



19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 291 550**

51 Int. Cl.:  
**F03D 3/06** (2006.01)  
**F03D 11/02** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Número de solicitud europea: **03002460 .8**  
86 Fecha de presentación : **05.02.2003**  
87 Número de publicación de la solicitud: **1335130**  
87 Fecha de publicación de la solicitud: **13.08.2003**

54 Título: **Turbina eólica Darrieus.**

30 Prioridad: **07.02.2002 IT MO02A0025**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**01.03.2008**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**01.03.2008**

73 Titular/es: **Enrica Micali Baratelli**  
**Via Cassia 701/R1**  
**00189 Roma, IT**  
**Maria Cecilia Fiorini y**  
**Fabio Fiorini**

72 Inventor/es: **Fiorini, Vittorio**

74 Agente: **Elzaburu Márquez, Alberto**

ES 2 291 550 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 eólica Darrieus.

La invención concierne a medios generadores de energía, particularmente medios generadores adecuados para convertir la energía cinética del viento en otra forma de energía, por ejemplo energía mecánica o eléctrica.

Se conocen generadores Darrieus accionados por el viento que están provistos de dos o más palas que se extienden alrededor de un árbol que está dispuesto verticalmente. Las palas, que pueden ser internamente huecas por razones relacionadas con la reducción de la inercia, pueden ser hechas girar por el viento que las toca y éstas a su vez hacen que gire el rotor de un generador de corriente que transforma la energía cinética del viento en energía eléctrica. Un generador Darrieus accionado por el viento según el estado de la técnica es conocido por el documento US 5 499 904.

Los generadores de la técnica anterior con un eje vertical tienen una desventaja que está relacionada con su eficiencia bastante baja, lo que limita significativamente sus aplicaciones.

Otra desventaja de los generadores de la técnica anterior consiste en la dificultad de actuación que se presenta a bajas velocidades del viento: si la intensidad del viento es demasiado baja para hacer que giren las palas venciendo la fricción del aire, es virtualmente imposible poner en marcha los generadores Darrieus tradicionales.

Un objetivo de la invención consiste en mejorar los medios generadores de energía, particularmente los medios generadores adecuados para convertir la energía cinética del viento en otra forma de energía.

Otro objetivo de la invención es aumentar la eficiencia de los medios generadores de energía de la técnica anterior.

Todavía otro objetivo más de la invención es proporcionar medios generadores de energía, particularmente del tipo accionado por el viento, que puedan ser actuados fácilmente incluso aunque el viento sople a velocidades relativamente bajas.

Según la invención, se proporcionan unos medios generadores de energía, particularmente del tipo accionado por el viento, que comprenden dos palas que pueden ser actuadas a rotación, estando dichas palas provistas internamente de unos medios de conducto, caracterizados porque están previstos, además, unos medios de distribución, siendo dichos medios de distribución adecuados para alimentar selectivamente dichos medios de conducto con un fluido que viene de un ambiente externo y que circula en una dirección de circulación establecida.

En una realización ventajosa las palas comprenden unos medios de tobera dispuestos para permitir que dicho fluido salga de los medios de conducto hacia el ambiente exterior.

Debido a la invención, es posible mejorar la eficiencia de los sistemas generadores de energía, particularmente del tipo accionado por el viento, ya que, además de la acción de impulsión del viento que choca directamente con las palas y hace que éstas giren, tal como ocurre en los generadores tradicionales impulsados por el viento, existe la acción de supercirculación del fluido. Dicho fluido, después de entrar en los medios de conducto con ayuda de los medios de distribución, sale de los medios de conducto a través de los medios de tobera y se adhiere a los perfiles

aerodinámicos de las palas debido al efecto Coanda. Esto permite que se incremente la fuerza de elevación de las palas y que se aumente con ello el par de impulsión creado por los medios generadores de energía.

En otra realización ventajosa los medios generadores comprenden, además, unos medios intensificadores de la fluidez que están dispuestos dentro de dichas palas para permitir que el fluido salga fácilmente a través de los medios de tobera.

Preferiblemente, los medios intensificadores de la fluidez tienen una sección transversal circular y están hechos de un material con un bajo coeficiente de rozamiento, particularmente politetrafluoroetileno.

Debido a la forma y al material de los medios intensificadores de la fluidez, dicho fluido puede salir de los medios de tobera sin encontrar una resistencia excesiva, la cual provocaría perjudiciales pérdidas de energía.

En todavía otra realización ventajosa los medios generadores comprenden medios de transporte de flujo dispuestos dentro de las palas para transportar dicho fluido hacia partes de los medios de tobera situados a diferentes alturas.

Los medios de transporte de flujo permiten que se minimicen las irregularidades de ruta que el fluido dirigido hacia los medios de tobera encuentra dentro de las palas. Además, permiten que los medios de tobera sean alimentados de una manera sustancialmente uniforme a lo largo de toda su extensión, es decir, a cualquier altura en la que puedan estar situados dichos medios de tobera.

En una realización preferida las palas comprenden medios de pared adecuados para identificar en los medios de conducto unos medios de conducto externos y unos medios de conducto internos.

El fluido se introduce preferiblemente en los medios de conducto internos cuando estos últimos miran en una dirección de origen del fluido y cuando los medios de conducto internos están dispuestos de modo que los medios de pared estén sustancialmente formando un ángulo recto con dicha dirección de origen.

De nuevo preferiblemente, el fluido se inserta en los medios de conducto externos cuando estos últimos se oponen a dicha dirección de origen del fluido y cuando los medios de conducto externos están dispuestos de modo que los medios de pared forman sustancialmente un ángulo recto con dicha dirección de origen del fluido.

Por consiguiente, debido a los medios de distribución, los medios de conducto externos y los medios de conducto internos pueden ser alimentados selectivamente de acuerdo con la posición ocupada por las palas con relación a la dirección de origen del fluido, es decir, con relación a la dirección en la que sopla el viento. Esto permite que se altere la capa límite laminar fuera de las palas de tal manera que se mejore significativamente la eficiencia de los medios generadores de energía.

En otra versión preferida los medios de distribución comprenden medios divisores radiales que son adecuados para identificar unos medios de sector dentro de los medios de distribución.

En todavía otra realización preferida los medios de sector comprenden primeros medios de sector y segundos medios de sector.

Los primeros medios de sector están delimitados ventajosamente en su exterior por una porción de su-

perficie cilíndrica y están delimitados en su interior por una porción de superficie curva.

También ventajosamente, los segundos medios de sector están delimitados en su interior por otra porción de superficie curva y están delimitados en su exterior por una porción de superficie troncocónica.

La geometría particular de las superficies que delimitan los primeros medios de sector y los segundos medios de sector facilita la introducción del fluido en los medios de conducto y reduce las pérdidas de carga. Se incrementa así aún más la eficiencia de los medios generadores de energía.

En otra versión preferida los medios generadores comprenden, además, unos medios de ventilador que son adecuados para transportar dicho fluido dentro de los medios de distribución.

Debido a los medios de ventilador, se pueden superar las dificultades de arranque de los medios generadores incluso aunque el viento no sea muy intenso. De hecho, los medios de ventilador permiten que se transporte fluido presurizado dentro de los medios de conducto, y dicho fluido hace que giren las palas, venciendo así la resistencia del aire aun cuando la baja intensidad del viento no sería suficiente por sí sola para hacer que las palas sean accionadas a rotación.

La invención será mejor comprendida y puesta en práctica con referencia a los dibujos adjuntos, que ilustran algunas realizaciones ejemplificadoras y no restrictivas de la misma y en los que:

La figura 1 es una vista despiezada en perspectiva de unos medios generadores de energía según la invención;

La figura 2 es una vista en perspectiva desde arriba de una porción inferior de los medios generadores de la figura 1;

La figura 3 es una sección parcial e interrumpida de una porción superior de los medios generadores de la figura 1, tomada a lo largo de un plano vertical que contiene el eje Z;

La figura 4 es una semisección tomada a lo largo del plano IV-IV de la figura 3;

La figura 5, es una vista en perspectiva interrumpida de una zona de conexión entre las palas y el árbol de los que están provistos los medios generadores de la figura 1;

La figura 6 es una vista en perspectiva de unos medios de distribución de los que están provistos los medios generadores de la figura 1;

La figura 7 es una sección diagramática tomada a lo largo de un plano horizontal que contiene el eje X de la figura 1;

La figura 8 es una sección transversal ampliada de una de las palas de la figura 7; y

La figura 9 es una sección diagramática interrumpida de una pala desarrollada en un plano, tomándose dicha sección a lo largo del plano IX-IX de la figura 7.

Las figuras 1 y 2 muestran un generador Darrieus 1 accionado por el viento, provisto de un árbol 2 que se extiende alrededor de un eje vertical Z y al cual están conectadas dos palas diametralmente opuestas 3. Las palas 3 pueden ser accionadas a rotación por el viento. Las palas 3 se bifurcan en la parte superior separándose del árbol 2 en una zona de conexión 4 y se fijan en el fondo a una placa 5 conectada al árbol 2, de acuerdo con la configuración típica de los rotores Darrieus.

Como se muestra más claramente en las figuras 3,

4, 5 y 7, las palas 3 son internamente huecas y cada una de ellas está provista de una pared interna 30 que identifica en cada pala 3 un conducto externo 6 y un conducto interno 7, dispuestos respectivamente en los lados externo e interno de las palas 3 con relación al eje vertical Z. Cerca de la zona de conexión 4, las palas 3 están configuradas de acuerdo con una geometría en forma de semicorona circular y están conectadas una a otra a lo largo de una sección recta 31. Los conductos externos 6 y los conductos internos 7 de cada pala 3 se comunican con el ambiente externo por medio de respectivas toberas externas 8 y toberas internas 9, por ejemplo toberas de ranura, dispuestas en el borde de salida 10 de las palas 3, con relación a la dirección de rotación de las palas 3 mostrada por la flecha F.

Como muestra la figura 8, las toberas externa 8 y las toberas internas 9 están delimitadas cerca del borde de salida 10 de cada pala 3 por unos medios intensificadores de la fluidez que comprenden un miembro 32 de sección transversal circular hecho de un material con un bajo coeficiente de rozamiento, por ejemplo politetrafluoroetileno (Teflon). La sección transversal exenta de bordes afilados y el material con un bajo coeficiente de rozamiento del miembro 32 facilitan el paso del aire a través de las toberas externas 8 y las toberas internas 9 hacia el ambiente exterior.

El perfil externo 33 de las palas 3 está hecho preferiblemente de plástico reforzado con fibra de vidrio o de plástico reforzado con fibra de carbono a fin de combinar altas propiedades mecánicas, en particular resistencia, con una inercia baja. La pared interna 30 puede obtenerse a partir de una pequeña placa de metal o de plástico.

Como se muestra en la figura 9, dentro de las palas 3 están previstos, además, unos medios de transporte de flujo que comprenden una pluralidad de láminas curvas 34 con una configuración geométrica en vista en planta que tiene aproximadamente la forma de un arco circular con la parte cóncava apuntando hacia la entrada del flujo de aire. Cada lámina 34 comprende una región de conexión 35 dispuesta cerca del miembro 32 de sección transversal circular y una zona extrema 36.

Las láminas 34 tienen dimensiones que aumentan progresivamente en la dirección de circulación del aire F2 de tal manera que el flujo de aire entrante, durante su recorrido dentro de las palas 3, encuentra primero láminas 34 con zonas extremas 36 que están relativamente cerca del miembro 32 de sección transversal circular, y seguidamente encuentra láminas 34 con zonas extremas 36 que están más lejos de dicho miembro 32.

Así, el flujo de aire de entrada se subdivide en una pluralidad de flujos, indicados por las flechas F5, que salen de las palas 3 a diferentes alturas debido a las diferentes dimensiones de las láminas 34. En particular, las porciones del flujo de entrada dispuestas cerca del miembro 32 de sección transversal circular son transportadas por las láminas 34 de menores dimensiones, es decir, por las primeras láminas 34 que encuentra el flujo de aire cuando entra en las palas 3, y, por tanto, son las primeras en salir de las palas 3 a alturas relativamente grandes.

Por otra parte, las porciones del flujo de entrada más alejadas del miembro 32 de sección transversal circular, que no interfieren con las láminas 34 de menores dimensiones, son transportadas por las últimas

láminas 34 que encuentra el flujo de aire que circula en las palas 3, es decir, por las láminas 34 de mayores dimensiones, y son entonces las últimas en salir de las palas 3 a alturas relativamente pequeñas.

Las láminas curvas 34 permiten una distribución uniforme del flujo de aire dentro de las palas 3, asegurando así que el aire pase a través de toda la extensión de las toberas externas 8 y las toberas internas 9, cualquiera que sea su altura.

Por encima de las palas 3 están dispuestos unos medios de distribución 11 que comprenden un cuerpo de contención cilíndrico 13 y un cuerpo central 12 que está fijado a una lumbrera de entrada de aire 14. Esta última puede ser apuntada en la dirección del viento por medio de un timón 15, es decir, una superficie aerodinámica que se dispone paralela a la dirección del viento, de tal manera que el aire entre directamente en la lumbrera de entrada de aire 14.

Agua arriba de los medios de distribución 11 está inserto un ventilador 16 que es impulsado por unos medios de accionamiento no mostrados y que es adecuado para transportar aire dentro de los medios de distribución 11 y seguidamente dentro de los conductos externos 6 y los conductos internos 7 formados en las palas 3.

Dependiendo de las condiciones del viento, el ventilador 16 puede ser accionado a velocidades diferentes o no ser en absoluto accionado. El ventilador 16 permite que no se interrumpa el funcionamiento del generador 1 ni siquiera aunque la velocidad del viento sea baja o ráfagas de viento a altas velocidades vayan seguidas por momentos de calma. Además, el ventilador 16 permite que se accione el generador 1 aun cuando el viento, soplando a bajas velocidades, no sería suficiente por sí solo para vencer el rozamiento del aire y hacer que giren las palas 3.

La estructura de los medios de distribución 11 se muestra con detalle en las figuras 3 y 6. Como puede verse, dentro del cuerpo contenedor 13, que tiene una forma cilíndrica sustancialmente hueca, está dispuesto el cuerpo central 12, que está provisto de un agujero central 17 para el paso del árbol 2. Desde el agujero central 17 se desarrollan dos divisores radiales diametralmente opuestos 18 que identifican dentro de los medios de distribución 11 un primer sector 20a y un segundo sector 20b, los cuales convergen ambos en la dirección del aire circulante, mostrada por las flechas F2. Tanto el primer sector 20a como el segundo sector 20b tienen la configuración en vista en planta de una corona semicircular. El primer sector 20a está delimitado externamente por el cuerpo contenedor 13 e internamente por una porción de superficie curva 21 que se desarrolla a partir del agujero central 17. El segundo sector 20b está delimitado internamente por otra porción de superficie curva 22 que se desarrolla a partir del agujero central 17, y externamente por una porción de superficie troncocónica 23 que se desarro-

lla a partir del cuerpo contenedor 13. La geometría de las superficies que delimitan el primer sector 20a y el segundo sector 20b, y en particular la geometría de la porción de superficie curva 21, de la porción adicional de superficie curva 22 y de la porción de superficie troncocónica 20, permite que se optimice el paso de aire desde los medios de distribución 11 hasta los conductos externos 6 y los conductos internos 7 de las palas 3 para minimizar las caídas de presión.

El primer sector 20a y el segundo sector 20b terminan, en la dirección de circulación del aire indicada por las flechas F2, con una primera sección de salida 19a y con una segunda sección de salida 19b, respectivamente, las cuales están dimensionadas de tal manera que coincidan respectivamente con las áreas de entrada 24 de los conductos externos 6 y con las áreas de entrada adicionales 25 de los conductos internos 7 dispuestos en las palas 3.

Durante el funcionamiento, el timón 15 se dispone en la dirección del viento, la cual está indicada por la flecha F1, de modo que la lumbrera de entrada de aire 14, que está enfrente del timón 15, reciba directamente el aire movido por el viento. El cuerpo central 12 de los medios de distribución 11, que forma una unidad con la lumbrera de entrada de aire 14 y, por tanto, con el timón 15, está consiguientemente dispuesto con los divisores radiales 18 perpendiculares a la dirección F1 del viento.

La disposición angular de los medios de distribución 11 es, además, tal que, cuando, durante la rotación alrededor del eje vertical Z, las palas 3 estén en una configuración en la que las paredes internas 30 son sustancialmente perpendiculares a la dirección F1 del viento, los medios de distribución 11 alimenten, con ayuda del segundo sector 20b, solamente el conducto interno de la pala 3 que está viento arriba, es decir, en el lado desde el cual sopla el viento, y, con ayuda del primer sector 20a, solamente el conducto externo 6 de la pala 3 que está viento abajo, es decir, en el lado que es el lado opuesto al lado desde el cual sopla el viento. En otras palabras, cada vez que las palas 3, durante su rotación alrededor del eje Z, alcanzan una configuración en la que las paredes internas 30 de dichas palas están sustancialmente en ángulo recto con la dirección F1 del viento (configuración en la que es posible explotar plenamente la energía cinética que posee el viento), el aire que entra a través de la lumbrera de entrada de aire 14 se divide en dos flujos F3 y F4 que, debido a la conformación especial de los medios de distribución 11, salen respectivamente de las toberas internas 9 de la pala 3 que está viento arriba y de las toberas externas 8 de la pala 3 que está viento abajo. Los flujos F3 y F4 que salen de las palas 3 modifican la capa límite laminar cerca de los perfiles aerodinámicos de las palas, aumentando así la eficiencia del generador 1 accionado por el viento.

## REIVINDICACIONES

1. Un generador de Darrieus (1) accionado por el viento, **caracterizado** porque comprende unas palas (3), cada una de las cuales está provista internamente de un conducto externo (6) y un conducto interno (7), y unos medios de distribución (11) para alimentar selectivamente dichos conductos (6, 7) con un fluido que viene de un ambiente externo, comprendiendo cada una de dichas palas (3) una pluralidad de toberas (8, 9) para permitir que dicho fluido salga de dichos conductos (6, 7) hacia dicho ambiente externo.

2. Un generador de Darrieus accionado por el viento según la reivindicación 1, **caracterizado** porque dichos medios de distribución (11) comprenden una lumbrera de entrada de aire (14) provista de un timón (15) para posicionar la boca de admisión de aire de la lumbrera de entrada de aire (14) mirando hacia el viento.

3. Un generador de Darrieus accionado por el viento según la reivindicación 2, **caracterizado** porque dichos medios de distribución (11) comprenden un cuerpo central (12) provisto de un agujero central (17) para el alojamiento de un árbol (2) y dos entradas (20a, 20b) para alimentar dicho conducto externo (6) y un conducto interno (7), respectivamente, teniendo las dos entradas (20a, 20b) una forma en planta igual a una corona semicircular y convergiendo en la dirección del aire circundante.

4. Un generador de Darrieus accionado por el viento según la reivindicación 3, **caracterizado** porque cada una de dichas palas (3) comprende unos medios (32) intensificadores de la fluidez para permitir que dicho fluido salga fácilmente a través de dichas toberas (8, 9).

5. Un generador de Darrieus accionado por el viento según la reivindicación 4, **caracterizado** porque dichos medios intensificadores de la fluidez com-

prenden un miembro (32) de sección transversal circular hecho de un material con un bajo coeficiente de rozamiento y situado a lo largo de un borde de salida (10) entre una línea de toberas internas (8) y una línea de toberas externas (9).

6. Un generador de Darrieus accionado por el viento según la reivindicación 5, **caracterizado** porque cada una de dichas palas (3) comprende unos medios (34) de transporte de flujo situados en dicho conducto externo (6) y en dicho conducto interno (7).

7. Un generador de Darrieus accionado por el viento según la reivindicación 5, **caracterizado** porque dichos medios (34) de transporte de flujo comprenden una pluralidad de láminas curvas (34).

8. Un generador de Darrieus accionado por el viento según la reivindicación 7, **caracterizado** porque dichas láminas curvas (34) tienen una configuración geométrica en planta que presenta aproximadamente la forma de un arco circular con la parte cóncava apuntando hacia una entrada del flujo de aire.

9. Un generador de Darrieus accionado por el viento según la reivindicación 8, **caracterizado** porque las láminas curvas (34) en un solo conducto (6, 7) tienen dimensiones que aumentan progresivamente en la dirección de circulación del aire.

10. Un generador de Darrieus accionado por el viento según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque comprende unos medios de ventilador (16) adecuados para transportar dicho fluido dentro de dichos medios de distribución (11).

11. Un generador de Darrieus accionado por el viento según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque dichas palas (3) tienen un perfil externo (33) hecho de plástico reforzado con fibra de vidrio o de plástico reforzado con fibra de carbono.

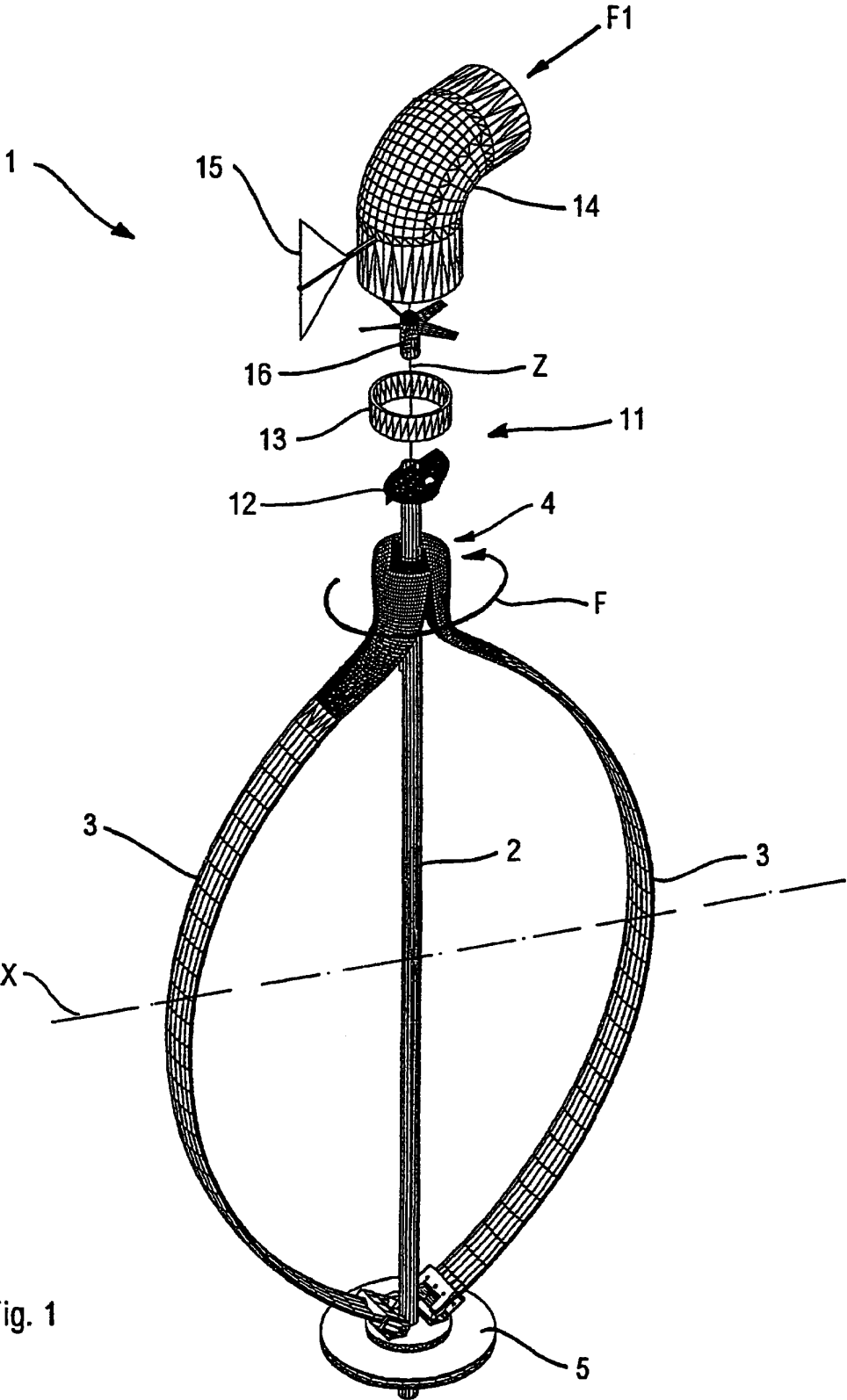


Fig. 1

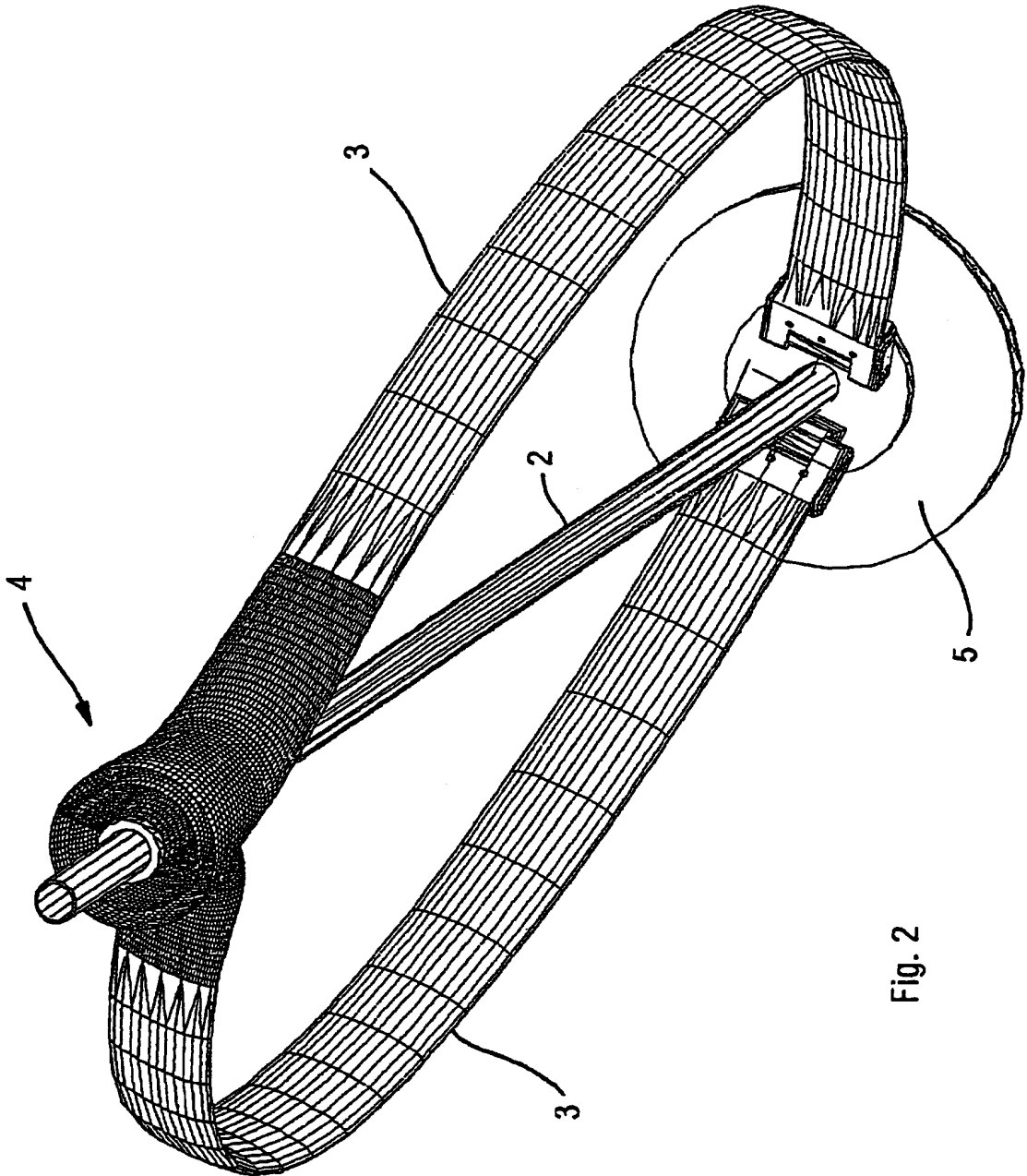


Fig. 2

