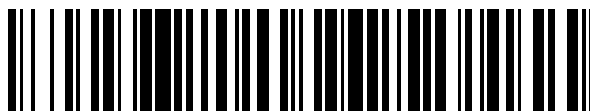


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 559 444**

51 Int. Cl.:

F03B 3/12 (2006.01)

F03B 3/18 (2006.01)

F03B 13/14 (2006.01)

F03B 13/22 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.02.2011** **E 11710901 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **14.10.2015** **EP 2538070**

54 Título: **Turbina con rotor dotado de entrada y salida radiales para su uso con flujos bidireccionales**

30 Prioridad:

19.02.2010 PT 10497210

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

12.02.2016

73 Titular/es:

INSTITUTO SUPERIOR TÉCNICO (100.0%)
Avenida Rovisco Pais, 1
1049001 Lisboa, PT

72 Inventor/es:

FRANCO DE OLIVEIRA FALCÃO, ANTÓNIO y
DE CARVALHO GATO, LUÍS MANUEL

74 Agente/Representante:

DURÁN MOYA, Carlos

ES 2 559 444 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 con rotor dotado de entrada y salida radiales para su uso con flujos bidireccionales

- 5 La presente invención se refiere a una turbina que puede absorber energía desde flujos bidireccionales que se invierten, como es el caso de los convertidores de energía de las olas del mar.

Las tecnologías:

- 10 En las últimas décadas se ha propuesto una amplia variedad de sistemas para extraer energía de las olas marinas, con diversos grados de éxito.

Una clase importante de tales sistemas se caracteriza por la existencia de una cámara fija u oscilante abierta al mar en su parte sumergida. Debido a la acción de las olas, el agua dentro de la estructura es forzada a efectuar un movimiento. El movimiento relativo alternativo resultante y las fuerzas asociadas pueden convertirse en energía útil mediante una turbina. En algunos sistemas, conocidos como columnas de agua oscilante, existe una interfaz aire-agua en la parte superior de la columna de agua, cuyo movimiento alternativo produce alternadamente una compresión y descompresión del aire, que se traduce en el movimiento de una turbina de aire. En otra disposición, es posible efectuar la conversión de energía por una turbina hidráulica en el interior de la columna de agua o cerca de uno de sus extremos. La turbina (de aire o de agua) impulsa (directa o indirectamente) un generador eléctrico, si el objetivo es la producción de energía eléctrica.

Debido a la propia naturaleza ondulante del movimiento de la superficie del mar, se requiere que la turbina absorba energía de un flujo bidireccional y por lo tanto debe ser auto-rectificadora, a menos que el dispositivo se haya equipado con un sistema rectificador compuesto de válvulas de anti-retorno, que se ha encontrado que es costoso y poco práctico. Se han propuesto y usado turbinas de aire auto-rectificadoras en flujos bidireccionales para la conversión de energía de las olas. La turbina Wells es posiblemente la que se conoce mejor y se emplea con más frecuencia en los flujos de aire bidireccionales. Es una turbina axial. Sus valores de rendimiento máximo bajo condiciones de flujo estacionario pueden exceder 70%. Sin embargo, el rango de velocidades de flujo dentro del cual la turbina Wells es capaz de funcionar con eficiencia es relativamente estrecho, lo cual se traduce en rendimientos medios modestos bajo condiciones de olas irregulares. Además, la turbina Wells se caracteriza por una velocidad de rotación relativamente grande y un par pequeño, y también (debido a que es una turbina de reacción) por una gran fuerza axial en su rotor. Estas características pueden ser inconvenientes en las aplicaciones de energía de las olas.

La turbina auto-rectificadora axial de acción es posiblemente la alternativa propuesta con mayor frecuencia a la turbina Wells para aplicaciones de energía de las olas. La turbina axial de acción se ha usado desde los últimos años del siglo diecinueve como turbina de vapor (turbina de vapor De Laval). En la versión clásica del flujo monodireccional, el fluido es acelerado y desviado en sentido circunferencial en una hilera de toberas y a continuación es admitido en un rotor dotado de álabes. Aquí es nuevamente desviado y su velocidad de salida se aproxima a la dirección axial. Los álabes del rotor están formados de manera tal que la presión de entrada en el rotor es aproximadamente igual a la presión de salida (lo que caracteriza a una turbina axial de acción). En las aplicaciones con flujo bidireccional, la turbina debe trabajar de la misma manera cuando se invierte la dirección del flujo entrante. Por lo tanto se deberían disponer dos (y no sólo una) coronas de toberas o de paletas de guía, una en cada lado del rotor, de modo que la turbina (rotor y paletas de guía) tenga un plano de simetría perpendicular a su eje de rotación. En la Patente de Estados Unidos N° US 3 922 739 se describe una turbina que posee esta disposición para aplicaciones de energía de las olas. Como consecuencia de la disposición simétrica requerida, después de que el fluido pasa a través de la primera corona de paletas de guía y el rotor, es admitido en la segunda corona de paletas de guía con un ángulo excesivo de incidencia. La desalineación entre las paletas de guía de la segunda corona y el flujo entrante desde el rotor da lugar a una gran pérdida aerodinámica (o hidrodinámica, en el caso del agua) cuyo resultado es un rendimiento relativamente malo de la turbina. Se puede superar este problema (por lo menos en forma parcial) si la regulación del ángulo de las paletas de guía - o la geometría de las paletas - es ajustable y se cambia cada vez que se invierte la dirección del flujo a través de la turbina. La ejecución práctica de esta clase de control exige que la turbina esté equipada con mecanismos que aumentan los costos de construcción y mantenimiento y reducen la fiabilidad de la máquina. Esto ha dificultado el uso del control por las paletas de guía. Un método alternativo de reducción de pérdidas aerodinámicas (o hidrodinámicas) causadas por un ángulo excesivo de incidencia en la entrada a la segunda corona de paletas de guía consiste en aumentar la distancia entre las coronas de paletas de guía y los álabes del rotor, con el objeto de disminuir la velocidad del flujo (y por lo tanto la energía cinética) en la entrada a la segunda corona de paletas de guía y reducir así las pérdidas de energía resultante de la separación de la capa límite en estas paletas ("stalling"). Esta metodología se propuso en la Patente WO 2008/012530. En ella se indica que las dos coronas de paletas de guía, una en cada lado del rotor, son desviadas con respecto a los álabes del rotor, tanto en sentido radial como axial, por medio de conductos anulares que conectan los conjuntos de paletas de guía con la corona de álabes del rotor. La desviación radial permite, al conservar el momento angular, que la componente circunferencial de la velocidad de flujo se reduzca en la entrada a la segunda corona de paletas de guía. Esta desviación radial, eventualmente combinada con un aumento del intersticio entre las paredes interna y externa de los conductos anulares (esto es, un aumento en la envergadura de

las paletas del sistema del estator), produce también una disminución en la componente meridiana (proyectada en un plano axial) de la velocidad de flujo.

La presente invención se refiere a una turbina auto-rectificadora que consiste de un rotor con álabes y dos coronas de paletas de guía. La entrada y la salida del flujo con respecto al rotor es radial, lo que significa que la componente axial de la velocidad de flujo de la entrada y de la salida es relativamente pequeña. El flujo entrante al rotor es centrípeto (es decir, en la dirección de la coordenada radial decreciente) y el flujo de salida es centrífugo (esto es, en la dirección de la coordenada radial en aumento). El estator tiene dos coronas de paletas de guía, ubicadas circunferencialmente alrededor del rotor, aunque no desviadas axialmente respecto del mismo, como en la Patente WO 2008/012530. El flujo entre cada una de las aberturas en la periferia del rotor y la correspondiente corona de paletas de guía es esencialmente radial (la componente axial de la velocidad de flujo es relativamente pequeña). La conexión es suministrada por un conducto formado por dos paredes de revolución alrededor del eje de rotación. Una o ambas de dichas paredes pueden tener la forma de discos planos perpendiculares al eje de rotación.

Mediante esta disposición, la turbina, que consta del rotor y el estator, tiene una configuración compacta, en especial en lo que concierne a su medida axial. En particular, un volante de inercia, que posiblemente tiene un diámetro más grande que el propio rotor de la turbina, puede estar montado en el mismo eje que el rotor de la turbina y próximo a él, lo que permite que se suavicen las oscilaciones del par del eje.

Descripción de las figuras:

La figura 1 es una representación esquemática de un corte transversal de la turbina por un plano que contiene el eje de rotación -1-. Los álabes del rotor -2- y las paletas de guía -7-, -8- se proyectan circunferencialmente sobre el plano de la figura. El rotor comprende un conjunto de álabes -2- fijados a un cubo -3- montado en un eje -4-. La admisión de fluido en el rotor y la salida desde el mismo tiene lugar en -5- y -6- o viceversa, dependiendo de la dirección del flujo bidireccional a través de la turbina. El estator comprende dos coronas de paletas de guía -7- y -8- dispuestas circunferencialmente alrededor del rotor y se ubica en alineación radial con las respectivas aberturas del rotor -5- y -6-. La conexión entre la corona de paletas de guía -7- y la abertura del rotor -5- está realizada por un conducto -9- con paredes de revolución -10- y -11-. Una o ambas de dichas paredes puede(n) tener la forma de discos planos. Una descripción idéntica es aplicable al conducto de conexión -12- y las paredes de revolución -13- y -14-. (En el caso específico de la figura, todas estas paredes -10-, -11-, -13- y -14- se representan como discos planos.) Los conductos entre los álabes del rotor están limitados externamente por una pared de revolución -15- la cual, en la disposición de la figura, se conecta rigidamente con los álabes del rotor.

La figura 2 es una representación esquemática idéntica a la figura 1, excepto que el cuerpo de revolución -16- que une a los conductos entre los álabes del rotor está integrado en el estator.

La figura 3 es una representación esquemática de un corte de una de las coronas de paletas de guía y un corte parcial de los álabes del rotor por un plano perpendicular al eje de rotación. Los álabes del estator -17- (que coinciden con las paletas de guía -7- u -8- ilustradas en la figura 1) pueden tener un perfil de ala portante, como se muestra en la figura, o bien están hechas más simplemente de una placa curvada. La curvatura de la paleta de guía y el ángulo de ajuste son tales que el flujo entrante es desviado y forzado a circular en la misma dirección que la dirección F del movimiento del rotor. Los álabes del rotor, cerca de su borde de entrada y salida, están inclinados respecto de un plano perpendicular al eje de rotación en un ángulo B opuesto a la dirección F de movimiento del rotor.

La figura 4 es un diagrama de velocidad en un momento dado, cerca de la entrada del rotor. El vector U es la velocidad periférica del rotor. El vector V es la velocidad media de flujo con una referencia fija y forma un ángulo C con un plano perpendicular al eje de rotación. El vector W es la velocidad relativa de flujo en una referencia de rotor fijo y forma un ángulo A con un plano perpendicular al eje de rotación.

La figura 5 es un diagrama de velocidad en la salida del rotor al mismo tiempo que en la figura 4. Los símbolos son idénticos a los de la figura 4, e incluyen un asterisco para su distinción. El vector U* es la velocidad periférica del rotor. El vector V* es la velocidad media de flujo según una referencia fija. El vector W* es la velocidad de flujo relativa según una referencia fija del rotor y forma un ángulo A* con un plano perpendicular al eje de rotación.

La figura 6 es una vista esquemática en perspectiva del rotor con álabes, sin el cuerpo externo, tal como en la figura 2.

La figura 7 es una representación esquemática de la turbina con rotor de la figura 1, pero tiene dos coronas de paletas de guía que pueden deslizarse en sentido axial, de manera tal que cada corona de paletas de guía se podrá insertar o retirar con respecto al espacio de flujo, dependiendo de la dirección alternante del flujo. La figura representa la realización preferente, en que las dos coronas de paletas de guía están fijadas entre sí, de modo que cuando una de las coronas se inserta en el espacio del flujo, la otra es retirada de dicho espacio.

La figura 8, igual que en la figura 3, es una representación en corte parcial de una corona de paletas de guía y los álabes del rotor por un plano perpendicular al eje de rotación y corresponde a la disposición de la figura 7. En esta disposición, el intersticio radial entre el rotor y las paletas de guía es pequeño y la corona de paletas de guía se puede mover en sentido axial. La figura representa la situación en la que el fluido está fluyendo hacia dentro del rotor, debido a que en principio las paletas de guía deben estar retiradas del espacio de flujo en que el fluido fluye hacia fuera del rotor.

Descripción detallada de la invención:

Esta invención concierne a una turbina que, sin cambio en su dirección de rotación, es capaz de funcionar eficientemente con flujo bidireccional. Por esta razón, es posible usar la turbina en aplicaciones con flujo que se invierte, como es el caso de los dispositivos de energía de olas con una columna de agua oscilante, o más generalmente, en situaciones que implican flujos de sentido alternado, como en algunas tecnologías de energía renovable o en otras aplicaciones.

Se representa esquemáticamente la turbina de la figura 1, en un corte transversal por un plano que contiene el eje de rotación -1-. Los álabes del rotor -2- y las paletas de guía -7-, -8- se proyectan circunferencialmente hacia el plano de la figura. El rotor comprende un conjunto de álabes -2- fijado a un cubo -3- montado en un eje -4-. La admisión del fluido en el rotor y su salida desde el mismo tienen lugar en -5- y -6- o viceversa, dependiendo de la dirección del flujo alterno a través de la turbina. El estator comprende dos coronas de álabes o paletas de guía -7-, -8- dispuestas circunferencialmente alrededor del rotor y ubicadas en alineación radial con las respectivas aberturas del rotor -5- y -6-. La conexión entre la corona de álabes o paletas de guía -7- y la abertura del rotor -5- está realizada por un conducto -9- que tiene paredes de revolución -10- y -11-. Una de estas paredes o ambas pueden tener la forma de un disco plano. Idéntica descripción es aplicable al conducto de conexión -12- y a las paredes de revolución -13- y -14-. En el caso específico de la figura, todas estas paredes -10-, -11-, -13- y -14- se representan como discos planos. Los conductos entre los álabes del rotor están limitados externamente por un cuerpo de revolución, que puede estar fijado rígidamente a los álabes del rotor, como se muestra en -15- en la figura 1, o pueden formar parte del estator, como se muestra en -16- de la figura 2.

La figura 3 representa esquemáticamente un corte de una de las coronas de paletas de guía y un corte parcial de los álabes del rotor por un plano perpendicular al eje de rotación. Las paletas de guía del estator -17- (que coinciden con las paletas de guía -7- u -8- de la figura 1) podrán ser perfiladas, como se muestra en la figura 3, o bien podrán estar realizadas simplemente por una placa curvada. La curvatura de la paleta de guía y el ángulo de ajuste son tales que el flujo entrante es desviado y obligado a formar torbellino en la misma dirección que la dirección F del movimiento del rotor. Las paletas del rotor, próximas a su borde de entrada/salida, están inclinadas con respecto al plano perpendicular al eje de rotación, en un ángulo B opuesto a la dirección F de movimiento del rotor.

La figura 4 representa un diagrama de velocidad, en un tiempo dado, cerca de la entrada del rotor. El vector U es la velocidad periférica del rotor y su módulo es igual al producto del radio externo del rotor y la velocidad de rotación en radianes por unidad de tiempo. El vector V es la velocidad media del flujo en una referencia fija. El ángulo C entre el vector de velocidad V y un plano perpendicular al eje de rotación depende esencialmente de la geometría del estator, en especial de la geometría del sistema de paletas de guía y la geometría del conducto de conexión con las paredes de revolución. El módulo del vector V depende del flujo a través de la turbina. El vector W es la velocidad relativa de flujo en una referencia fija al rotor y resulta de restar el vector U del vector V. El ángulo A entre el vector W de velocidad relativa del flujo y un plano perpendicular al eje de rotación depende de la relación V/U entre los módulos de velocidad V y U (esto es, depende de la relación entre la velocidad del flujo y la velocidad de rotación), y también del ángulo C de la velocidad V. En condiciones cercanas al rendimiento máximo (aerodinámico o hidrodinámico) de la turbina, el ángulo A de la velocidad relativa del flujo en la entrada del rotor no debe ser muy diferente del ángulo B de los propios álabes del rotor, en cuya situación se minimiza la separación de la capa límite en el borde de entrada de los álabes del rotor. Esta condición implica que el ángulo B de los álabes del rotor debe ser significativamente menor que el ángulo C de velocidad V. La misma condición define también una relación de diseño, por una parte, entre la velocidad del flujo nominal y la velocidad de rotación nominal y, por otra parte, la geometría de las paletas de guía, la geometría del conducto conector y la geometría de los álabes del rotor (especialmente el ángulo de entrada de los álabes del rotor).

La figura 5 representa, igual que la figura 4, el diagrama de velocidad en la salida del rotor. Los símbolos son idénticos a los de la figura 4, y tienen un asterisco para distinguirlos. Suponiendo que los álabes del rotor, con su forma y número apropiados, guían y desvían eficientemente el flujo relativo dentro del rotor, el ángulo A* entre la velocidad relativa del flujo en la salida del rotor y un plano perpendicular al eje de rotación, es aproximadamente igual al ángulo B* de los álabes en la salida del rotor. Si el caudal a través de la turbina es constante o casi constante, se podrá calcular la potencia P absorbida por el rotor por la ecuación de Euler de las turbomáquinas:

$$P = M (U^* W^* \sin A^* + U W \sin A),$$

en la que M es el caudal másico. Esta ecuación muestra que los ángulos A y A* deben ser convenientemente positivos y no pequeños. Podrían ser, típicamente, del orden de entre 30 y 60 grados.

Si las paletas de guía son desviadas en sentido radial con respecto al rotor, se reduce la velocidad del flujo en la entrada a la segunda corona de paletas de guía y de esta manera las pérdidas debidas a una incidencia excesiva también disminuyen.

La figura 6 ilustra esquemáticamente los álabes del rotor en perspectiva. Dichos álabes deben cumplir los ángulos especificados de entrada y salida. Su número y geometría deben permitir que el flujo relativo sea adecuadamente guiado a través del rotor. Los álabes pueden tener un espesor constante o variable y sus bordes podrán ser redondeados, dependiendo de consideraciones aerodinámicas o hidrodinámicas y de la facilidad de su fabricación.

En la disposición más simple, las paletas de guía son fijas. En una alternativa más versátil (aunque más costosa y menos fiable), el ángulo de posicionamiento de las paletas de guía se podrá ajustar a las variaciones de sentido y a la magnitud del caudal alterno. Esto se hace conjuntamente para todas las paletas de guía de cada corona por medio de un mecanismo que puede consistir en un anillo y varillas articuladas accionadas por un servomotor, como en el sistema de distribuidor de las turbinas hidráulicas convencionales de tipo Francis y Kaplan.

Una forma alternativa de evitar las pérdidas causadas por la excesiva incidencia en la entrada a la segunda corona de paletas de guía consiste simplemente en sacar esas paletas del espacio del flujo. Esto se puede hacer mediante la traslación axial de las dos coronas de paletas de guía de manera tal que cada corona se pueda insertar o bien retirar del espacio del flujo, dependiendo de la dirección del caudal alterno. En una disposición preferida, las dos coronas de paletas de guía (-18- y -19- en la figura 7) están conectadas rígidamente entre sí y cuando una de ellas está dentro del espacio del flujo, la otra está fuera. El movimiento axial debe ser controlado de manera que se termine en un breve período de tiempo cuando se invierte el sentido del flujo. En la medida de lo posible, el fluido debería pasar a través de una corona de paletas de guía antes de entrar en el rotor, pero no después de haber salido del mismo. Debido a la naturaleza bidireccional del flujo, cada una de las dos coronas de paletas de guía es sucesivamente insertada y retirada del espacio del flujo. Dado que en esta disposición no ocurren pérdidas por separación de la capa límite en la segunda corona de paletas de guía, no existe ventaja en desviar en sentido radial las paletas de guía en alejamiento del rotor. Por lo tanto, el intersticio radial entre el rotor y las paletas de guía debe ser pequeño preferentemente, como se ilustra esquemáticamente en las figuras 7 y 8. El movimiento de traslación axial del conjunto de paletas de guía se puede producir por una acción hidráulica, neumática, eléctrica u otra, o mediante gravedad, si el eje de rotación está suficientemente inclinado respecto del plano horizontal.

El conjunto que consiste en los álabes del rotor, las coronas de paletas de guía y los conductos de conexión, puede ser simétrico respecto de un plano perpendicular al eje de rotación, en cuyo caso es $U = U^*$ y $B = B^*$. Sin embargo, en otras ejecuciones podría ser de otra manera, o solamente que ocurra una simetría parcial, para una mejor adecuación a las diferentes condiciones del flujo en los dos sentidos del mismo, posiblemente debido a la asimetría entre crestas y senos de las olas con una amplitud no pequeña, o bien a las diferencias en la densidad del aire entre la cámara neumática de la columna de agua oscilante y la atmósfera exterior.

REIVINDICACIONES

1. Una disposición de turbina con rotor de flujo radial de entrada y radial de salida para flujo reversible bidireccional que comprende un rotor provisto de álabes (2) y un estator con dos conjuntos de paletas de guía (7, 8), teniendo la
5 disposición de turbina un eje; el rotor está montado de forma rotativa para girar en torno al eje y cuenta con un conjunto de álabes de rotor dispuestos circunferencialmente alrededor del rotor;
 - los álabes (2) que forman canales de flujo desde la entrada hacia la salida del rotor, teniendo el rotor en su periferia
10 externa dos aberturas (5, 6) desviadas axialmente una de la otra, siendo centrípeta la entrada de fluido en el rotor a través de cualesquiera de las dos aberturas y siendo centrífuga la salida del fluido desde el rotor a través de cualesquiera de las dos aberturas;
 - un primer conjunto de paletas de guía (7) está dispuesto circunferencialmente en torno al eje y ubicado en un radio
15 más grande respecto de la correspondiente abertura del rotor (5) en el trayecto del flujo entrante al rotor o saliente del mismo y situado en alineación radial de la respectiva abertura del rotor (5);
 - un conducto (9) que conecta el primer conjunto de paletas de guía (7) con la correspondiente abertura del rotor, formado preferentemente por las paredes de revolución (10, 11);
 - el segundo conjunto de paletas de guía (8) está dispuesto circunferencialmente en torno al eje y ubicado en un
20 radio más grande respecto de la correspondiente abertura (6) del rotor en el trayecto del flujo entrante al rotor o saliente del mismo y situado en alineación radial de la respectiva abertura del rotor (6);
 - un conducto (12) que conecta el segundo conjunto de paletas de guía (8) con la correspondiente abertura del rotor
25 (6), formada preferentemente por paredes de revolución (13, 14).
2. Una disposición de turbina, de acuerdo con la reivindicación 1, en que un conducto (9) está formado por paredes de revolución (10, 11).
- 30 3. Una disposición de turbina, de acuerdo con la reivindicación 1, en que un conducto (12) está formado por las paredes de revolución (13, 14).
4. Una disposición de turbina, de acuerdo con cualesquiera de las reivindicaciones precedentes, en la que los dos conjuntos de paletas de guía (7, 8) del estator, dispuestos circunferencialmente alrededor del rotor, son desplazables
35 en translación axial, de manera tal que cada conjunto de paletas de guía se puede insertar en el flujo entrante al rotor y ser retirado del flujo saliente del rotor; siendo la distancia radial entre el rotor y las paletas de guía preferentemente pequeña.
5. Una turbina, de acuerdo con la reivindicación 1, en la que en el estator, el ángulo de posicionamiento de las paletas de guía de cada conjunto es ajustable, controlado preferentemente por un mecanismo de anillo y varillas articuladas, como el que se aplica comúnmente en el sistema de álabes del distribuidor de las turbinas hidráulicas Francis y Kaplan.
- 40 6. Una turbina de acuerdo con cualesquiera de las reivindicaciones precedentes, en que los canales formados por los álabes del rotor están externamente unidos a lo largo de toda la periferia:
 - por un cuerpo (15) conectado rígidamente con los álabes del rotor (12),
 - o por un cuerpo (16) que forma parte del estator.
- 45

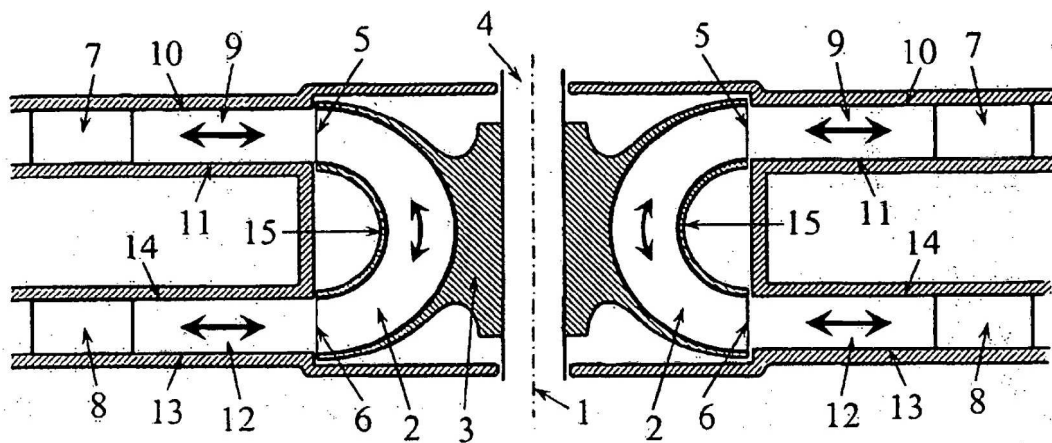


Figura 1

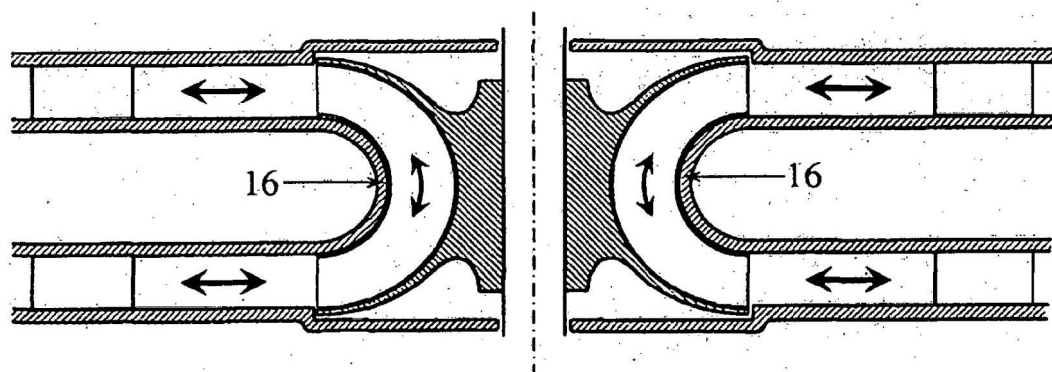


Figura 2

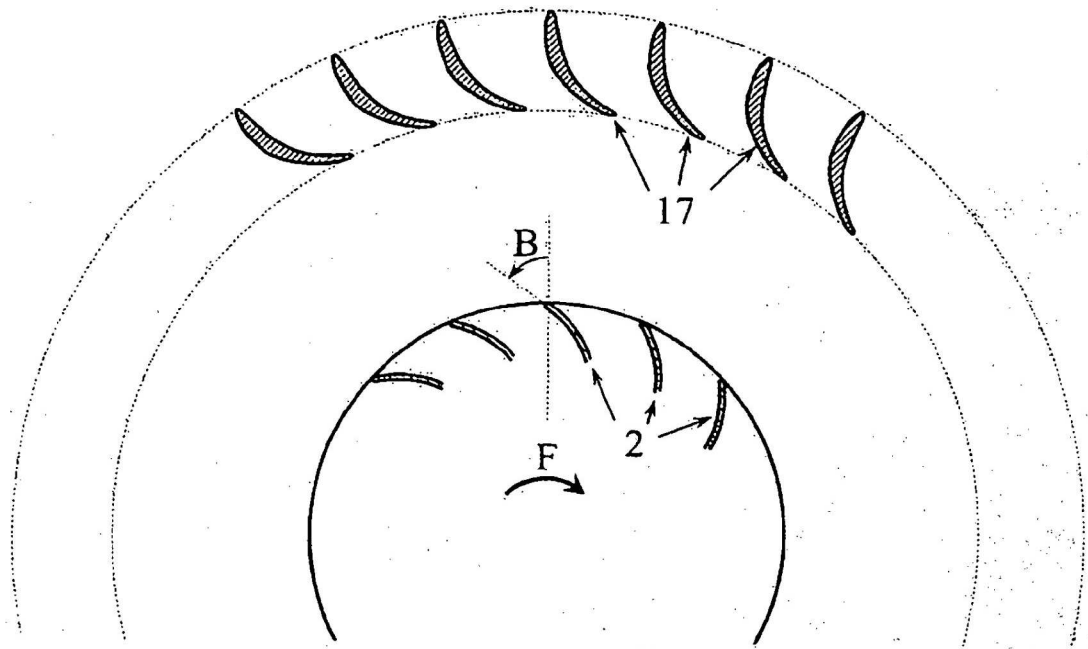


Figura 3

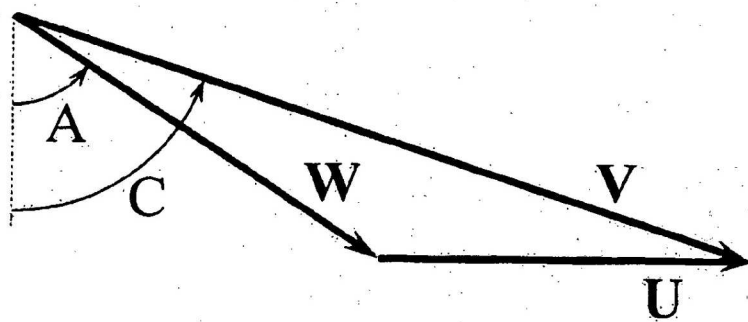


Figura 4

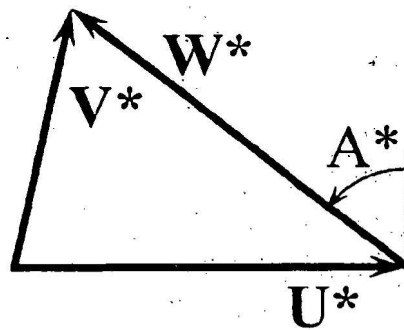


Figura 5

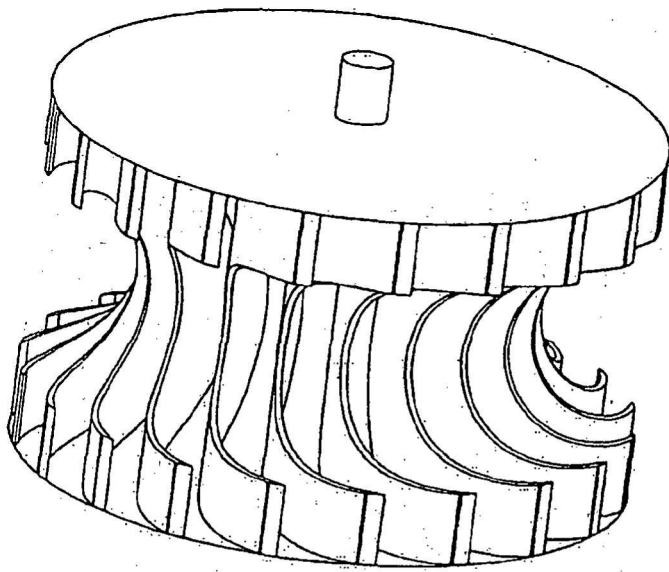


Figura 6

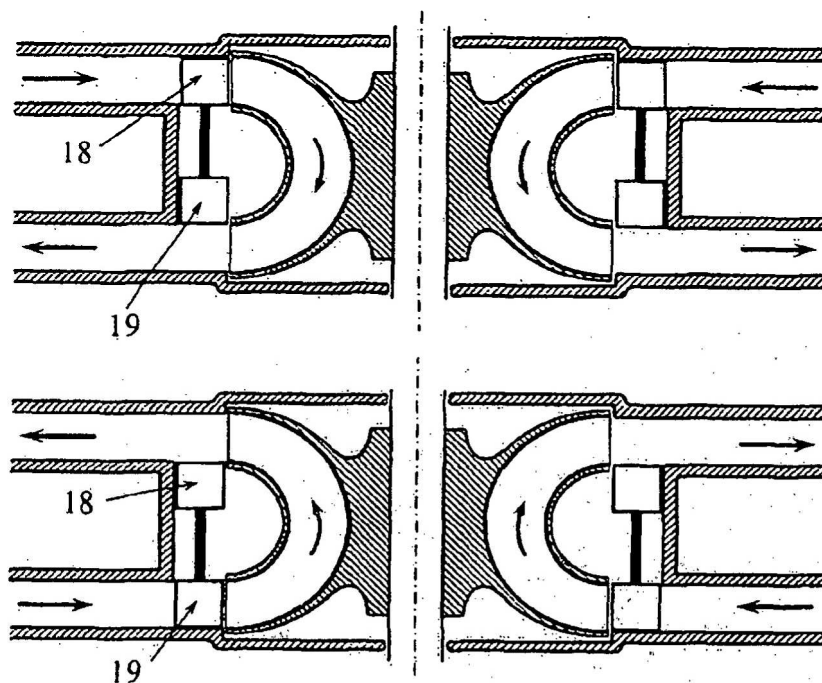


Figura 7

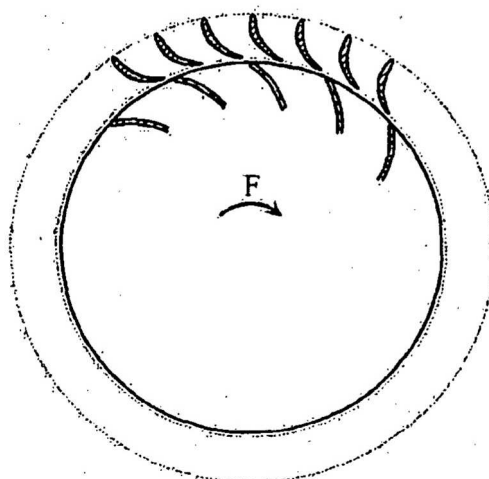


Figura 8