es mayor que la distancia entre el
20 segundo borde (3.2) y la primera pala (2), de forma que el flujo de aire por este primer canal, que circula del primer borde (3.1) al segundo borde (3.2) del deflector (3), se encontrará con un estrechamiento del conducto que llevará a una aceleración del flujo de aire. Análogamente, el flujo por el segundo conducto, más a la derecha, circulará del primer borde (3.1) al segundo borde (3.2) del deflector (3), y se encontrará con un
25 ensanchamiento que ralentizará el flujo de aire. Así pues, la fuerza de reacción a la salida del primer conducto será mayor que la fuerza de reacción a la salida del segundo conducto, dando lugar a un par de giro no nulo en el eje de rotación. Conjuntamente a las fuerzas de reacción, en la cara cóncava de la segunda pala (2) se ejerce una fuerza correspondiente a resistencia aerodinámica según el modo de funcionamiento de las
30 turbinas Savonius convencionales, y que incrementa el par de giro de la turbina (1).

Para aprovechar la potencia mecánica generada por la turbina (1) se pueden emplear cualquier tipo de sistema de transmisión de potencia conocido; en un ejemplo preferido, el árbol de la turbina (1) está unido a un generador eléctrico y da lugar a un sistema de

generación eléctrico.

En la Figura 2 se muestra una realización preferida del sistema de generación eléctrico, con dos turbinas (1, 1') individuales, o cuerpos de turbina (1, 1'), dispuestos coaxialmente, 5 unidos solidariamente y desfasados 90° o $\pi/2$ radianes entre sí; la Figura 2 muestra el sistema de generación visto desde la dirección del eje de rotación, con los elementos de una de las turbinas (1') representadas por medio de líneas discontinuas; a su vez el eje común está unido a un generador eléctrico, no mostrado en las figuras, que transforma el par de rotación en corriente eléctrica. Gracias al desfase se consigue que siempre haya 10 una porción de la turbina (1) con una orientación favorable para iniciar el movimiento de la turbina (1), evitando posiciones de la turbina (1) en las que no se puede establecer el flujo de aire a través de la turbina (1). En otras realizaciones, no mostradas en las figuras, se apilan una pluralidad de cuerpos de turbina (1), cada uno girado unos grados respecto al cuerpo inmediatamente anterior o posterior.

15

En otra realización, no mostrada en las figuras, las palas (2) y el deflector (3) tienen un desarrollo helicoidal, o de hélice, es decir, los perfiles torsionados a lo largo de su longitud. De esta forma, se asegura que para todas las posiciones angulares de la turbina (1) siempre haya una porción de las palas (2) y del deflector (3) orientada de forma óptima 20 hacia el flujo de viento para iniciar el movimiento de la turbina (1).

REIVINDICACIONES

1. Turbina eólica (1) de eje vertical configurada para rotar alrededor de un eje de rotación, en donde la turbina eólica (1) comprende:

5 al menos dos palas (2) alargadas y dispuestas a lo largo del eje de rotación, en donde cada pala (2) comprende una cara cóncava y una cara convexa, y en donde las caras cóncavas de las palas (2) están parcialmente enfrentadas,

caracterizado por que la turbina eólica (1) comprende además al menos un deflector (3) plano y alargado,

10 en donde el deflector (3) está dispuesto a lo largo del eje de rotación entre las caras cóncavas de las palas (2), y está configurado para rotar alrededor del eje de rotación de forma solidaria con las palas (2),

en donde el deflector (3) comprende un primer borde (3.1) y un segundo borde (3.2), y

15 en donde la distancia entre el primer borde (3.1) del deflector (3) y una primera pala (2) es mayor que la distancia entre el segundo borde (3.2) del deflector (3) y dicha primera pala (2), y

en donde la sección transversal respecto al eje de rotación de al menos una pala (2) comprende una porción recta.

20

2. Turbina eólica (1) según la reivindicación anterior, en donde la distancia entre el primer borde (3.1) del deflector (3) y la primera pala (2) es igual a la distancia entre el segundo borde (3.2) del deflector (3) y la segunda pala (2), y la distancia entre el primer borde (3.1) del deflector (3) y la segunda pala (2) es igual a la distancia entre el segundo borde (3.2) del deflector (3) y la segunda pala (2).

25

3. Turbina eólica (1) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el deflector (3) tiene una sección transversal respecto al eje de rotación en forma de curva sinusoidal.

30

4. Turbina eólica (1) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde la sección transversal respecto al eje de rotación del deflector (3) es simétrica.

5. Turbina eólica (1) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el eje

de rotación atraviesa el deflector (3).

6. Turbina eólica (1) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde la sección transversal respecto al eje de rotación de al menos una pala (2) comprende una
5 porción con forma de arco de circunferencia.

7. Turbina eólica (1) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde las palas (2) tienen un desarrollo helicoidal en la dirección longitudinal del eje de rotación.

10 8. Turbina eólica (1) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende además al menos una base (4) unida a los extremos de las palas (2) y del deflector (3).

9. Sistema de generación eólica, que comprende una turbina eólica (1) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores y un generador eléctrico.

15

10. Sistema de generación eólica según la reivindicación anterior, en donde el eje de rotación de la turbina (1) está dispuesto en vertical respecto al plano horizontal.

11. Sistema de generación eólica según cualquiera de las reivindicaciones 9-10, que
20 comprende dos turbinas eólicas (1) coaxiales y unidas solidariamente entre sí.

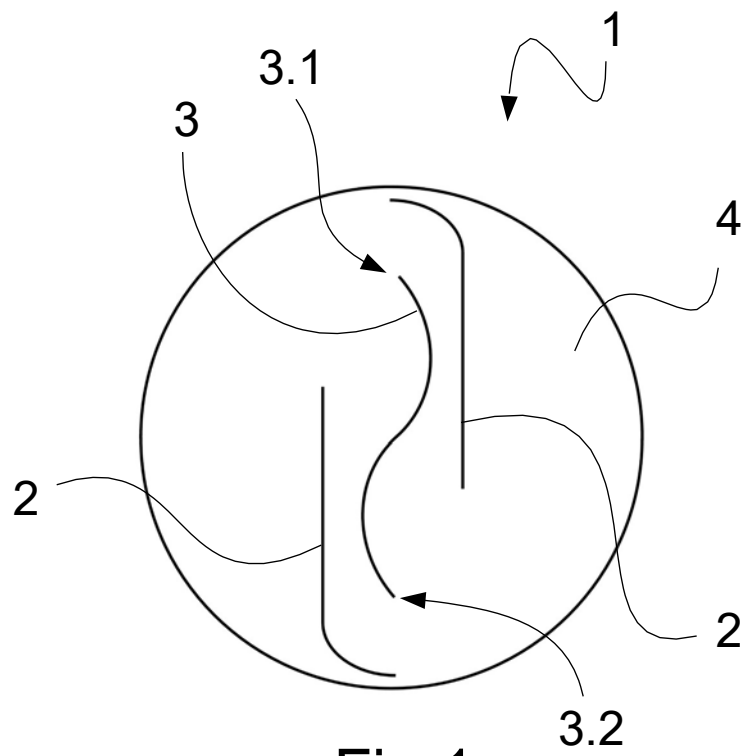


Fig.1

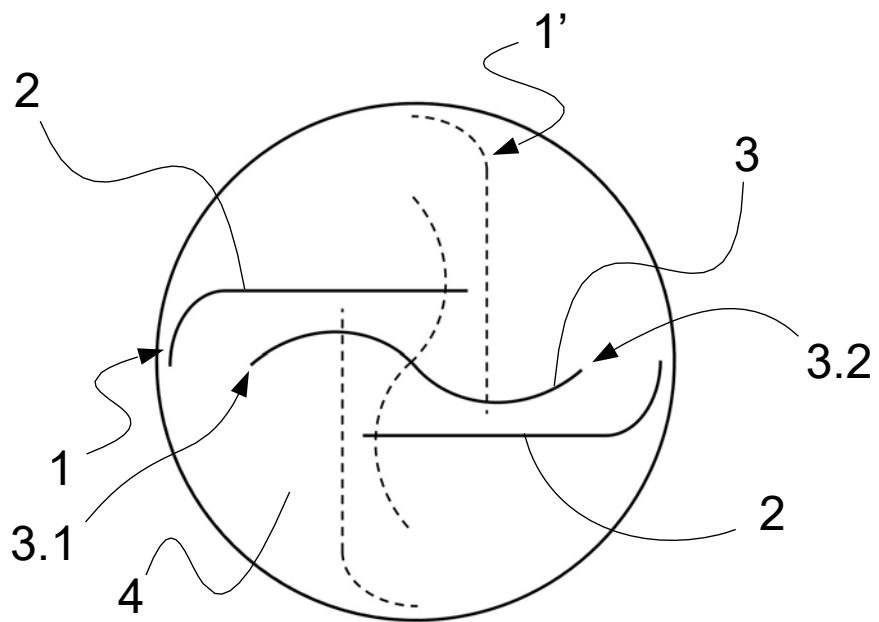


Fig.2