

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 403 232**

51 Int. Cl.:

F03B 17/06 (2006.01)

F03B 13/26 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **31.03.2010 E 10718061 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.03.2013 EP 2425124**

54 Título: **Central hidráulica de flujo subacuático con una turbina hidráulica que gira en el mismo sentido, que puede someterse a flujo bidireccionalmente**

30 Prioridad:

27.04.2009 DE 102009018758

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

16.05.2013

73 Titular/es:

**VOITH PATENT GMBH (100.0%)
Sankt Pöltener Straße 43
89522 Heidenheim, DE**

72 Inventor/es:

**ARLITT, RAPHAEL y
WEILEPP, JOCHEN**

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 403 232 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

Central hidráulica de flujo subacuático con una turbina hidráulica que gira en el mismo sentido, que puede someterse a flujo bidireccionalmente

5 La invención se refiere a una central hidráulica de flujo subacuático con una turbina hidráulica que gira en el mismo sentido, que puede someterse a flujo bidireccionalmente, en particular una turbina Wells, y a un procedimiento para su funcionamiento, sirviendo la central hidráulica de flujo subacuático preferentemente para el aprovechamiento de una corriente de marea. Es objeto de una continuación de la invención una turbina de aire bidireccional.

10 Las centrales hidráulicas de flujo subacuático ubicadas de manera aislada en una corriente ambiental representan una variante económica para la obtención de energía a partir de una corriente marina, en particular de una corriente de marea. Se conocen turbinas hidráulicas configuradas en forma de hélice que giran en una barquilla mecánica que aloja en el interior un generador eléctrico. Para una configuración alternativa se dispone el generador eléctrico en la periferia radialmente externa de la turbina hidráulica, es decir la unidad giratoria de la turbina hidráulica comprende un rotor del generador que se encuentra radialmente hacia el exterior con respecto a las palas de turbina de la turbina hidráulica y gira en una estructura de soporte en forma de anillo.

15 Para el aprovechamiento eficaz de una corriente de marea que cambia cíclicamente con respecto a la dirección del flujo puede hacerse un seguimiento de la turbina hidráulica con la corriente, normalmente se hace girar toda la barquilla de una central hidráulica de flujo subacuático con la unidad de generador de la turbina en la corriente. Una configuración de este tipo es constructivamente costosa y hace que el cable de conexión que parte del generador eléctrico tenga que protegerse frente a la torsión. Para un planteamiento alternativo, las palas del rotor están
20 dotadas de un mecanismo de ajuste del ángulo de pala activo que posibilita un giro del perfil de pala de 180°. Sin embargo, a esto le sigue un alto gasto constructivo para el acoplamiento mediante articulación de las palas. Además existe la necesidad de usar detectores externos para el control del mecanismo de ajuste del ángulo de pala activo que detectan el comienzo de una inversión de dirección del flujo. Por este motivo se propuso usar palas de turbina simétricas para una configuración robusta y sencilla de una turbina hidráulica que pueden someterse a flujo
25 bidireccionalmente. A este respecto se dan a conocer por el documento CH 316900 perfiles de pala doblemente simétricos, en forma de lente. Como alternativa pueden usarse perfiles cuya mediana de perfil realiza un salto en S. Para ello se remite a modo de ejemplo al documento US 6116856A.

30 Los perfiles simétricos mencionados anteriormente permiten aprovechar una dirección de corriente que se invierte, estando unida una modificación de la dirección de flujo con un cambio de la dirección de giro de la turbina hidráulica. Como alternativa puede mantenerse el sentido de giro para una configuración simétrica con respecto a la cuerda de los perfiles de las palas de turbina con una orientación de las cuerdas de manera paralela al plano de rotación en un cambio de dirección del flujo. Las turbinas Wells de este tipo se conocen por el documento US 4.313.711. Además, el documento EP 1 430 220 B1 propone el uso de una turbina Wells de una o varias fases en un canal de corriente para la obtención de energía a partir de una corriente de marea.

35 Para la mejora de las proporciones de flujo en las palas de turbina están previstos álabes directores aguas arriba y aguas debajo de la turbina hidráulica que se usan adicionalmente para el soporte del núcleo de rodete central que sirve para la disposición de cojinetes de la turbina hidráulica. Además de la configuración constructivamente costosa de la corona directriz existe otra dificultad en realizar una adaptación de distintas velocidades de flujo o una corriente con fluctuaciones rápidas de velocidad. A este respecto, en caso de una velocidad de flujo que se modifica
40 rápidamente como consecuencia de las turbulencias existe el riesgo de un desprendimiento del flujo en las palas de turbina, dado que una adaptación de la velocidad de giro de la turbina hidráulica con frecuencia no puede realizarse de manera suficientemente rápida. Otra dificultad en el uso de turbinas Wells, también aquéllas que están dotadas de una corona directriz, consiste en que un funcionamiento eficaz requiere un alto número de revoluciones de giro que requiere en primer lugar el funcionamiento motor del generador eléctrico.

45 Para la mejora de turbinas Wells se propone por el documento GB 2100810 A fijar las palas de turbina individuales con una pieza de base en forma de disco de manera parcialmente móvil en el núcleo de rodete de la unidad giratoria. A este respecto, el punto de giro del punto de base en el núcleo de rodete está dispuesto de manera lateralmente desplazada con respecto al plano de rotación de las palas de turbina a la altura de las narices de perfil
50 afluidas. De manera opuesta e igualmente de manera lateralmente desplazada con respecto al plano de rotación está dispuesto un dispositivo de tope en forma de una guía de orificio alargado. Mediante estas medidas pueden adoptar las palas del rotor una posición angular limitada con respecto al plano de rotación para pequeñas relaciones de velocidad periférica. En el funcionamiento de una turbina Wells configurada de esta manera en una central hidráulica de flujo subacuático se produce la dificultad de que, debido a las densidades más altas del medio propulsor y una velocidad de rotación más baja en comparación con el funcionamiento de la turbina de aire en el
55 funcionamiento normal, las palas de turbina adoptan constantemente una posición angular frente al plano de rotación. Otras realizaciones con palas de turbina fijadas de manera móvil se conocen por los documentos GB 2 392 713 A, JP 60 098 103 A y JP 63 219 801 A. Además se da a conocer en el documento US 2005271508 A como propuesta de mejora para turbinas Wells configurar las palas de turbina con perfiles al menos parcialmente flexibles. En el funcionamiento se deforman las palas de turbina en el sentido de aletas afluidas transversalmente. En
60 estructuras configuradas de manera flexible de este modo son desventajosos los efectos de la fatiga del material que

resultan debido a un grado de deformación constantemente cambiante de las palas de turbina. Además se produce también en esta configuración la dificultad mencionada anteriormente de la fuerte deformación de manera indeseada con el uso de turbinas de este tipo para centrales mareomotrices.

5 La invención se basa en el objetivo de diseñar una central hidráulica de flujo subacuático con una turbina hidráulica que gire en el mismo sentido, que pueda someterse a flujo bidireccionalmente de modo que se superen los problemas mencionados anteriormente. A este respecto debería ser posible en particular un funcionamiento con velocidades de flujo bajas o altas fluctuaciones de velocidad en el flujo. Además ha de configurarse la turbina hidráulica de modo que la corona directriz asignada pueda configurarse de manera constructivamente simplificada o pueda suprimirse totalmente. Simultáneamente, la turbina hidráulica también con relaciones de velocidad periférica
10 pequeñas no debería tender a un desprendimiento de flujo y debería estar mejorada con respecto a su comportamiento de arranque. Además, el diseño de la turbina debe poder transferirse a una turbina de aire que puede someterse a flujo bidireccionalmente, en particular para una central movida por las olas del mar OWC.

El objetivo en el que se basa la invención se soluciona mediante las características de la reivindicación independiente. A este respecto se ha identificado que a una turbina genérica de una central hidráulica de flujo subacuático puede asignarse un mecanismo de ajuste del ángulo de pala pasivo con un eje de rotación que se encuentra en la cuerda entre la nariz de perfil en el lado de flujo y la línea de enfilamiento de los centros hidrodinámicos. Mediante estas medidas, dependiendo de la fuerza hidrodinámica que actúa en las palas de turbina y la fuerza centrífuga se ajusta un determinado ángulo frente al plano de rotación. De manera correspondiente se mueve la pala de turbina con grandes fuerzas hidrodinámicas y con relación de velocidad periférica pequeña fuera
15 del plano del rotor en dirección de la posición del álabe. Por posición del álabe se entiende que se produce un ángulo entre la cuerda y el plano del rotación que lleva a cero esencialmente el ángulo de incidencia del perfil frente al flujo eficaz.

El eje de rotación del mecanismo de ajuste del ángulo de pala masivo puede definirse constructivamente mediante un acoplamiento mediante articulación giratorio de la pala de turbina en la unidad giratoria de la turbina hidráulica o la pala se configura de manera elástica a la torsión, determinando los arriostramientos de la pala de turbina un eje de torsión que con respecto a la línea de enfilamiento de los centros hidrodinámicos está desplazado aguas arriba hacia la nariz de perfil afluida.
25

Para una pala de turbina configurada de esta manera, la fuerza hidrodinámica que actúa en el centro hidrodinámico de la sección de perfil respectiva genera un momento de apertura por rotación que se equilibra mediante fuerzas centrífugas y fuerzas de retroceso elásticas. Éstas últimas pueden generarse en la propia pala de turbina, siendo éste el caso en particular en una pala de turbina configurada de manera elástica a la torsión, o en el punto de base de una pala de turbina acoplada mediante articulación giratoria en una estructura de soporte está previsto un dispositivo que provoca fuerzas elásticas dirigidas frente a una apertura por rotación de la pala. En el caso más sencillo es concebible un sistema de resortes de retroceso.
30

Mediante el mecanismo de ajuste del ángulo de pala pasivo, dependiendo de la relación de velocidad periférica existente respectivamente es posible una apertura por rotación predeterminada de la pala de turbina fuera del plano de rotación. Esto reduce las velocidades de giro necesarias para el funcionamiento eficaz de la turbina hidráulica genérica y conduce ya para el funcionamiento normal a un aumento del grado de acción. Adicionalmente, la disminución de la corona directriz aguas arriba o aguas abajo consigue otro aumento de la eficacia. Además, el mecanismo de ajuste del ángulo de pala pasivo posibilita una ampliación del campo de trabajo, retrasándose para un flujo fluctuante un desprendimiento de flujo. Además, la posición abierta por rotación de las palas de turbina posibilita una simplificación de la puesta en funcionamiento, de modo que en el arranque de la instalación puede realizarse previamente el paso del accionamiento motor por medio del generador eléctrico al accionamiento mediante las fuerzas hidrodinámicas en la turbina hidráulica. Adicionalmente, mediante una apertura por rotación suficientemente amplia de las palas de turbina en dirección de la posición del álabe puede producirse una regulación de la velocidad de la instalación al conseguir la potencia nominal.
35
40
45

Para una configuración adicional de la invención se prevé para la influencia del ángulo de incidencia de las palas de turbina un control de la velocidad de la turbina hidráulica producida por el generador eléctrico. Como alternativa puede determinarse un momento de carga por el generador eléctrico. De manera especialmente preferente se realiza la regulación o el control del generador sin una tecnología de detectores externa propensa a fallos y sin el acceso a curvas características. En lugar de esto se produce una búsqueda del máximo de la potencia de salida emitida por el generador eléctrico. De manera especialmente preferente se usa para ello un regulador MPP (*Maximum Power Point*, punto de potencia máximo - MPP). Éste emite una magnitud de ajuste para el generador eléctrico unido directamente con la turbina hidráulica con una variación temporal. Esta es la velocidad de giro aplicada por el generador eléctrico o el momento de carga producido por el generador eléctrico, transmitido a la turbina hidráulica. Mediante esto resulta una oscilación de la potencia mediante la que puede determinarse un gradiente de potencia, en cuyo fundamento se basa el procedimiento de búsqueda para la maximización de la potencia. A este respecto se desea en particular un control del número de revoluciones de la turbina hidráulica, dado que mediante esto es posible una adaptación de la relación de velocidad periférica y con ello una influencia sobre la posición de las palas de turbina producida por medio del mecanismo de ajuste del ángulo de pala pasivo.
50
55
60

- De acuerdo con la invención se prevé modificar, en particular reducir, el grado de la apertura por rotación en las zonas radialmente externas de las palas de turbina en comparación con las zonas radialmente internas. Debido a la velocidad de giro dependiente del radio, el ángulo del flujo eficaz frente al plano de rotación es mayor en las zonas radialmente internas de la pala de turbina. De manera correspondiente es necesaria en esta zona una apertura por rotación más intensa en comparación con las puntas de las palas de turbina. Por tanto para una variante de configuración se prevé configurar las palas de turbina partiendo desde un anillo de soporte externo con una extensión dirigida radialmente hacia el interior y al mismo tiempo configurar las palas de turbina con múltiples segmentos o de manera elástica a la torsión. El eje de rotación asignado se encuentra de nuevo entre la nariz de perfil pretendida y la línea de enfilamiento de los centros hidrodinámicos.
- 5
- 10 En el caso de una configuración elástica a la torsión están previstos elementos de arriostamiento en el perfil que determinan el eje de torsión. De manera correspondiente a la terminología usada en la solicitud se genera con ello un eje de rotación definido. Para una configuración con múltiples segmentos, los segmentos individuales forman secciones radiales de la pala de turbina que pueden hacerse girar respectivamente una con respecto a otra alrededor de un eje de rotación, existiendo la posibilidad de limitar el ángulo de rotación máximo entre dos segmentos sucesivos mediante elementos de tope realizados de manera adecuada.
- 15
- Además es concebible una configuración para la que las palas de turbina configuradas de acuerdo con la invención están fijadas en una llanta radialmente externa y un núcleo de rodete radialmente interno, no pudiéndose girar radialmente hacia el exterior la pala de turbina en comparación con la parte radialmente interna o sólo hasta un ángulo de rotación más bajo. Una posibilidad existe en una configuración elástica a la torsión de la pala de turbina con una fijación rígida de la pala de turbina a la llanta radialmente externa, de modo que los perfiles se encuentran allí con respecto a sus cuerdas en el plano de rotación. Si una pala configurada de esta manera se acopla mediante articulación giratoria al núcleo de rodete radialmente hacia el interior, se produce una conducción estable y al mismo tiempo la apertura por rotación deseada dependiente del radio de las palas de turbina.
- 20
- En un perfeccionamiento se amplía la realización con un ángulo de rotación dependiente del radio a una turbina de aire que está prevista en particular para su uso en una central movida por las olas del mar OWC. De manera correspondiente, la turbina de aire comprende una multiplicidad de palas de turbina que presenta por al menos una parte de su extensión longitudinal un perfil en forma de gota, girando la turbina de aire en el mismo sentido con flujo bidireccional. De acuerdo con la invención está previsto un mecanismo de ajuste del ángulo de pala pasivo para las palas de turbina, estando asignado a cada pala de turbina un eje de rotación que se encuentra entre la nariz de perfil afilada y la línea de enfilamiento de los centros aerodinámicos y siendo, en funcionamiento, el ángulo de apertura por rotación en las zonas radialmente externas de la pala de turbina más pequeño en comparación con las zonas radialmente internas.
- 25
- 30 A continuación se explica la invención por medio de ejemplos de realización en relación con representaciones de figuras. En éstas está representado en particular lo siguiente.:
- 35 la figura 1 muestra como vista en corte parcial axial una central hidráulica de flujo subacuático con una turbina Wells colocada en dos fases que comprende un mecanismo de ajuste del ángulo de pala pasivo.
- La figura 2 muestra una sección parcial ampliada de la figura 1.
- 40 La figura 3 muestra un corte axial en el plano de rotación para una pala de turbina acoplada mediante articulación giratoria.
- La figura 4 muestra el corte A-A de la figura 3.
- Las figuras 5a - 5d muestran cortes de perfil con respecto a la figura 6.
- La figura 6 muestra una pala de turbina configurada de manera elástica a la torsión, dirigida radialmente hacia el interior desde un anillo de soporte externo.
- 45 Las figuras 7a - 7c muestran cortes de perfil de la figura 8.
- La figura 8 muestra una pala de turbina configurada en segmentos, estando acoplados mediante articulación los elementos individuales respectivamente de manera giratoria.
- La figura 9 muestra un ejemplo de configuración de una turbina hidráulica de dos fases con palas de turbina acopladas mediante articulación giratoria radialmente hacia el interior que están conducidas de manera rígida frente al giro radialmente hacia el exterior por medio de un anillo externo.
- 50

La figura 1 muestra una central hidráulica de flujo subacuático 1 en vista en corte parcial. Para la configuración representada se usa una carcasa externa 2 que se porta por una estructura de soporte 10. Como alternativa son concebibles realizaciones que están configuradas de manera que pueden flotar sin una estructura de soporte 10

mediante elementos de sustentación, en particular en la carcasa externa 2.

La pared interna 3 de la carcasa externa 2 forma un canal de corriente 4, estando configurada la pared interna 3 preferentemente como combinación de confusor/difusor para la aceleración de la corriente. Dentro la carcasa 2 se encuentra un elemento central 5, en el que están dispuestos la disposición de cojinetes de las turbinas hidráulicas y del generador eléctrico 40. Esto se explica a continuación en detalle en relación con la figura 2.

Además, la figura 1 representa una central hidráulica de flujo subacuático con una primera fase de turbina 6.1 y una segunda fase de turbina 6.2. A este respecto, la primera fase de turbina 6.1 comprende los álabes directores de la primera fase 7.1, 7.2 así como las palas de turbina de la primera fase 11.1, 11.2, 11.3. De manera correspondiente, la segunda fase de turbina 6.2 comprende los álabes directores de la segunda fase 8.1, 8.2, 8.3 y las palas de turbina de la segunda fase 12.1, 12.2. A las dos fases de turbina 6.1, 6.2 están asignados los álabes de la corona directriz central, 9.1, 9.2, 9.3 que están dispuestos entre las palas de turbina de la primera fase 11.1, 11.2 y las palas de turbina de la segunda fase 12.1, 12.2, 12.3 y que sirven para reducir en la disposición de dos fases la torsión que se genera por las palas de turbina de la etapa respectivamente precedente, de modo las palas de turbina de ambas fases se someten a flujo de la manera más idéntica posible.

El mecanismo de ajuste del ángulo de pala pasivo se explica a continuación por medio de la figura 2 que representa una sección ampliada de la figura 1 en la zona del elemento central 5. A este respecto se usan para componentes idénticos los mismos números de referencia.

De la vista en corte parcial del elemento central 5 es evidente que las palas de turbina de la primera fase 11.1, 11.2, 11.3 están fijadas de manera giratoria en un primer núcleo de rodete 16.1. Para ello está esquematizado para la pala de turbina de la primera fase 11.1 un primer tubo de conexión axial 17.1 que termina con un elemento de bloqueo 15 radialmente hacia el interior del primer núcleo de rodete 16.1 configurado de manera hueca. De manera correspondiente, la pala de turbina de la segunda fase 12.1 está fijada de manera giratoria en un segundo núcleo de rodete 16.2 por medio del segundo tubo de conexión axial 17.2.

El primer núcleo de rodete 16.1 y el segundo núcleo de rodete 16.2 están unidos por medio del soporte mecánico 18 y forman una unidad que gira en el mismo sentido. A este respecto, sobre el soporte mecánico 18 está dispuesto el rotor del generador 19 del generador eléctrico 40. De manera opuesta y de manera distanciada por el espacio de aire 20 se encuentra el estator del generador 21 que para la mejora de la conexión térmica se encuentra en contacto con una parte media de la carcasa 22 del elemento central 5.

Para el ejemplo de realización representado, el elemento central 5 comprende una primera cubierta 23 que está apoyada por medio de los álabes directores de la primera fase 7.1, 7.2 contra la carcasa externa 2. Colocada de manera axialmente simétrica está prevista una segunda cubierta 24 que está apoyada mediante los álabes directores de la segunda fase 8.1, 8.2, 8.3 hacia el exterior. En la primera cubierta 23 está previsto un primer cojinete axial 26.1 y en la segunda cubierta 24 está previsto un segundo cojinete axial 26.2 que sirven para el soporte axial de la unidad giratoria. Para la disposición de cojinetes radial, en la primera cubierta 23, la parte media de la carcasa 22 y la segunda cubierta 24 están dispuestos el primer cojinete radial 25.1, el segundo cojinete radial 25.2, el tercer cojinete radial 25.3 y el cuarto cojinete radial 25.4. Los cojinetes mencionados pueden estar realizados como rodamientos con lubricación a pérdida, sin embargo preferentemente se realiza la disposición de cojinetes por medio de cojinetes de deslizamiento lubricados por agua, prescindiéndose para una realización preferente de obturaciones para árboles y estando inundadas la zona de cojinetes así como el espacio de aire 20 del generador eléctrico 40. Para ello están realizados los componentes del rotor del generador 19 y del estator del generador 21 de manera protegida frente al agua mediante una masa obturadora o un diafragma.

La figura 3 muestra un corte axial a modo de ejemplo por una pala de turbina 11 que está colocada en el plano de rotación. Está representada la posición neutra de la pala de turbina 11 que resulta también del corte A-A mostrado en la figura 4 como perfil 27 recorrido. A partir de la figura 3 es también evidente el eje de rotación 28 que se establece debido al acoplamiento mediante articulación giratorio mediante los tubos de conexión axiales 14 en el núcleo de rodete 13. La abertura de alojamiento para los tubos de conexión axiales 14 en el núcleo de rodete 13 está revestida por medio un manguito de cojinete 29, de modo que la pala de turbina 11 se ajusta con respecto a su ángulo de incidencia frente al plano de rotación en funcionamiento libremente dependiendo del momento de apertura por rotación y de los momentos de retorno. A este respecto, el eje de rotación 28 se encuentra entre la línea de enfilamiento de los centros hidrodinámicos 32 y la nariz de perfil afluída 33.

A partir del corte de perfil A-A en la figura 4 es evidente que se obtiene para la velocidad de flujo c y la velocidad angular negativa u un flujo eficaz w que en el centro hidrodinámico 32 conduce a una fuerza ascensional F_y y a una fuerza de frenado F_x . La fuerza resultante F_r puede fragmentarse vectorialmente en una componente de fuerza tangencial F_t paralela a la cuerda 34 y una fuerza transversal perpendicular a la misma F_y . Debido a la disposición de acuerdo con la invención del eje de rotación 28 resulta un momento de apertura por rotación que se equilibra mediante la acción de la fuerza centrífuga en la pala de turbina así como eventualmente mediante medidas generadoras de momentos de retorno adicionales, tales como un sistema de retorno en la base de la pala de turbina 11. A este respecto, el perfil mostrado en línea discontinua en la figura 4 ilustra la posición abierta por rotación por el plano de rotación, que resulta para el presente equilibrio de momentos. En el presente documento se define el

ángulo de apertura por rotación d como el ángulo entre la cuerda 34 y el plano de rotación.

En las figuras 5a - 5e y 6 está representada una configuración de acuerdo con la invención que junto a las turbinas hidráulicas existentes de una central mareomotriz puede usarse de manera especialmente ventajosa para la formación de una turbina de aire de una central movida por las olas del mar OWC. A este respecto, el mecanismo de ajuste del ángulo de pala pasivo está colocado de modo que para la pala de turbina 11 en funcionamiento se genera en la zona radialmente externa un ángulo de apertura por rotación d fuera del plano de rotación más pequeño en comparación con las zonas radialmente internas. Una posible configuración consiste en prever un perfil 27 elástico a la torsión que presenta en el interior entre la nariz de perfil afluída 33 y el centro hidrodinámico 32 un arriostramiento 35 que determina un eje de torsión. De manera correspondiente a la terminología usada en la presente solicitud se designa a continuación eje de rotación 28. Si una pala de turbina 11 configurada de esta manera se fija en un anillo de soporte externo 36, el ángulo de apertura por rotación d aumenta con distancia creciente en dirección radial del anillo de soporte externo 36. Esto es evidente por medio de los cortes de perfil A-A a E-E en las figuras 5a - 4e. Mediante estas medidas puede realizarse un mayor ángulo de apertura por rotación en la zona radialmente interna con velocidad angular reducida. De manera simplificada se asume que el eje de rotación discurre de manera recta. Sin embargo son concebibles configuraciones con palas de rotor en forma de hoz, de modo que un mecanismo de ajuste del ángulo de pala pasivo de acuerdo con la invención puede estar realizado también con un eje de rotación 28 curvilíneo. Además, en particular para configuraciones elásticas a la torsión existe la posibilidad de que el eje de rotación se aparte del recorrido recto mediante las cargas en el funcionamiento de la instalación.

Además, para la forma de realización mostrada en la figura 6 está previsto un rotor del generador 19 en el anillo de soporte externo 36. Además puede realizarse la disposición de los cojinetes total de la unidad giratoria sobre un radio externo grande, de modo que no exista ninguna necesidad de prever un elemento central 5 de manera correspondiente a los ejemplos de realización anteriores.

En las figuras 7a - 7c y 8 se muestra otra alternativa de configuración de un mecanismo de ajuste del ángulo de pala pasivo que posibilite una apertura por rotación más fuerte en la zona radialmente interna de la pala de turbina. Para ello, la pala de turbina mostrada en la figura 8 como corte por el plano de rotación está configurada de manera segmentada. En el presente documento se usa una estructura de tres partes con un primer segmento 41, un segundo segmento 42 y un tercer segmento 43. Cada segmento 41, 42, 43 puede realizar un movimiento giratorio alrededor de un pivote 44 que parte del núcleo de rodete 13. Para ello está previsto en cada segmento 41, 42, 43 un orificio pasante en el que está dispuesto respectivamente un manguito de cojinete 46.1, 46.2, 46.3 de un material de cojinete de deslizamiento. Además están dispuestas piezas separadoras entre los segmentos individuales 41, 42, 43

A este respecto es posible limitar el movimiento relativo de las piezas separadoras 41, 42, 43 mediante dispositivos de tope. Para la presente configuración se prescinde de esto, de modo que el ángulo de rotación para cada segmento individual 41, 42, 43 de la pala de turbina se ajusta independientemente de los segmentos adyacentes, siendo mayor la acción de la fuerza centrífuga sobre los segmentos radialmente externos que sobre los radialmente internos debido a la velocidad angular más alta, de modo que éstos presentan ángulos de apertura por rotación menores en comparación con los segmentos internos.

La figura 9 muestra una forma de realización de una central hidráulica de flujo subacuático de acuerdo con la invención por medio de una vista en corte parcial para una disposición de turbina de dos fases. A este respecto, las palas de turbina de la primera fase 11.1, 11.2, 11.3 así como las palas de la segunda fase 12.1, 12.2, 12.3 se acoplan mediante articulación giratoria en la zona del primer núcleo de rodete 13 y del segundo núcleo de rodete 16 y se configuran de manera elástica a la torsión. Las palas de turbina 11.1, 11.2, 11.3, 12.1, 12.2, 12.3 de la respectiva fase están fijadas radialmente hacia el exterior de manera rígida frente al giro en un primer anillo externo 38 y un segundo anillo externo 39. Debido a esto, el perfil de la respectiva pala de turbina está alineado radialmente hacia el exterior con el plano de rotación, mientras que es posible una apertura por rotación radialmente hacia el interior. El primer anillo externo 38 gira en una primera ranura 48 en la carcasa externa y se sostiene por los componentes de cojinete 47.1, 47.2. De manera correspondiente está prevista para el segundo anillo externo 39 una segunda ranura 49 con los componentes de cojinete 47.3, 47.4. Además puede transferirse la presente realización a la turbina de aire de una central movida por las olas del mar.

Para poder ajustar una velocidad de rotación de la turbina adecuada para la corriente actualmente existente y con ello un determinado ángulo de apertura por rotación d , se produce preferentemente un control del número de revoluciones o de los momentos de la turbina mediante el generador 40 acoplado directamente. A este respecto se usa para la determinación de magnitudes de ajuste, en el presente documento del momento de carga en el generador eléctrico 40, un algoritmo de búsqueda basado en un regulador MPP.

Una configuración adicional es posible en el contexto del conocimiento profesional, pudiéndose a este respecto acoplar mediante articulación giratoria en particular palas de turbina elásticas a la torsión en un anillo externo y un anillo interno, siendo el ángulo de apertura por rotación máximo radialmente hacia el interior más grande que radialmente hacia el exterior mediante topes colocados de manera distinta. Además, la disposición de los componentes del generador y la correspondiente disposición de cojinetes pueden realizarse radialmente hacia el exterior o radialmente hacia el interior. Además existe la posibilidad de configurar la corona directriz al menos de manera parcialmente movable, de modo que existe otra posibilidad de adaptación a la dirección y la velocidad del

flujo.

Lista de números de referencia

	1	central hidráulica de flujo subacuático
	2	carcasa externa
5	3	pared interna
	4	canal de corriente
	5	elemento central
	6.1	primera fase de turbina
	6.2	segunda fase de turbina
10	7.1, 7.2	álabe director de la primera fase
	8.1, 8.2, 8.3	álabe director de la segunda fase
	9.1, 9.2, 9.3	corona directriz central
	10	estructura de soporte
	11	pala de turbina
15	11.1, 11.2, 11.3	pala de turbina de la primera fase
	12.1, 12.2, 12.3	pala de turbina de la segunda fase
	13	núcleo de rodete
	14	tubo de conexión axial
	15	elemento de bloqueo
20	16.1	primer núcleo de rodete
	16.2	segundo núcleo de rodete
	17.1	primer tubo de conexión axial
	17.2	segundo tubo de conexión axial
	18	soporte mecánico
25	19	rotor del generador
	20	espacio de aire
	21	estator del generador
	22	parte media de la carcasa
	23	primera cubierta
30	24	segunda cubierta
	25.1	primer cojinete radial
	25.2	segundo cojinete radial
	25.3	tercer cojinete radial
	25.4	cuarto cojinete radial
35	26.1	primer cojinete axial
	26.2	segundo cojinete axial
	27	perfil

ES 2 403 232 T3

	28	eje de rotación
	29	manguito de cojinete
	30	eje de rotación
	31	línea de enfilamiento de los centros hidrodinámicos
5	32	centro hidrodinámico
	33	nariz de perfil afluida
	34	cuerda
	35	arriostramiento
	36	anillo de soporte externo
10	37	tubo de conexión axial
	38	primer anillo externo
	39	segundo anillo externo
	40	generador eléctrico
	41	primer segmento
15	42	segundo segmento
	43	tercer segmento
	44	cuarto segmento
	45.1,45.2 45.3, 45.4	pieza distanciadora
	46.1, 46.2, 46.3	manguito de cojinete
20	47.1, 47.2 47.3, 47.4	componente de cojinete
	48	primera ranura
	49	segunda ranura
	c	velocidad de flujo
	d	ángulo de apertura por rotación
25	u	velocidad angular negativa
	w	flujo eficaz
	F_l	fuerza ascensional
	F_d	fuerza de frenado
	F_r	fuerza resultante
30	F_t	componente de fuerza tangencial
	F_y	fuerza transversal

REIVINDICACIONES

1. Central hidráulica de flujo subacuático que comprende
- 5 1.1 un generador eléctrico (40);
 1.2 una turbina hidráulica que gira en el mismo sentido, que puede someterse a flujo bidireccionalmente con una multiplicidad de palas de turbina (11) que presentan por al menos una parte de su extensión longitudinal un perfil en forma de gota; y en la que la turbina hidráulica comprende un mecanismo de ajuste del ángulo de pala pasivo para las palas de turbina (11); **caracterizada porque**
 el mecanismo de ajuste del ángulo de pala
- 10 1.3 provoca un ángulo de apertura por rotación (d) dependiente del radio, en donde: el ángulo de apertura por rotación (d) en las zonas radialmente externas de la pala de turbina es más pequeño en comparación con las zonas radialmente internas y en la que a cada pala de turbina (11) está asignado un eje de rotación (28) que se encuentra entre la nariz de perfil afluída (33) y la línea de enfilamiento de los centros hidrodinámicos (31).
- 15 2. Central hidráulica de flujo subacuático de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizada porque** al menos una parte de las palas de turbina está subdividida en segmentos individuales que se extienden radialmente (41, 42, 43, 44).
3. Central hidráulica de flujo subacuático de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 ó 2, **caracterizada porque** las palas de turbina están configuradas de manera elástica a la torsión y están dirigidas desde un anillo de soporte externo (36) radialmente hacia el interior.
- 20 4. Central hidráulica de flujo subacuático de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 - 3, **caracterizada porque** las palas de turbina están fijadas de manera rígida frente al giro en un anillo externo (38, 39) y están acopladas mediante articulación giratoria en un núcleo de rodete (30) que se encuentra para ello radialmente interno.
- 25 5. Turbina de aire con una multiplicidad de palas de turbina (11) que presentan por al menos una parte de su extensión longitudinal un perfil en forma de gota, girando la turbina de aire en el mismo sentido con flujo bidireccional; y comprendiendo la turbina de aire un mecanismo de ajuste del ángulo de pala pasivo para las palas de turbina (11), estando a cada pala de turbina (11) asignado un eje de rotación (28) que se encuentra entre la nariz de perfil afluída (33) y la línea de enfilamiento de los centros aerodinámicos (31);
caracterizada porque
 en funcionamiento, el ángulo de apertura por rotación (d) en las zonas radialmente externas de la pala de turbina es más pequeño en comparación con las zonas radialmente internas.
- 30 6. Turbina de aire de acuerdo con la reivindicación 5, **caracterizada porque** las palas de turbina están configuradas de manera elástica a la torsión y están dirigidas desde un anillo de soporte externo (36) radialmente hacia el interior o están fijadas de manera rígida frente al giro en un anillo externo (38, 39) y están acopladas mediante articulación giratoria en un núcleo de rodete (30) que se encuentra para ello radialmente interno.
- 35 7. Turbina de aire de acuerdo con una de las reivindicaciones 5 ó 6, **caracterizada porque** al menos una parte de las palas de turbina está subdividida en segmentos individuales (41, 42, 43, 44) que se extienden radialmente.

Fig. 1

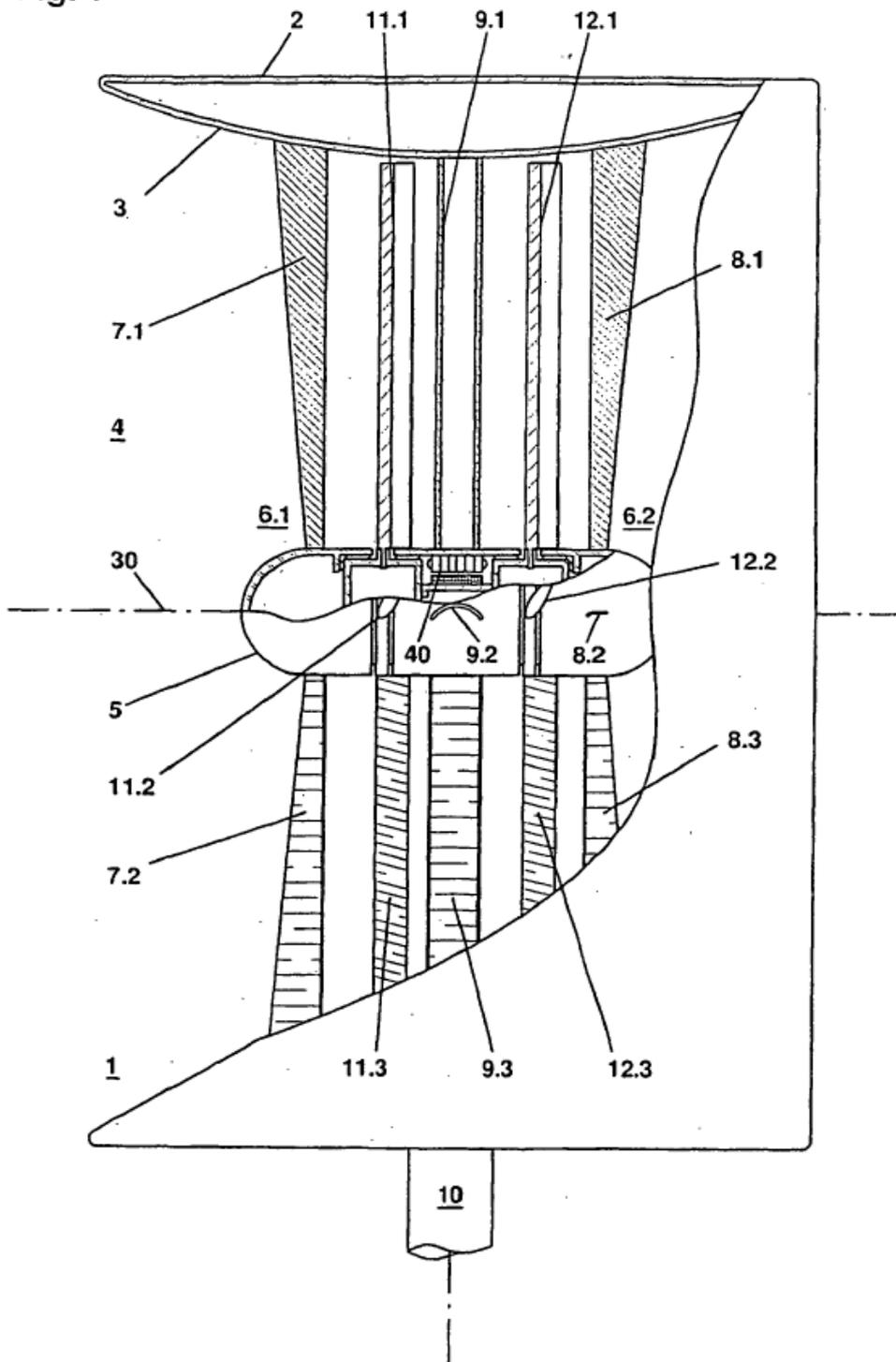


Fig. 2

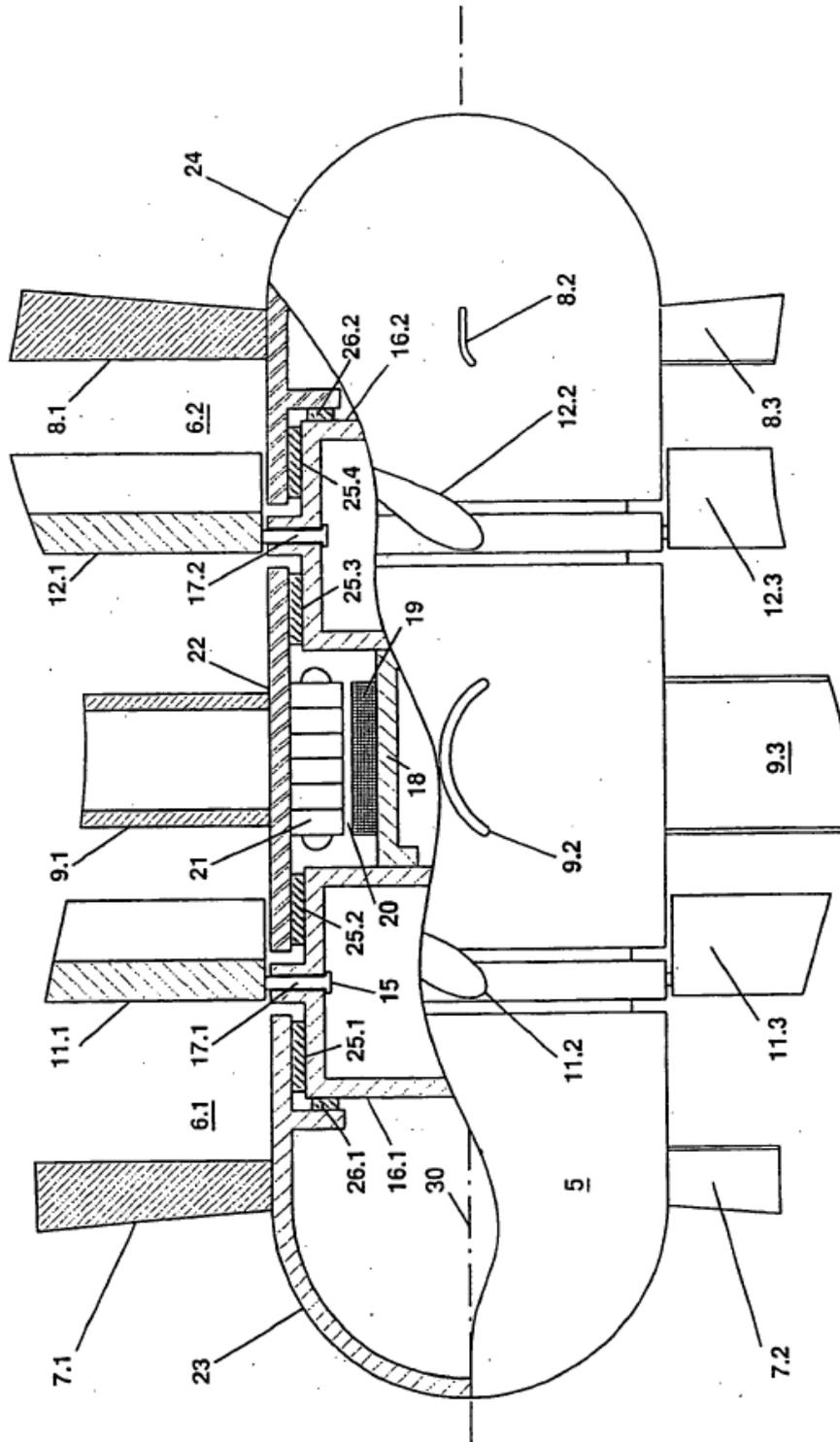


Fig. 3

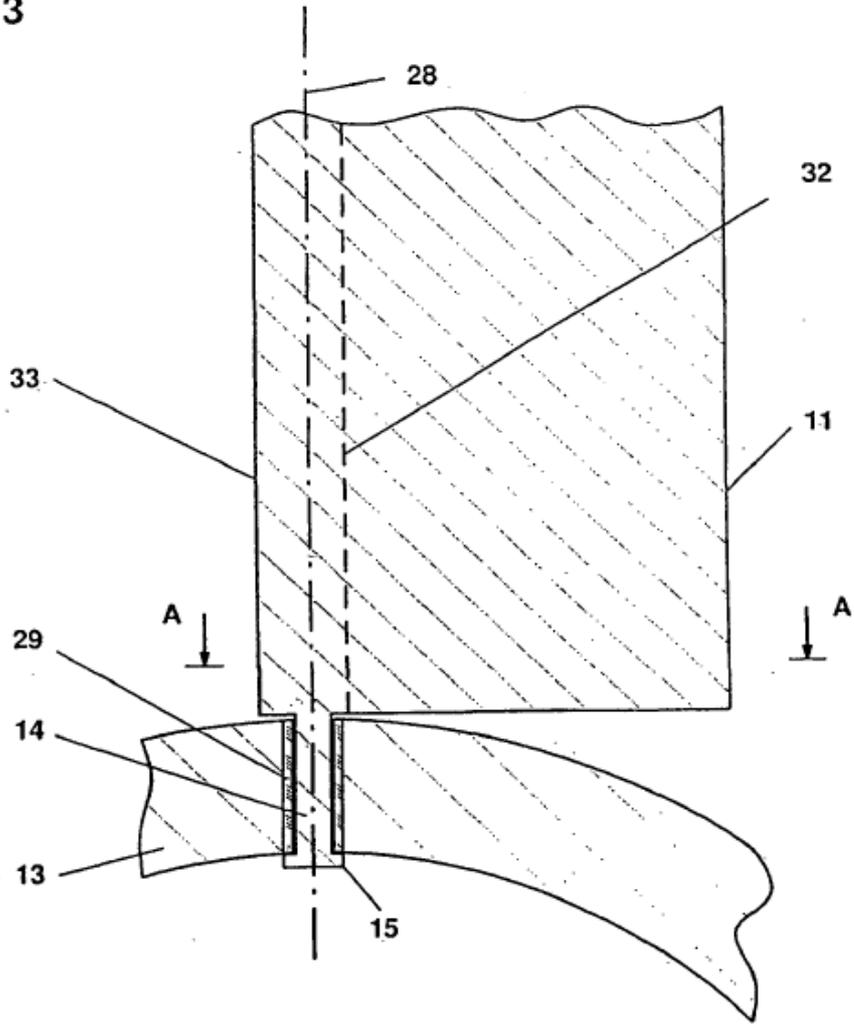
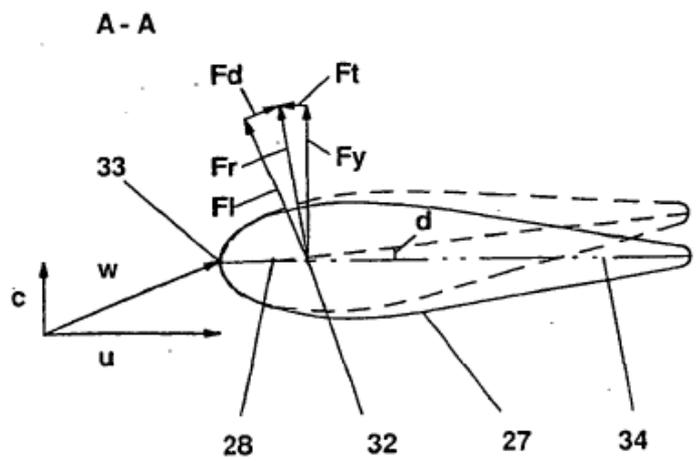


Fig. 4



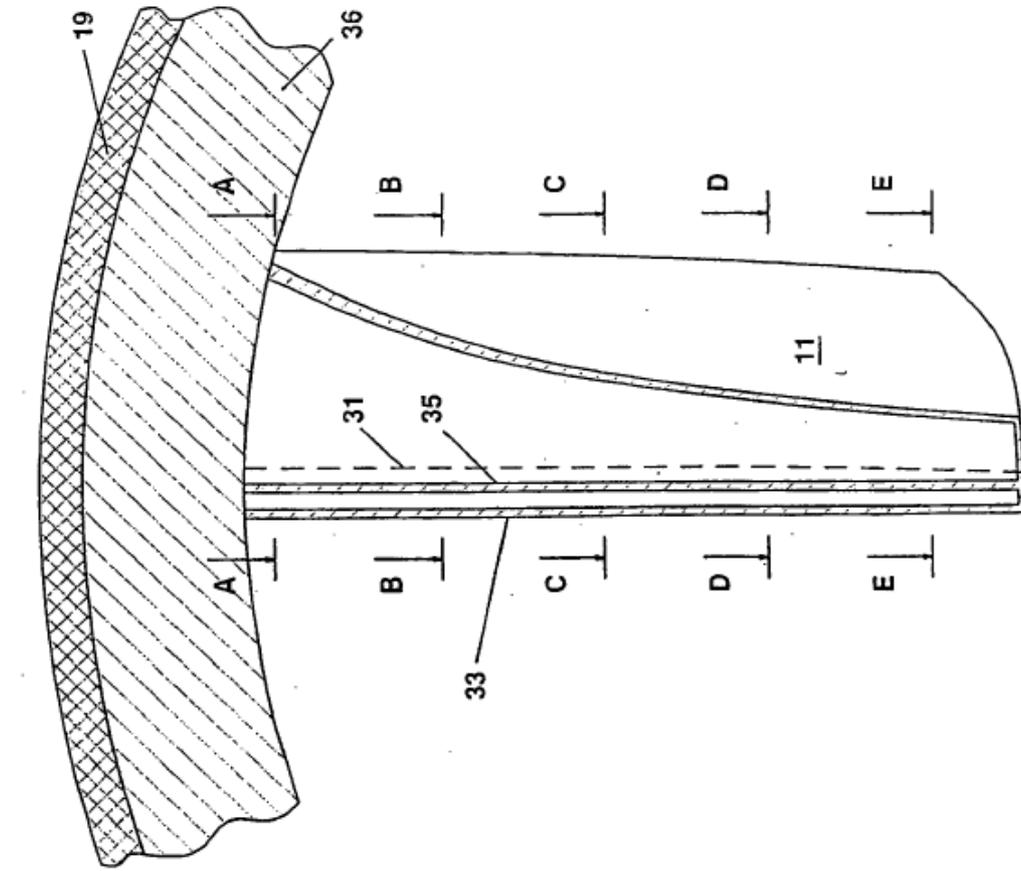
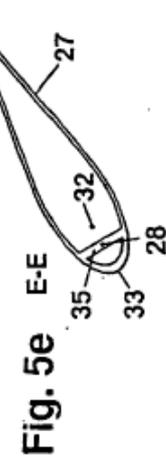
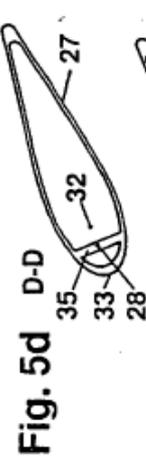
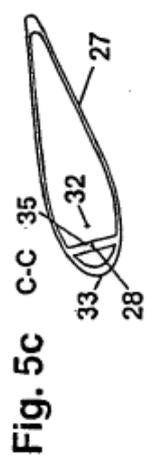
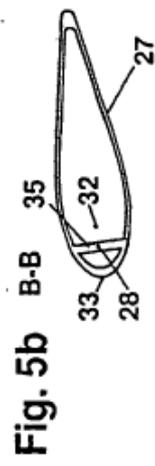
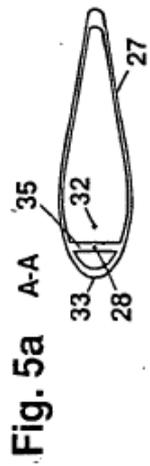


Fig. 6



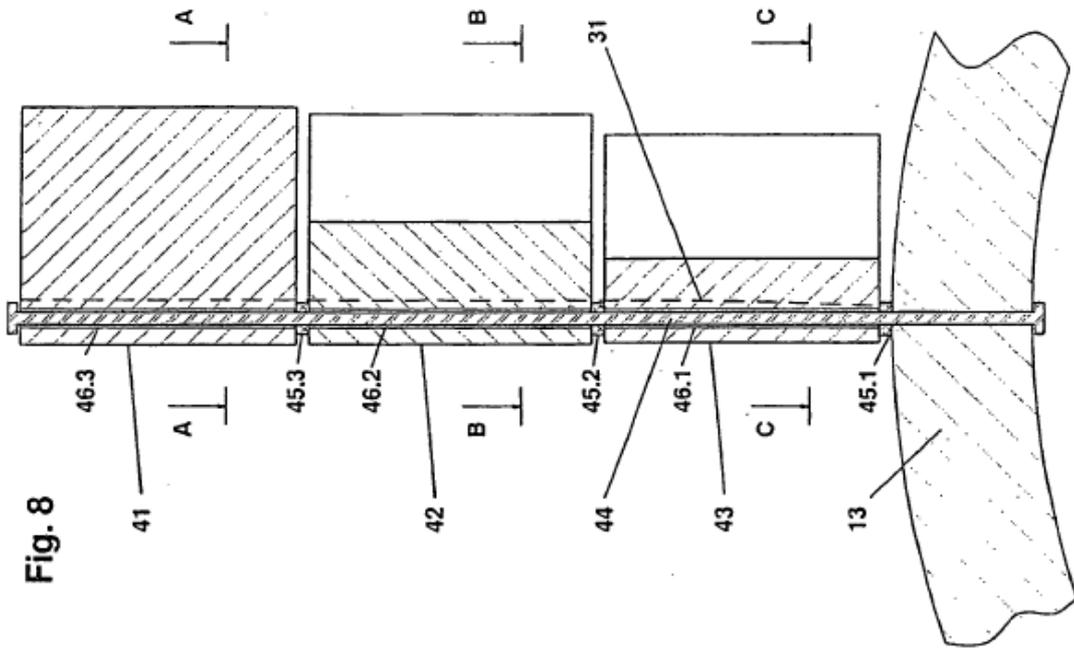


Fig. 8

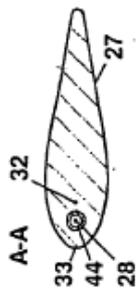


Fig. 7a

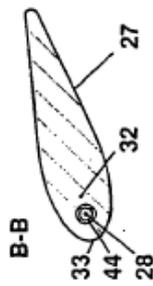


Fig. 7b

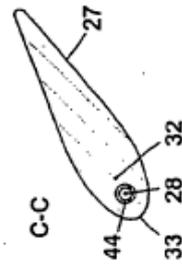


Fig. 7c

