



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

⑪ Número de publicación: **2 257 155**

⑫ Número de solicitud: 200401476

⑬ Int. Cl.:
F01D 1/04 (2006.01)
F01D 5/02 (2006.01)

⑫

PATENTE DE INVENCION

B1

⑫ Fecha de presentación: **16.06.2004**

⑬ Fecha de publicación de la solicitud: **16.07.2006**

Fecha de la concesión: **04.07.2007**

⑮ Fecha de anuncio de la concesión: **01.08.2007**

⑮ Fecha de publicación del folleto de la patente:
01.08.2007

⑰ Titular/es: **Manuel Torres Olivares**
c/ Horno, nº 7
19110 Mondejar, Guadalajara, ES

⑱ Inventor/es: **Torres Olivares, Manuel**

⑲ Agente: **No consta**

⑳ Título: **Turbina universal de captación o generación axial de energía cinética en fluidos.**

㉑ Resumen:

Turbina universal de captación o generación axial de energía cinética en fluidos, formada por un conjunto que comprende: un rotor del tipo tubular, en cuyo interior se fijan, con posición angular equidistante, álabes helicoidales, iguales entre si en todas sus dimensiones, con una torsión en las mismas que es resultado de la combinación de las diferencias radiales del ángulo de calado con la derivada de su ángulo de paso, y con área proyectado conjunto que dan al rotor una solidez del cien por cien; una carcasa que envuelve al rotor, constriniéndolo a una posición determinada, al tiempo que le facilita el procesamiento del fluido; con mecanismo de transmisión perimetral; y con sujeción al elemento portante mediante soportes. Entre la diversidad de aplicaciones se presenta como modo de realización, un aerogenerador.

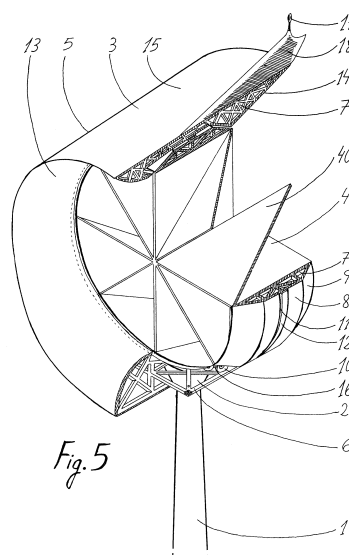


Fig. 5

Aviso: Se puede realizar consulta prevista por el art. 37.3.8 LP.

Venta de fascículos: Oficina Española de Patentes y Marcas. Pº de la Castellana, 75 – 28071 Madrid

ES 2 257 155 B1

DESCRIPCIÓN

Turbina universal de captación o generación axial de energía cinética en fluidos.

5 Sector de la técnica

La presente invención se encuadra entre los sistemas de captación de energía cinética de fluidos para su conversión en energía mecánica, o bien, entre aquellos sistemas cuya función es el proceso inverso, generando energía cinética en fluidos a partir de la utilización de energía mecánica. Usándose en ambos casos mecanismos de rotación con tratamiento axial del fluido.

Estado de la técnica

La practica totalidad de las máquinas que actualmente existen para desarrollar las funciones mencionadas están formadas básicamente, por hélices de una o varias palas o alabes de diseño o disposición helicoidal fijados a un eje motor en torno al cual giran, y a través de las cuales circula axialmente el flujo. Esto puede apreciarse en nuestro entorno con independencia de que el fluido procesado sea líquido o gas. Atendiendo a la función activa de la maquina podrían enumerarse multitud de ejemplos; los propulsores de hélice de los barcos, los ventiladores y extractores de aire, los rotores de los helicópteros, las hélices de las aeronaves o las turbinas de reacción con cascadas de alabes. Atendiendo a su función pasiva, o receptora de energía, podemos fijarnos en: las turbinas de hélice o tipo Kaplan de las centrales hidroeléctricas y en todos los aerorotores de eje horizontal que han existido hasta nuestros días; desde los tradicionales molinos de viento y aerobombas a los modernos aerogeneradores de palas con perfiles aerodinámicos.

La característica mencionada de transmitir la fuerza a través de un eje tiene lugar indistintamente a que el propio rotor trabaje de forma abierta en la vena del fluido, o que lo haya confinado en el interior de un conducto, pero separado de este. No obstante, dentro del estado de la técnica y a pesar de su escasa presencia, merecen una mención especial aquellos mecanismos que como ocurre en las patentes US 3441088 y US 5765990 son excepción, dado que la transmisión no se realiza a través de un eje situado en el centro del rotor, sino de forma perimetral, para lo cual las palas o alabes que forman la hélice están entubadas, es decir, unidas solidariamente aun tubo o aro envolvente con el que giran, y no meramente confinadas en dicho envolvente.

La otra característica común a casi todos estos sistemas hace referencia a la solidez del rotor. Este concepto es usado aquí, al igual que se acepta de forma generalizada, como la relación existente entre la superficie proyectada de las alabes o palas y el área descrita por la mismas en su movimiento de rotación. Pues bien, según nuestra opinión, la solidez del rotor en todos estos sistemas es un factor que: o bien es desatendido e infrautilizado por razones mecánicas y estructurales o bien es sobredimensionado y distorsionador por inaplicación de los principios físicos de aerodinámica e hidrodinámica.

El primer grupo es el mayoritario y se distingue porque el ratio o porcentaje de solidez del rotor es inferior a la unidad o al cien por cien, respectivamente, según el criterio utilizado para expresar la relación, si bien este porcentaje varía en función del tipo de fluido a causa de las diferencias de densidad entre líquidos y gases y del diámetro del rotor. Como simple referencia las hélices propulsoras de las embarcaciones tienen un porcentaje de solidez que puede estar entre el 25% y el 50% mientras que con los aerogeneradores el porcentaje de la superficie de las palas respecto al área barrida por estas en el rotor al que pertenecen suele variar entre el 3% y el 5%.

En el grupo donde el ratio de solidez es superior a la unidad se incluyen los rotores de las turbinas de gas para generación eléctrica, las turbinas utilizadas en motores de propulsión aérea por reacción y algunos ingenios que no han logrado un razonable grado de viabilidad; desde el conocido autogiro de Leonardo da Vinci a las patentes US 1504259; US 2320451, US 1814175 inspiradas en la misma idea, o la patente mencionada anteriormente US 3441088.

En resumen podría decirse que por un lado el estado actual de la técnica en esta materia y de forma predominante es resultado de un sometimiento o subordinación de la aerodinámica e hidrodinámica a la concepción mecánica, preconcebida y condicionadora, de la transmisión por eje. Y por otro lado, cuando la transmisión mecánica no se ha realizado a través de un eje en el rotor, lo que ha faltado ha sido una aplicación correcta de los principios de la mecánica de fluidos. Dando lugar a unos mecanismos cuyo diseño genera importantes ineficiencias y problemas de diferente naturaleza. Algunos de los cuales quedan expuestos en el fundamento y desarrollo del invento que se presenta como solución alternativa.

60 Explicación

Los principios teóricos en los que se basa el invento y a los que nos remitimos para posibles aclaraciones son los propios de la física en el campo de la dinámica. De forma general conforme a las tres leyes fundamentales establecidas por Newton, y mas concretamente, respecto a la dinámica de fluidos en las aportaciones en esta materia de autores como Bernouilli, D'alembert, Reynolds o Betz.

No obstante creemos conveniente exponer algunas consideraciones que justifican las características del presente invento:

- 1.- Desde el punto de vista de la energía cinética, ya sea captada o generada, todos los fluidos tienen en común que su potencia es una función de: la densidad, el área que intercepta o al que se somete el flujo, o la velocidad instantánea del mismo. Por lo cual es razonable que el diseño geométrico del mecanismo receptor o generador de esa energía sea bastante similar para todos los fluidos y por supuesto, comprendiendo, que la diferente naturaleza de los distintos fluidos y la función concreta que se busque conseguir con ellos exige algunas adaptaciones en las formas o añadir componentes complementarios sobre los elementos y configuración esenciales.
- 2.- Si la potencia del flujo para igual densidad y velocidad esta en función del área interceptada o barrida por el rotor, es evidente que, por una parte, la potencia crecerá según aumente dicho área, y por otra, que la potencia máxima extraíble o entregable tendrá lugar cuando el rotor intercepte o cubra plenamente el cien por cien del área en cuestión, y no simplemente lo barra. Entendiendo este porcentaje, no como una garantía de consecución automática por si mismo y de manera aislada, sino como una condición sin la cual el óptimo no sería posible.

Este postulado, que teóricamente es irrefutable, ha sido aparcado u olvidado y a menudo contradicho por una extrapolación equivocada de la teoría del disco actuador de Betz. Efectivamente, este autor formuló su teoría sobre una idealización de un modelo de turbina con rotor bidimensional, lo que hace imposible su traslación literal a la realidad dado que cualquier rotor precisa de un diseño, espacialmente, de geometría tridimensional para poder transformar energía cinética en rotacional o viceversa. Un hipotético rotor bidimensional, sea cual sea su solidez, simplemente bloquearía el flujo, no pudiendo entregar o captar nada de energía a/de la vena de fluido. Lo que no ocurre en los rotores tridimensionales, aunque tenga una solidez del cien por cien como puede comprobarse en el presente invento.

La afirmación de que la solidez del rotor ha de ser del cien por cien se justifica por dos razones:

Una solidez menor implica no alcanzar el óptimo teórico, no solo porque se desaprovecha la parte de la vena del fluido que no contacta con las palas o alabes, sino que además, por cubrir solo parcialmente el área que barren se producen grandes perturbaciones en la corriente que restan potencia. Esto es así porque el flujo que se cuela por los espacios no cubiertos tiende a seguir la dirección que trae, paralela al eje de rotación, mientras que la parte de flujo interceptado por las palas en su movimiento de rotación sufre un cambio oblicuo en la dirección. Consecuencia natural de esta intersección de flujos de diferentes direcciones son las turbulencias que se aprecian en la estela post rotor.

La segunda razón que justifica el que la solidez del rotor ha de ser necesariamente del cien por cien se refiere a su exigencia como limite porcentual máximo. Un rotor, con independencia que su función sea captación o entrega de energía de/a un fluido, con un ratio de solidez superior a la unidad supondría que parte de la superficie del rotor quedaría solapada por el mismo, es decir, tendría un área de contacto teórico con el flujo mayor al área de barrido. Este fenómeno del solapamiento en el argot marino de las embarcaciones a vela produce el efecto que se conoce con el término desventar. Ahora bien, al contrario de lo que ocurre en esta alusión aclaratoria, donde el solapamiento de velamen, aun siendo inútil, no suele restar potencia, en el caso del rotor, el exceso de ratio de solidez sobre la unidad supone una minoración proporcional de la potencia ya entregada o recibida por el rotor, potencia que se pierde por la resistencia que ejerce el propio flujo en el rotor al ser procesado por segunda o incluso más veces.

Otra consideración que tiene relación con la anterior es la conexión existente entre el tipo de corriente (laminar o turbulenta), y la actuación del rotor en dicha corriente, en concreto, en los extremos de las alabes o palas mas alejadas del centro del rotor.

El principio de que el mejor aprovechamiento de potencia por un rotor tiene lugar cuando el fluido procesado tiene carácter laminar y las líneas de corriente son paralelas y, perpendiculares al plano de rotación del rotor; es correcto, sin embargo, la única forma de aplicar íntegramente esta norma en la realidad es confinando el fluido, a su paso por el rotor, en un conducto tubular, de tal modo que el fluido que entra en contacto con la superficie de las alabes o palas del rotor no pueda comunicarse con el fluido que en ese punto circula libremente por el exterior de dicho conducto, de lo contrario, y debido a diferencias de presión, se producirán turbulencias, entre otras, aquellas conocidas como vórtices de punta de pala, que no son otra cosa que el efecto de un equilibrio de diferentes presiones donde parte del flujo transforma su dirección axial en otra de carácter radial.

Ahora bien, confinar el flujo exige que las alabes o hélice del rotor estén a su vez solidariamente unidas al conducto con el que girara conjuntamente para evitar que entre conducto y rotor quede un espacio o luz que produzca turbulencias o reflujos, es decir, inversión del sentido del flujo. Efecto que sufren los sistemas convencionales de rotores confinados, que han de dejar un espacio de seguridad para que las palas o alabes puedan girar sin daños en el tubo envolvente.

ES 2 257 155 B1

La siguiente consideración es un simple recordatorio de que la potencia de una máquina, entregando o captando energía de un fluido, no se mide por la forma de realizar el trabajo, por ejemplo, con más o menos par o más o menos velocidad de giro, sino por la rapidez en que se realiza dicho trabajo, es decir, por el caudal real de fluido procesado. Lo que está condicionado a la interrelación de factores como el diámetro del rotor; el número, perfil, ángulo de calado y ángulo de paso de las alabes o palas; a la solidez del rotor; al régimen de revoluciones a la que trabaje; y a la existencia y capacidad de posibles colectores y difusores; entre otros.

Esta puntualización está motivada porque la tendencia general ha sido la de diseñar máquinas en las que se ha primado un elevado número de revoluciones del rotor y un alto coeficiente de velocidad específica λ (relación entre la velocidad de punta de pala y la velocidad con la cual el flujo incide en el rotor), sobre el resto de los factores que intervienen en la potencia de la máquina.

Basándonos en los principios físicos y considerándolos teóricos aludidos, creemos que la turbina objeto de la invención, con un rotor en el que se combinan de manera diferente los factores que determinan la potencia, resulta más eficiente que los convencionales y resuelve la mayoría de sus problemas.

La turbina que se describe a continuación como modelo general se compone de:

- Un rotor, que comprende una estructura tubular rígida, que opcionalmente puede ser cilíndrica, troncocónica, o toroidal, en la que los extremos correspondientes a sus bases respectivas están abiertas para permitir la entrada y salida axial del flujo. La posición de trabajo horizontal, vertical, u oblicua del eje geométrico de rotación del rotor dependerá de que la dirección del flujo sea a su vez, horizontal, vertical u oblicua respectivamente.

En el interior de la estructura tubular mencionada van colocadas dos o más alabes helicoidales iguales entre sí de perfil laminar.

Las alabes están unidas por uno de sus extremos a la cara interna de la superficie tubular de tal forma que su posición determine el ángulo de paso de la hélice. En estos puntos de sujeción está situada lo que forma la raíz del alabe (lo contrario de lo que ocurre en los sistemas tradicionales donde la raíz se encuentra en el eje que se sitúa en el centro del rotor). El otro extremo puede ir unido en el centro geométrico de rotación a las otras alabes para conseguir una mayor robustez, pero sin que en dicho centro exista un eje mecánico motriz. Este extremo del alabe va unido, cuando se opta por una estructura toroidal, a la cara externa del tubo interno del toroide, resultando del conjunto un espacio anular alabeado.

La superficie proyectada por las álabes, en su conjunto y con independencia de su número, ha de ser en todas las opciones igual al área de barrido de las mismas en su movimiento de rotación, es decir el ratio o porcentaje de solidez del rotor ha de ser igual a uno o al cien por cien respectivamente. Este porcentaje debe mantenerse constante, para lo cual pueden combinarse, a conveniencia, en función de las necesidades cuatro parámetros: diámetro del rotor, ángulo de paso de las alabes, número de alabes, y profundidad del rotor, concepto este último que coincide con la altura en las coordenadas cilíndricas.

La igualdad de las alabes entre sí afecta a todas sus dimensiones, tanto a su longitud radial, como a su profundidad, al grosor o al ángulo de paso que describen sus raíces. Y también a su posición relativa en el rotor, esto es, los bordes de ataque y bordes de fuga de todas las alabes están alineadas en los mismos planos de giro del rotor de entrada y salida respectivamente.

La posición angular equidistante entre las alabes consigue que desde una perspectiva frontal, el borde de ataque de un alabe coincida con la proyección del borde de fuga del alabe anterior y así de manera concatenada para el conjunto de alabes que componen el rotor.

Para rotores en los que el conducto tubular mantenga una sección, transversal al eje de rotación, de área constante, como puede ser un cilindro, la hélice formada por la raíz de las alabes ha de ser regular, es decir, el ángulo de paso ha de ser constante a lo largo del conducto desde el borde de ataque al borde de fuga.

Para rotores en los que opcionalmente se decida que el conducto tubular no mantenga un área de barrido constante la hélice habrá de tener un ángulo de paso variable, creciente o decreciente según el caso, proporcional e inverso a la evolución del conducto, para mantener la misma capacidad de procesamiento del caudal del fluido en la entrada y salida del rotor.

Las helicoides formadas por las alabes son unas superficies engendradas a partir de unas rectas que se mueven con dos movimientos uniformes y simultáneos: uno de traslación apoyado continuamente en el eje geométrico del conducto circular y otro de rotación, apoyándose continuamente sobre la curva hélice. En las que las rectas corresponden a las líneas de las alabes que unen radialmente la periferia del conducto con su centro geométrico, dentro de un mismo plano transversal o de rotación, coincidiendo dichas líneas con lo que son los bordes de ataque respectivos de cada una de las alabes.

La forma helicoidal de las alabes tiene como resultados, que las cuerdas (líneas que unen borde de ataque con borde de fuga) del alabe tengan una longitud distinta dependiendo del punto radial que se tome como referencia, siendo máxima en la raíz del alabe o extremo situado en la periferia interna del conducto y estando su longitud mínima en el centro o eje geométrico de rotación. Consecuencia de esto son unas alabes con una superficie torsionada en la que el ángulo de calado, formado por la cuerda con respecto al plano de rotación, varía progresivamente de menor a mayor desde el perfil más periférico del alabe hasta el perfil más próximo al centro del rotor, donde idealmente es de noventa grados. Esta progresión, con independencia del ángulo de calado elegido opcionalmente para el diseño del perfil de las alabes en el extremo en contacto con la periferia, habrá de ser constante y proporcional a la longitud radial que lo separa del centro. En el supuesto de que se opte por un rotor toroidal, la torsión se establece con el mismo criterio de progresión en el ángulo de calado, tomando como referencia los noventa grados que ha de tener en el centro teórico de rotación, si bien el ángulo máximo sería el resultante a la distancia radial donde se encuentre el elemento tubular interno del toroide, que es donde se realiza el corte que interrumpe la progresión.

La forma laminar de las alabes significa que sus dos caras longitudinalmente son paralelas y entre ellas existe una separación pequeña. Una delgadez que dependerá del tipo de materiales utilizados (metal, plástico, fibras, compuestos...), del diámetro del rotor y la finalidad que se le vaya a dar, pero en principio, al tener su raíz en la periferia del rotor y tener la posibilidad de estar unida en el centro a las demás alabes su resistencia se ve favorablemente incrementada respecto a los sistemas tradicionales que tienen su raíz en el eje de rotación como único punto de sujeción. Por otra parte, la forma laminar junto a la eliminación de todos los elementos centrales de los sistemas tradicionales (eje, núcleo, capicete, soportes del eje y secciones longitudinales de las palas o alabes con mayor grosor en el centro que en los extremos), es preferible porque favorece la dirección axial del flujo y elimina problemas como el de cavitación, cuando el fluido procesado es un líquido.

La unión de la raíz de las alabes al conducto tubular se realizara por la técnica más apropiada entre las existentes en función del tipo de materiales utilizados, el tamaño de los diferentes componentes y el destino para el que se proyecte, así puede, sin carácter limitativo utilizarse un sistema de fundición, de soldadura, de anclaje por empotramiento, por tornillos o remaches. En todo caso la fijación ha de lograr que entre la raíz del alabe y la superficie interna del tubo no deje un espacio libre o luz por donde pueda circular el fluido, resultando una unión hermética.

La estructura tubular del rotor ha de ser rígida para soportar sin deformación las cargas radiales, axiales o tangenciales recibidas o transmitidas por/a las alabes, soportando las fuerzas de tracción y torsión incidentes en el sistema perimetral de transmisión, así como las fuerzas gravitacionales y aquellas generadas por la presión ejercida por el mecanismo de fijación a la carcasa. Esta rigidez, sin carácter limitativo, se consigue, en unión con las propias alabes, aumentando proporcionalmente a las fuerzas soportadas, el grosor de la superficie perimetral del conducto con material macizo o bien mediante trazados en celosía donde se unan por costillas cruzadas en un espacio hueco y cerrado los perímetros de dos conductos circulares concéntricos de diferente diámetro. Por otra parte, el rotor en su cara externa aloja los asientos donde se encajan los rodamientos que la unen a la carcasa o las bandas de rodadura donde presionen las ruedas libres si este es el procedimiento de fijación elegido; además de las partes que le correspondan en función del sistema de transmisión perimetral escogido. Dichas partes y sin carácter limitativo respecto a las formas de transmisión pueden ser: un anillo envolvente con una superficie que permita el contacto adecuado con una rueda de fricción, receptora o transmisora de la fuerza de rotación; una corona dentada adaptada a la forma y colocación del piñón receptor o transmisor de la fuerza de giro en la transmisión por engranajes; una banda o acanaladura que permita al rotor actuar como polea cuando se trata de una transmisión por correa; o servir de alojamiento a los imanes permanentes en el caso que se opte por un sistema de transmisión electromagnético, en el cual el rotor de la turbina actuaría simultáneamente como rotor de un generador multipolar.

- La carcasa, es otro de los componentes de la turbina cuya forma esta condicionada al tipo de fluido a procesar y a la finalidad perseguida por esta.

Como elemento envolvente del rotor tubular cumple tres funciones:

a) Alojar en su interior al rotor constriniéndolo a una posición fija en la que este solo puede rotar sobre si mismo, desplazándose para cualquier otra posición conforme lo haga la carcasa. Para ello la carcasa es portadora en su parte interna de rodamientos interpuestos entre esta y el rotor, u opcionalmente de un juego de ruedas libres que contactando con la superficie tubular externa del rotor en el entorno de su perímetro cumplen el mismo cometido. Albergar los mecanismos de transmisión para su ensamblaje con los que correspondan al rotor, en función del sistema de transmisión opcionalmente elegido: ruedas de fricción, piñones, poleas, o incluso el bobinado para el supuesto de que la carcasa actuara además como estator de generador en un sistema de transmisión electromagnético.

b) Incrementar el rendimiento de la turbina desde el punto de vista hidrodinámico o aerodinámico, dependiendo del tipo de fluido donde se desenvuelva. Lo que se consigue:

- Con una superficie exterior de contornos suaves.

- Facilitando la entrada y salida del fluido en el rotor mediante embocaduras abocinadas colectoras y difusoras respectivamente, cuya misión no es tanto aumentar el caudal que reciba el rotor, como hacen algunos mecanismos en forma de embudo actualmente existentes, para lo cual seria mas eficaz

aumentar el diámetro del rotor, sino mas bien convertir las superficies y perfiles que pudieran generar una resistencia parasitaria, en unos contornos útiles que reconduzcan el fluido para su aprovechamiento energético. Además de homogeneizar la velocidad y presión axial del fluido en todo el área de barrido del rotor, tanto a la entrada como a la salida, de forma que el rotor trabaje redondo, sin vibraciones ni oscilaciones indeseadas, eliminando, por ejemplo, los problemas de esta naturaleza que sufren los aerogeneradores convencionales de palas y eje horizontal con el efecto conocido como cortadura del viento (variación de la velocidad del viento con la altura).

- Por otra parte favoreciendo la corriente del fluido, ya sea en el contorno exterior de la turbina para una adecuada confluencia de flujos tras la turbina o sellando total o parcialmente el espacio que separa rotor y carcasa para que no se produzca circulación de fluido entre ellos. Además un diseño apropiado de la carcasa junto a un sistema de giro adecuado de la turbina puede hacer que aquella se transforme en un buen instrumento de orientación, por ejemplo, en el timón de un barco o en una veleta con la que se consiga una autoorientación precisa y rápida de la turbina a la dirección del viento, como puede apreciarse en el modo de realización concreto que se hace de este invento.

c) En la tercera función de la carcasa se engloban:

- Alojar los soportes y elementos de amarre de la turbina al lugar donde esta trabaja, ya sea un elemento fijo (Ej: torre, plataforma, muro, etc...) o un elemento móvil (Ej: fuselaje de aeronave, casco de embarcación, etc...)
 - Proteger al rotor y elementos de transmisión de agentes externos que no sean el propio fluido, como pueden ser la lluvia, la nieve, el polvo, etc... cuando el fluido procesado es el aire; u objetos a la deriva como bloques de hielo, o incluso animales acuáticos cuando el fluido donde ha de trabajar es el agua.
- Así como servir de elemento de seguridad para que el hombre o animales (peces o aves) no sufran daños en el caso de que por su proximidad pudieran contactar con el mismo.
- Ubicar los mecanismos que en función de la finalidad de la turbina o utilidades complementarias pudieran instalarse como podrían ser un pararrayos, elementos de medición, paneles solares, carteles publicitarios, etc...

En cuanto a la estructura concreta que tiene la carcasa dependerá como ocurre con el rotor, de los materiales utilizados, el tamaño de la turbina, el número de funciones que ha de cumplir así como la relevancia que se otorgue a unas respecto a otras. En cualquier caso, el desarrollo actual de la técnica permite múltiples posibilidades para su ejecución.

Expuestas de forma genérica las características de la turbina objeto de la invención, a continuación se explica en detalle un modo de realización con el que se pueden comprender algunos de los problemas técnicos planteados en el tratamiento de fluidos y las soluciones que con el presente invento se ofrecen mostrando que la turbina preconizada resulta mas ventajosa que las existentes en la actualidad.

La aplicación concreta consiste en un aerogenerador que se sirve de la turbina objeto de la invención para transformar la energía cinética del viento en energía mecánica rotacional y esta a su vez en energía eléctrica.

Para facilitar su descripción se utiliza la terminología que es usual en el sector de la aerogeneracion, mencionándose únicamente algunos de los problemas, resueltos por esta invención, que sufren los aerogeneradores de eje horizontal tripalas orientadas a barlovento, que son los que de forma mayoritaria están presentes en toda la geografía.

Primeramente queremos puntualizar que este aerogenerador no precisa de un sistema convencional para su sustentación, puede instalarse sobre una plataforma giratoria, en el suelo, sobre la cubierta de una embarcación o en el tejado de un edificio, entre otros muchos lugares, lo cual es ya una primera ventaja importante. Aquí no obstante y a pesar de requerir un diseño mas acorde a sus características, se va a utilizar como soporte una torre tubular troncocónica convencional con una ligera modificación en su extremo superior, donde termina en forma de copa.

Este aerogenerador no es incluíble dentro de los grupos que resultan de las distintas clasificaciones realizadas; ya sean en función de la disposición del eje de rotor: horizontal o vertical, pues este carece de eje propiamente dicho; o de la situación del rotor con respecto a la torre: barlovento o sotavento, ya que el mismo no se encuentra ni delante ni detrás sino sobre la torre. Como descripción general previa podría decirse que se trata de un aerogenerador de los denominados lentos, de rotor tubular, sin eje, con alabes que sustituyen a las palas, con boca de entrada de rotor a barlovento y salida a sotavento, con sistema pasivo de autoorientación y con sistema de transmisión perimetral de fuerza, del que aquí se presenta como opción la transmisión mediante correa y poleas, aunque una alternativa interesante puede ser la electromagnética, convirtiendo el rotor eólico simultáneamente en rotor de generador, utilizando imanes permanentes.

El calificativo de lento le es aplicable con las salvedades de que la velocidad especifica en nuestro caso hace referencia a la raíz del alabe y no a la punta de pala como es habitual, y que, el ratio entre velocidad especifica y

ES 2 257 155 B1

velocidad del viento, en nuestro caso siempre estará entre cero y uno. Las ventajas aerodinámicas y mecánicas de carecer de eje ya quedaron expuestas.

La sustitución de palas por alabes evita problemas de distinta naturaleza:

- Estructurales; en los aerogeneradores convencionales debido al peso de las palas y su régimen de trabajo con una elevada velocidad de giro, los materiales están sometidos a importantes fuerzas inerciales (centrífugas, giroscópicas y estáticas), y cargas cíclicas (cortadura del viento y sombra de la torre), que no existen en el que aquí se describe, por ser mas ligeras y de diferente configuración.
- Acústicos; ese elevado coeficiente de velocidad específica en los aerogeneradores convencionales, con valores de ocho o diez, provoca un ruido intenso y audible a distancias considerables, lo que no se produce en el modelo propuesto.
- De seguridad; especialmente para algunas especies de aves que en pleno vuelo son abatidas por las palas. Esto no ocurre en nuestro caso porque su forma de funcionamiento y la ausencia de elementos salientes en el rotor y su confinamiento en el espacio cerrado de la carcasa envolvente lo hace inofensivo.
- Visuales; Se considera que el factor que hace que un aerogenerador destaque mas negativamente en un paisaje es el movimiento de las palas y los reflejos de la luz solar o proyección de sombra que estas producen de forma intermitente. Con el modelo propuesto se eliminan estos problemas desde la mayoría de los ángulos de observación y se aminoran considerablemente en el resto.

La colocación de la turbina sobre la torre con boca de entrada del rotor a barlovento y salida a sotavento tiene con respecto al aerogenerador convencional comparado las siguientes ventajas:

- Mientras en los convencionales, el centro de gravedad del rotor queda fuera de la torre, lo que obliga a compensarlo con el peso de la góndola con una posición que bloquea la dirección axial del flujo, o una sobredimensión de rodamientos y cojinetes, en el aerogenerador propuesto el centro de gravedad del rotor y de toda la turbina quedan dentro de la torre de sustentación.
- La posición del rotor sobre la torre elimina el efecto sombra de la torre producida en los aerogeneradores comparados, lo que da un movimiento de giro mas regular, sin saltos de potencia.
- Para rotores con el mismo área de barrido y tomando como referencia la altura al centro del rotor, el sistema propuesto necesita una torre mas baja que el aerogenerador comparado, en una distancia equivalente a la longitud del radio del rotor. Lo que implica considerables ahorros en costes.
- Se elimina la necesidad de crear una desalineación permanente del rotor, con un ángulo de inclinación del eje, para evitar, por seguridad, que la pala pueda golpear a la torre a su paso por esta. Con nuestro modelo el eje geométrico de rotación siempre mantiene una posición horizontal, paralela a la dirección del viento.

El sistema pasivo de autoorientación está basado en la conicidad resultante del diseño de la carcasa de la turbina en combinación con la posición excéntrica que ocupa respecto al punto de giro en la torre, a la cual esta unida mediante una plataforma giratoria. Esto se consigue haciendo que frontalmente la carcasa tenga un área de contacto con el viento mayor en la parte posterior que en la anterior y lateralmente que el área a sotavento sea mayor que el área situada a barlovento. Cualquier cambio en la dirección del viento producirá automáticamente, por equilibrio de presiones, una reorientación de la turbina a la nueva dirección.

Para los casos en que el sistema de transmisión elegido produzca torque, dicho efecto se anularía aumentando asimétricamente y en cuantía proporcional a dicha fuerza, el área frontal posterior de la carcasa del lado contrario al que tienda el sentido de giro o torque.

Las ventajas del sistema pasivo de autoorientación respecto al utilizado en el aerogenerador comparado es que por su simplicidad no precisa de motores de orientación, ni de fuente de energía para los mismos. Tampoco depende de sistemas complejos de medición y control que puedan fallar, no ser exactos o ser lentos y que en cualquier caso nunca consiguen una reorientación en tiempo real, lo que tiene como consecuencia inmediata la existencia temporal de ángulo de guiñada, donde el plano de giro de las palas del rotor no es perpendicular a la dirección del viento, con el correspondiente desaprovechamiento de la energía del viento. Esta ventaja de los sistemas pasivos de orientación, de reacción rápida y en tiempo real es considerado en los aerogeneradores de palas, mas bien, un gran inconveniente, debido a que las cargas giroscópicas originadas por reorientaciones bruscas pueden dañar las palas u otros elementos del aerogenerador. Algo que no ocurre en el aerogenerador propuesto, donde gracias al diseño y posición de la turbina puede utilizarse un sistema pasivo de autoorientación con todas sus ventajas de, sencillez, bajo mantenimiento, autonomía y economicidad.

El sistema de transmisión perimetral permite para aerogeneradores de cierto tamaño prescindir de la caja multiplicadora o simplificarla considerablemente. Debido a la relación diferencial entre el diámetro del elemento transmisor del rotor y el diámetro del elemento receptor, la transferencia directa de energía rotacional tiene en si misma un efec-

ES 2 257 155 B1

to multiplicador, con independencia de la opción utilizada: engranajes, poleas, fricción y electromagnetismo. Además salvo para esta última opción se eliminan los problemas de retorcimiento de los cables de potencia durante los procesos de reorientación por encontrarse el aerogenerador en una posición fija.

5 Descripción de los dibujos

- La figura 1 muestra en perspectiva un rotor tubular de forma tronco-cónica con cuatro alabes, ángulo de paso variable, y una solidez del cien por cien.

10 - La figura 2 muestra en perspectiva un rotor tubular cilíndrico toroidal de cinco alabes, de ángulo de paso constante y solidez del cien por cien.

- La figura 3 muestra una vista frontal de la turbina eólica y torre de sustentación, destacándose los elementos rodantes.

15 - La figura 4 es una vista lateral de la turbina eólica y torre de sustentación, destacándose elementos rodantes y giratorios.

- La figura 5 muestra una perspectiva tridimensional de la turbina eólica con carcasa y rotor seccionados.

20 - La figura 6 muestra en detalle una perspectiva tridimensional de la plataforma giratoria de la turbina eólica instalada en la torre.

Modo de realización de la invención

25 El aerogenerador comprende un conjunto funcional que se dispone de manera giratoriamente autoorientable en la parte superior de una columna de sustentación (1), troncocónica con la parte superior terminada en forma de copa (2).

30 El conjunto funcional consta de la turbina que es el objeto de la invención (3) formada por un rotor (4) y una carcasa (5) que lo envuelve. La turbina queda unida a la torre (1) a través de una plataforma giratoria (6) que esta fijada solidariamente a la carcasa.

35 El rotor (4) con el elemento tubular con estructura interior en celosía (7), tiene una cara interna de forma cilíndrica y en su cara externa se combina una parte cilíndrica (8) central de mayor diámetro con dos secciones cónicas iguales (9) que unen la parte cilíndrica con los extremos anterior y posterior de menor diámetro.

40 Las secciones cónicas actúan como bandas de rodadura o de frenado sobre las que presionan las ruedas libres (10) o los frenos del rotor (38) respectivamente. Las ruedas libres (10) están formadas por ocho juegos de pares de ruedas, repartidos por igual entre las dos bandas de rodadura. En la parte cilíndrica central va instalado solidariamente con el rotor el elemento activo o motor de la transmisión consistente en una acanaladura perimetral (11) que actúa de polea para acoger la correa (12) transmisora.

45 En la cara interna del rotor van acoplados ocho alabes (40) iguales, con un ángulo de paso constante de cuarenta y cinco grados y con un ángulo de calado que aumenta desde la raíz del alabe, donde es igual al ángulo de paso, hasta el centro geométrico de rotación donde es aproximadamente de noventa grados. El calado o profundidad de las alabes es igual a su longitud radial. El resto de características responden a las mencionadas de forma general, resultando un rotor con una solidez del cien por cien.

50 La carcasa (5) cuyo cuerpo también tiene una estructura en celosía (7), forma un bloque en el que se pueden distinguir: delante un área colectora anular ovoide (13) abocinada, de superficie lisa y con una posición baja y excéntrica respecto al centro del rotor, en su parte posterior un área difusora (14) de similares características a la anterior pero con posición invertida, y un tercer área (15) en la que se une externamente la parte mas adelantada a barlovento con la parte mas retrasada a sotavento formando una conicidad que es más pronunciada en la parte posterior a su altura media y baja que en la alta. Mecánicamente la carcasa (5) aloja en su interior las ruedas libres (10) en sus respectivos soportes (16), los frenos mecánicos del rotor (38) y los anclaje a la plataforma giratoria; y en su exterior, el pararrayos (17) situado en la parte trasera mas alta de la carcasa y la veleta (18) que en forma de cuña une la parte superior de la carcasa, a la altura del centro de la torre, con el pararrayos.

60 La plataforma giratoria (6) queda empotrada interna y externamente en la parte superior de la torre con forma de copa (2) uniéndose a esta por varios conjuntos de ruedas (19) dispuestas de forma circular en tres planos de rodadura diferentes. Las ruedas están unidas entre si y a la plataforma por un tramazon de barras (20). En la misma plataforma y solidaria a ella, coincidiendo con el centro de la torre, va fijada la caja convertidora-multiplicadora (21).

65 En el interior de la caja van montados dos piñones cónicos que engranan entre si. Un piñón de mayor diámetro (22) es solidario con su eje (23) horizontal en uno de los extremos de este; el eje queda fijado mediante un rodamiento (39) y su respectivo cojinete a una de las paredes laterales de la caja. Unido al eje horizontal (23) y solidario a el se encuentra en el exterior de la caja, el polein (24) receptor de la fuerza de la correa transmisora (12). El eje (23) que atraviesa el polein queda fijado en su otro extremo a la carcasa mediante rodamiento y cojinete. El otro piñón cónico

ES 2 257 155 B1

(25) de menor diámetro engrana con el piñón (22) anterior en la parte superior de la caja uniéndose solidariamente al eje rápido (26) de posición vertical. Este eje está fijado en su extremo superior a la pared superior de la caja mediante rodamiento y cojinete (39), al igual que ocurre en la pared inferior de la caja (39). El interior de la caja contiene lubricante (27).

El eje rápido (26) desciende verticalmente hasta engarzarse telescópicamente mediante un contorno estriado en un eje hueco (29) en cuyo otro extremo se une a un mecanismo cardan (30), a partir del cual parte un tercer eje vertical (31) fijado rígidamente a la torre mediante un soporte antioscilaciones (32). Dicho último eje transmite su movimiento de rotación a un generador convencional instalado en la base de la torre, en el que, por su carácter estándar no se abunda en más detalles.

También en la plataforma giratoria se encuentra el sistema de bloqueo del mecanismo de autoorientación de la turbina consistente en unos calzos que se colocan entre las ruedas de la plataforma giratoria y la torre sobre la que giran; así como las escobillas (33) que hacen de conexión entre el cableado (34) que baja del pararrayos (17) por la carcasa y un aro rozante (36) instalado en la torre que es el que comunicaría la descarga eléctrica con la conducción que a lo largo de la torre desciende a tierra.

La correa transmisora (12) es tensada por un poleín (37) que interpuesto en la trayectoria de esta en la parte baja del rotor, presiona sobre ella de forma regulada y constante.

Constructivamente el aerogenerador dependiendo de su tamaño puede realizarse en módulos para su fácil transporte y montaje, combinando materiales que den al conjunto ligereza y resistencia. Tamaño que condicionara igualmente las formas de acceso para mantenimiento o reparaciones.

Aplicación industrial

Los usos industriales a los que puede destinarse la presente turbina pueden clasificarse en dos grupos, los dirigidos a captar energía cinética de los fluidos y los destinados a generar o entregar energía cinética.

En el primer grupo podrían mencionarse:

- Los aerogeneradores, aerobombas, o cualquier otra aplicación derivada de la captación de energía cinética del viento como puede ser a través de centrales ciclónicas en sus diversas posibilidades.
- En la extracción de energía cinética de los líquidos como turbina hidráulica en saltos de agua o corrientes marinas.
- En la extracción de energía cinética a partir de la expansión térmica de los gases como en turbinas de gas, turbinas de vapor, en centrales térmicas, nucleares o de otros tipos.

En el segundo grupo pueden enumerarse de forma genérica los siguientes:

- Ventiladores, compresores, extractores.
- Propulsores aéreos para aeronaves de cualquier tipo.
- Propulsores hidráulicos en embarcaciones de cualquier naturaleza.

REIVINDICACIONES

5 1. Turbina universal de captación o generación axial de energía cinética en fluidos, del tipo que comprende un conjunto formado por un rotor tubular en el que van fijadas internamente alabes helicoidales; una carcasa que envuelve al rotor y lo mantiene en una determinada posición; con mecanismo de transmisión perimetral, y con soportes de fijación al elemento portante **caracterizada** porque el rotor presenta una solidez del cien por cien.

10 2. Turbina universal de captación o generación axial de energía cinética en fluidos, en todo de acuerdo con la primera reivindicación **caracterizada** porque los alabes helicoidales presentan una superficie torsionada con un ángulo de calado que evoluciona de menor a mayor, de forma constante y proporcional a la longitud radial, desde la raíz hasta el centro de rotación, donde el ángulo de calado es de noventa grados.

15 3. Turbina universal de captación o generación axial de energía cinética en fluidos, en todo de acuerdo con la primera y segunda reivindicaciones **caracterizada** porque el ángulo de paso formado por la raíz de las alabes esta determinado por las características del conducto en que estas están fijadas, siendo el ángulo de paso constante cuando el área de barrido del conducto rotorico se mantiene constante y siendo el ángulo de paso variable, disminuyendo o aumentando de forma proporcional e inversa a la evolución creciente o decreciente del área de barrido en el conducto rotorico.

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

Fig. 1

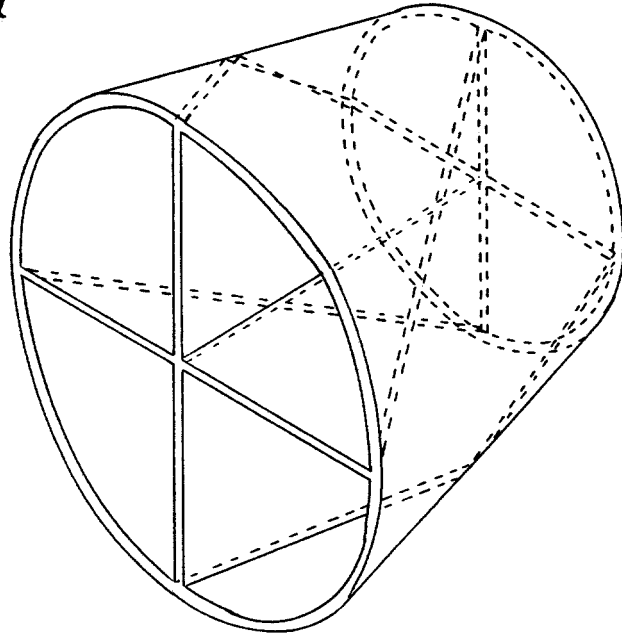
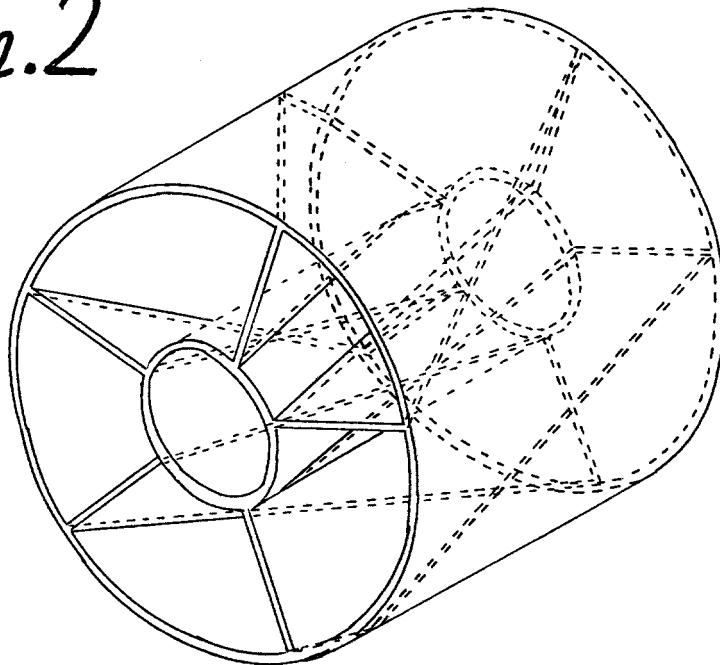
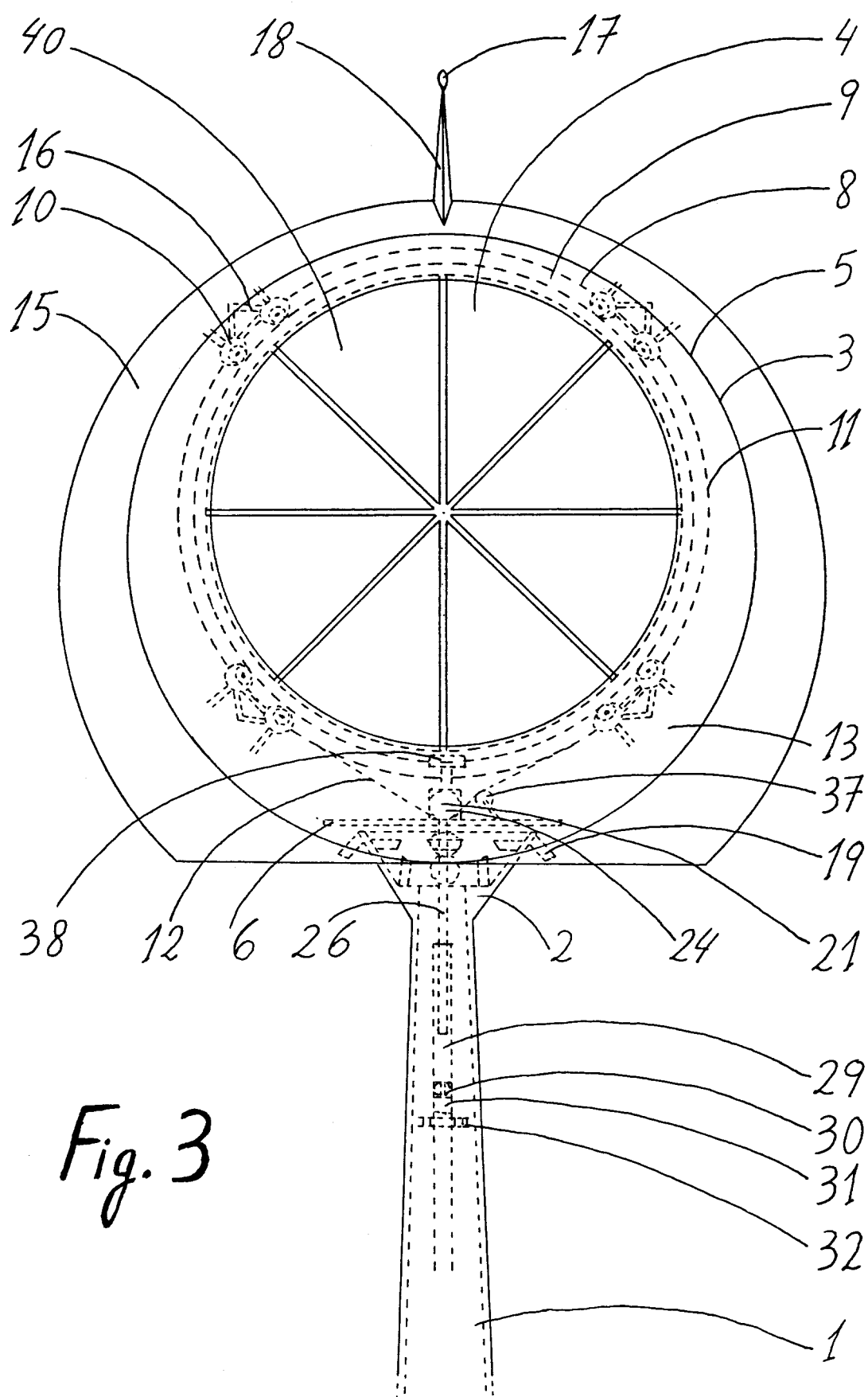
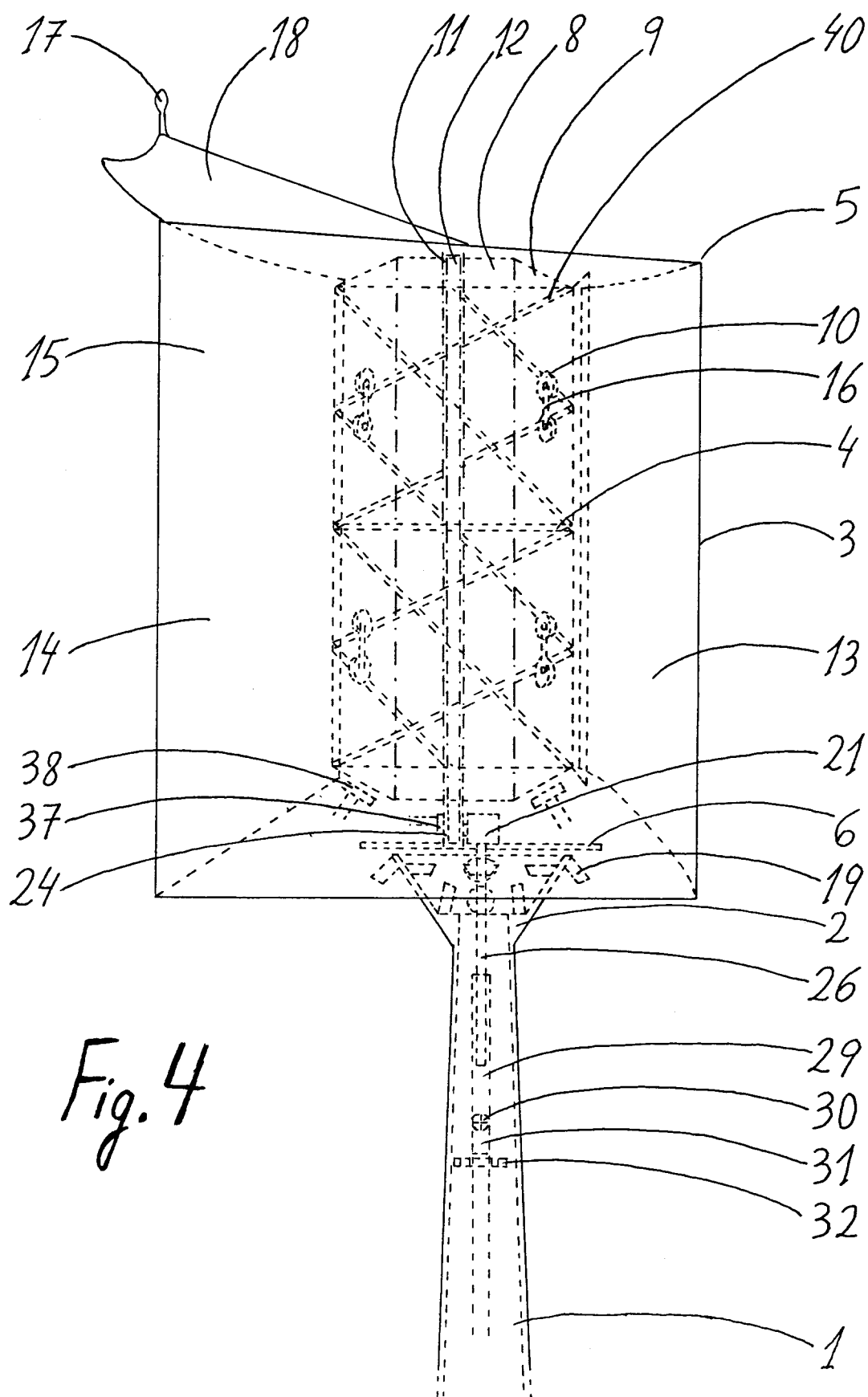
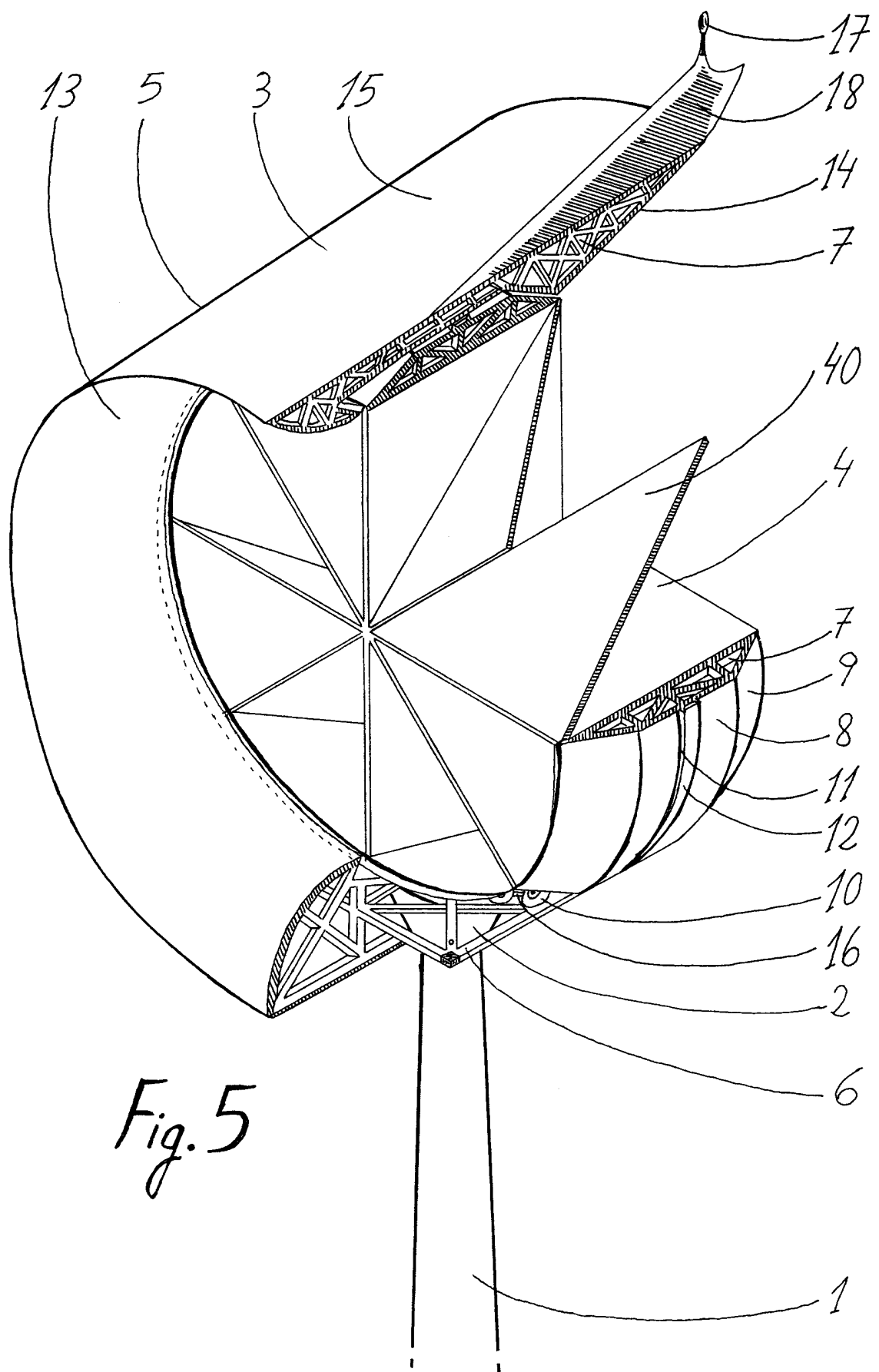


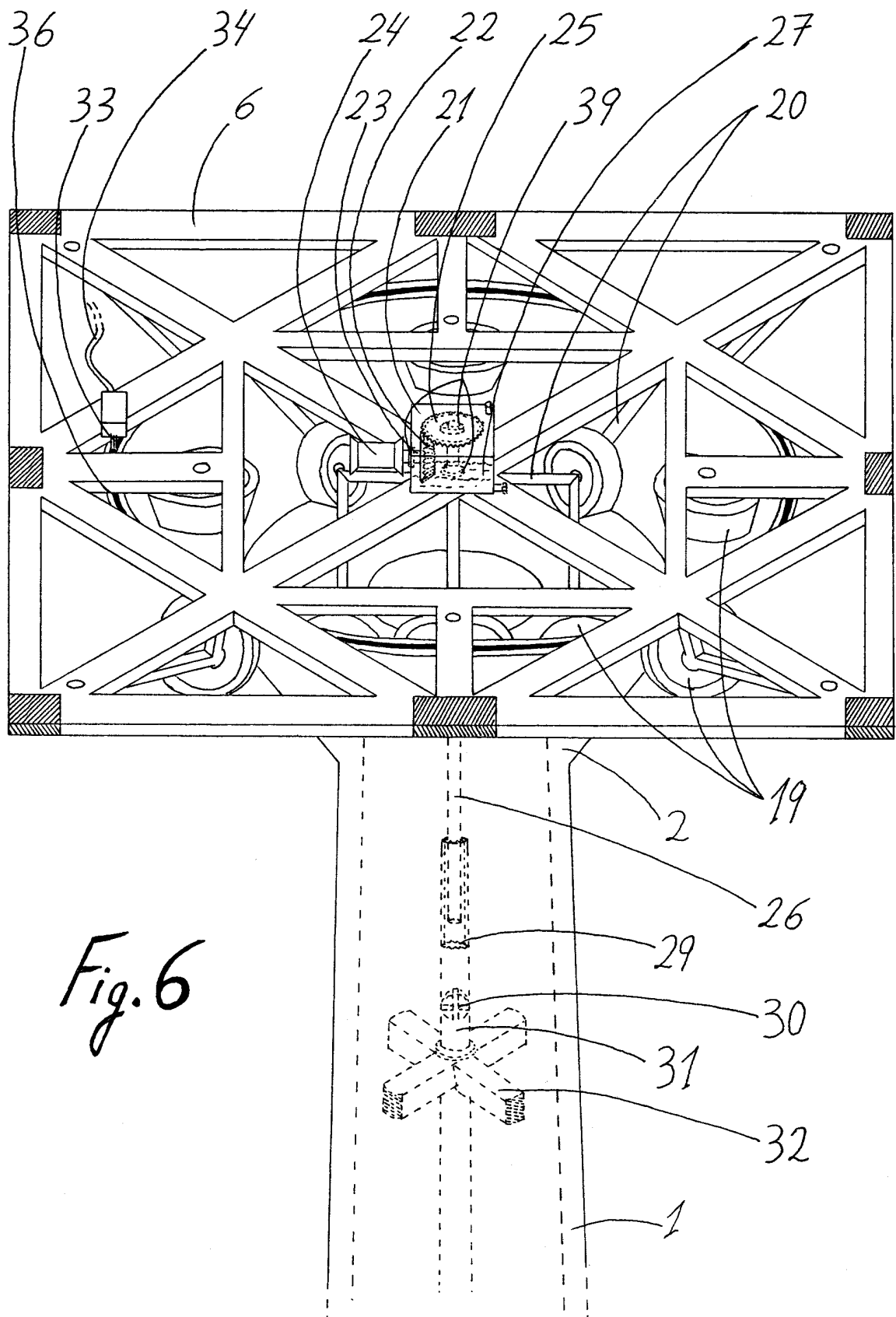
Fig. 2













OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

⑪ ES 2 257 155

⑫ Nº de solicitud: 200401476

⑬ Fecha de presentación de la solicitud: **16.06.2004**

⑭ Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TÉCNICA

⑮ Int. Cl.: **F01D 1/04** (2006.01)
F01D 5/02 (2006.01)

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
X	WO 2004002817 A1 (TRITON DEVELOPMENTS UK LTD; ANDREW JAMES HOUSTON) 08.01.2004, todo el documento.	1-3
A	FR 2693240 A1 (SARDOU MAX) 07.01.1994, todo el documento.	1-3
A	US 952969 A (WHELAN) 22.03.1910, todo el documento.	1
A	US 4000955 A (TOKUTOMI KIYOSHI) 04.01.1977, todo el documento.	1-3
A	US 5765990 A (JONES BYRON O) 16.06.1998, columna 4, línea 21 - columna 6, línea 10; figuras.	1
A	US 2656809 A (FRASURE JAMES W) 27.10.1953, todo el documento.	1-3

Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia

Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría

A: refleja el estado de la técnica

O: referido a divulgación no escrita

P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud

E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

El presente informe ha sido realizado

☒ para todas las reivindicaciones

☐ para las reivindicaciones nº:

Fecha de realización del informe
26.06.2006

Examinador
J. Galán Mas

Página
1/1