

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **3 027 636**

51 Int. Cl.:

F01D 1/04 (2006.01)
F01D 17/14 (2006.01)
F01D 17/16 (2006.01)
F02C 1/02 (2006.01)
F02C 9/22 (2006.01)
F17D 1/04 (2006.01)
F01D 15/10 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **18.07.2022** **PCT/EP2022/069973**
87 Fecha y número de publicación internacional: **02.02.2023** **WO23006461**
96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.07.2022** **E 22747036 (6)**
97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **16.04.2025** **EP 4377555**

54 Título: **Dispositivo de turbina tubular para una red de transporte de fluidos**

30 Prioridad:

30.07.2021 DE 102021119820

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
16.06.2025

73 Titular/es:

RWE GAS STORAGE WEST GMBH (100.00%)
RWE Platz 4
45141 Essen, DE

72 Inventor/es:

EFFING, CHRISTIAN;
BRÜMMER, ANDREAS;
NAL, FELIX y
NEUHAUS, GUIDO

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 3 027 636 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

Dispositivo de turbina tubular para una red de transporte de fluidos

- 5 La invención se refiere a un dispositivo de turbina tubular para una red de transporte de fluidos, que comprende al menos un impulsor dispuesto sobre un eje de turbina, al menos un dispositivo guía dispuesto aguas arriba del impulsor en la dirección del flujo y al menos un generador acoplado al eje de turbina, configurado para convertir la energía mecánica en energía eléctrica. Además, la invención se refiere a un método para operar un dispositivo de turbina tubular, un sistema de alivio de presión de fluido para una red de transporte de fluido y un uso de un dispositivo de turbina tubular para llevar a cabo el alivio de presión de fluido. Las redes de transporte de fluidos se utilizan en el estado de la técnica para transportar un fluido. Una red de transporte de fluidos generalmente comprende tuberías o líneas de red de transporte a través de las cuales se transporta el fluido bajo presión. El fluido fluye así a través de al menos una tubería de la red de transporte.
- 10 y un uso de un dispositivo de turbina tubular para llevar a cabo el alivio de presión de fluido. Las redes de transporte de fluidos se utilizan en el estado de la técnica para transportar un fluido. Una red de transporte de fluidos generalmente comprende tuberías o líneas de red de transporte a través de las cuales se transporta el fluido bajo presión. El fluido fluye así a través de al menos una tubería de la red de transporte.
- 15 Un ejemplo de una red de transporte de fluidos es una red de transporte de gas para transportar o trasladar un gas. Una red de transporte de gas de este tipo puede estar formada por al menos una red de transporte de gas de larga distancia y, en particular, una pluralidad de redes de distribución de gas acopladas a la red de transporte de gas de larga distancia. Una red de transporte de gas de larga distancia puede estar formada por una pluralidad de tuberías de transporte de larga distancia (por ejemplo, de acero). Asimismo, una red de distribución de gas puede estar formada por una pluralidad de tuberías de distribución (por ejemplo, de acero).
- 20 Por ejemplo, el gas puede transportarse inicialmente desde una fuente de gas (por ejemplo, una instalación de almacenamiento de gas) a través de la red de transporte de gas de larga distancia. El gas puede luego ser transportado hasta un consumidor (final) (también llamado cliente final) a través de una red de distribución de gas conectada a la red de transporte de gas de larga distancia. El transporte de gas en la red de transporte de gas normalmente se realiza a diferentes niveles de presión.
- 25 Por ejemplo, una red de transporte de gas de larga distancia puede funcionar con una presión de gas o un nivel de presión de gas comprendido entre 90 bar y 110 bar. El nivel de presión del gas o la presión de las tuberías de una red de distribución de gas puede estar, por ejemplo, en el rango de 16 bar (este es el caso, por ejemplo, en Alemania). La presión de la tubería se puede reducir aún más hasta el usuario final, por ejemplo a una sobrepresión de unos pocos milibares.
- 30 Para un alivio adecuado de la presión del gas, se puede utilizar un sistema de alivio de presión de gas en la red de transporte de gas, por ejemplo, entre una red de transporte de gas de larga distancia y una red de transporte de distribución de gas (o en otros lugares donde se requiera alivio de presión de gas). Un sistema de expansión de gas puede comprender uno o más conjuntos de expansión de gas. Un conjunto de expansión de gas puede comprender al menos un dispositivo de turbina para la expansión de gas.
- 35 El documento EP 3 001 012 A2 da a conocer una posibilidad con la que se puede aprovechar de forma eficaz el alivio de presión de gas necesario en una red de transporte de gas. El documento EP 3 001 012 A2 describe un dispositivo de turbina tubular para una red de transporte de gas, que comprende al menos un impulsor dispuesto en un eje de turbina, al menos un dispositivo guía dispuesto aguas arriba del impulsor en la dirección del flujo y al menos un generador acoplado al eje de turbina, configurado para convertir la energía mecánica en energía eléctrica. En particular, durante el alivio de presión del gas, la energía cinética del gas se convierte en energía eléctrica mediante el impulsor acoplado al eje de la turbina y el generador acoplado al eje de la turbina. Esto puede, por ejemplo, introducirse en una red de distribución eléctrica.
- 40 Una desventaja del dispositivo de turbina tubular según el documento EP 3 001 012 A2 es, sin embargo, que no siempre se genera la máxima energía o potencia eléctrica posible. Se ha reconocido que la causa del rendimiento energético eléctrico subóptimo es el dispositivo de turbina tubular de carga fija. Un dispositivo de turbina tubular con carga fija significa en particular que el dispositivo de turbina tubular está diseñado para un caudal de fluido específico, normalmente el máximo posible. Con este caudal, el dispositivo de turbina tubular genera la máxima energía o potencia eléctrica durante el funcionamiento nominal. Sin embargo, se ha reconocido que en una red de transporte de gas, pero también en otras redes de transporte de fluidos donde es particularmente necesario un alivio de presión, se producen flujos volumétricos fluctuantes (dependientes del tiempo y particularmente fuertes) y, en particular, también flujos volumétricos fuertemente reducidos. Esto lleva al hecho de que, en particular, el rendimiento de la energía eléctrica en un dispositivo de turbina tubular según el documento EP 3 001 012 A2 se reduce significativamente.
- 45 Una desventaja del dispositivo de turbina tubular según el documento EP 3 001 012 A2 es, sin embargo, que no siempre se genera la máxima energía o potencia eléctrica posible. Se ha reconocido que la causa del rendimiento energético eléctrico subóptimo es el dispositivo de turbina tubular de carga fija. Un dispositivo de turbina tubular con carga fija significa en particular que el dispositivo de turbina tubular está diseñado para un caudal de fluido específico, normalmente el máximo posible. Con este caudal, el dispositivo de turbina tubular genera la máxima energía o potencia eléctrica durante el funcionamiento nominal. Sin embargo, se ha reconocido que en una red de transporte de gas, pero también en otras redes de transporte de fluidos donde es particularmente necesario un alivio de presión, se producen flujos volumétricos fluctuantes (dependientes del tiempo y particularmente fuertes) y, en particular, también flujos volumétricos fuertemente reducidos. Esto lleva al hecho de que, en particular, el rendimiento de la energía eléctrica en un dispositivo de turbina tubular según el documento EP 3 001 012 A2 se reduce significativamente.
- 50 El documento EP 1 905 948 A1 describe una máquina para recuperar energía de una corriente de gas comprimido, por ejemplo, gas natural, que comprende, por una parte, un turboexpansor que tiene una rueda de turboexpansor y, por otra parte, un generador que tiene un rotor que puede ser accionado por la rueda de turboexpansor y un estator alrededor del rotor. Además, el documento EP 0 609 674 A2 da a conocer un alternador accionado por aire succionado y un método para convertir la energía del aire succionado en energía eléctrica.
- 55 El documento EP 1 905 948 A1 describe una máquina para recuperar energía de una corriente de gas comprimido, por ejemplo, gas natural, que comprende, por una parte, un turboexpansor que tiene una rueda de turboexpansor y, por otra parte, un generador que tiene un rotor que puede ser accionado por la rueda de turboexpansor y un estator alrededor del rotor. Además, el documento EP 0 609 674 A2 da a conocer un alternador accionado por aire succionado y un método para convertir la energía del aire succionado en energía eléctrica.
- 60 El documento EP 1 905 948 A1 describe una máquina para recuperar energía de una corriente de gas comprimido, por ejemplo, gas natural, que comprende, por una parte, un turboexpansor que tiene una rueda de turboexpansor y, por otra parte, un generador que tiene un rotor que puede ser accionado por la rueda de turboexpansor y un estator alrededor del rotor. Además, el documento EP 0 609 674 A2 da a conocer un alternador accionado por aire succionado y un método para convertir la energía del aire succionado en energía eléctrica.
- 65 El documento EP 1 905 948 A1 describe una máquina para recuperar energía de una corriente de gas comprimido, por ejemplo, gas natural, que comprende, por una parte, un turboexpansor que tiene una rueda de turboexpansor y, por otra parte, un generador que tiene un rotor que puede ser accionado por la rueda de turboexpansor y un estator alrededor del rotor. Además, el documento EP 0 609 674 A2 da a conocer un alternador accionado por aire succionado y un método para convertir la energía del aire succionado en energía eléctrica.

El documento US 2 917 636 A se refiere a turbogeneradores controlados por frecuencia y, en particular, a generadores eléctricos accionados por fluido en los que las características de salida eléctrica se controlan con precisión en amplios rangos de flujo de fluido. Además, el documento US 2008/252078 A1 describe un sistema generador que se puede utilizar con el fluido de trabajo en un ciclo Rankine para extraer calor de una variedad de aplicaciones comerciales y convertir esta energía térmica en energía eléctrica.

El documento EP 0 568909 A1 da a conocer una turbina de vapor con un disco rotatorio para controlar el caudal de vapor, interactuando las ranuras de control previstas en el disco rotatorio con las entradas del canal formadas en un cuerpo de canal estacionario de tal manera que éstas se abren o cierran cada vez más según la respectiva dirección de rotación del disco rotatorio. El documento WO 2016/120626 A1 describe un sistema para reducir la presión en una corriente de gas para un sistema de ventilación de gas, que comprende: un expansor accionado por una primera entrada de gas; un intercambiador de calor, alimentando una salida del expansor al intercambiador de calor; y un compresor accionado por un segundo compresor de gas accionado por una segunda entrada de gas, combinándose una porción de la salida del intercambiador de calor con gas que ha pasado a través del compresor para formar una corriente de salida, de tal manera que la presión en la corriente de salida es menor que la presión de la primera entrada de gas.

Además, el documento JP 3 612153 B2 describe una válvula de control de presión automática para una turbina ubicada en una línea de gas en el lado de entrada de una turbina de expansión. Por último, por el documento WO 98/57046 A1 se conoce un dispositivo para una turbina de expansión de gas para su uso en un sistema de tuberías de suministro de gas, en particular en un sistema de tuberías de larga distancia para suministrar gas a consumidores de baja presión.

Por tanto, el objetivo de la invención es proporcionar un dispositivo de turbina tubular para una red de transporte de fluidos, en particular una red de transporte de gas, en el que se reduce el problema descrito anteriormente y en particular se aumenta el rendimiento energético eléctrico.

El objetivo se consigue según un primer aspecto de la invención mediante un dispositivo de turbina tubular para una red de transporte de fluidos, en particular una red de transporte de gas, según la reivindicación 1. El dispositivo de turbina tubular comprende al menos un impulsor dispuesto sobre un eje de turbina. El dispositivo de turbina tubular comprende al menos un dispositivo guía dispuesto aguas arriba del impulsor en la dirección de flujo. El dispositivo de turbina tubular comprende al menos un generador acoplado al eje de la turbina, configurado para convertir la energía mecánica en energía eléctrica. El dispositivo de turbina tubular comprende al menos un dispositivo de ajuste de la sección transversal configurado para cambiar el área de la sección transversal a través de la que puede fluir el flujo del dispositivo de turbina tubular dependiendo del caudal volumétrico del fluido que fluye a través del dispositivo de turbina tubular.

Según la invención, el dispositivo de ajuste de la sección transversal comprende al menos un módulo de placas con al menos un elemento de bloqueo dispuesto de forma radialmente móvil en una apertura de flujo del módulo de placas.

El dispositivo de turbina tubular, también llamado turbina tubular en línea, se utiliza en una red de transporte de fluidos. El dispositivo de turbina tubular está configurado (básicamente) para realizar un alivio de presión de fluido en una red de transporte de fluido desde un primer nivel de presión de fluido a un segundo nivel de presión de fluido. El segundo nivel de presión de fluido es inferior al primer nivel de presión de fluido. La realización de un alivio de presión de fluido significa en particular que un fluido bajo presión se expande mientras se elimina trabajo.

En principio, el fluido puede ser un fluido que se transporta bajo presión a través de una red de transporte de fluidos. El fluido según la solicitud es preferiblemente un fluido gaseoso o un medio gaseoso. En particular, el medio gaseoso puede ser un gas técnico y/o un gas combustible.

Ejemplos de medios gaseosos, pero no limitados a ellos, incluyen el gas natural, el biogás y el hidrógeno. El gas natural es, en particular, una mezcla de gases a base de metano, cuya composición y valor calorífico pueden variar. El término biogás se refiere también en particular a una mezcla de gases a base de metano, que también puede variar en su composición y valor calorífico.

El dispositivo de turbina tubular puede comprender una carcasa de turbina. La carcasa de la turbina puede estar hecha de metal, en particular de acero. La carcasa de la turbina puede presentar una entrada a la que se puede conectar una primera tubería de red de transporte o una primera línea de red de transporte de la red de transporte de fluido. La carcasa de la turbina puede presentar, en particular en el lado de la carcasa de la turbina opuesto a la entrada, una salida a la que se puede conectar una segunda tubería de red de transporte o una segunda línea de red de transporte de la red de transporte de fluido. La carcasa de la turbina puede formarse, por ejemplo, como una continuación sustancialmente recta de las tuberías de la red de transporte mencionadas anteriormente. En particular, la primera tubería de red de transporte y la segunda tubería de red de transporte pueden estar embridadas en la entrada y en la salida, respectivamente.

El dispositivo de turbina tubular comprende (en particular dentro de la carcasa de la turbina) al menos un impulsor dispuesto (o montado) sobre un eje de la turbina. De este modo, el eje de la turbina está acoplado al impulsor (mecánicamente, en particular por unión dinamométrica). El impulsor comprende en particular una rueda impulsora con una pluralidad de álabes de rueda impulsora.

5

El fluido que fluye desde la entrada a la salida provoca en particular un movimiento mecánico del impulsor. Esto provoca una relajación de la presión del fluido. Además, el movimiento mecánico del impulsor se transmite al eje de la turbina, en particular en un movimiento de rotación del eje de la turbina.

10

El eje de la turbina está acoplado (mecánicamente) a al menos un generador. Por tanto, el generador se dispone o monta sobre el eje de la turbina. En otras variantes se puede prever un acoplamiento indirecto, por ejemplo interponiéndose un reductor.

15

El generador convierte (de forma convencional) el movimiento de rotación del eje o la energía rotacional en energía eléctrica. En otras palabras, el al menos un generador acoplado al eje de la turbina está configurado para convertir la energía mecánica en energía eléctrica.

20

El generador puede ser, por ejemplo, una máquina asíncrona. El al menos un generador puede estar dispuesto en la carcasa de la turbina, en particular "flotante". El generador o la carcasa del generador pueden estar al menos parcialmente rodeados por el fluido.

25

El al menos un generador puede estar dispuesto aguas arriba del impulsor en la dirección del flujo. Como alternativa, el al menos un generador puede estar dispuesto aguas abajo del impulsor en la dirección del flujo o, además del generador aguas arriba del impulsor, se puede disponer otro generador aguas abajo del mismo. La disposición del al menos un generador puede depender en particular del fluido que se debe transportar. Especialmente en el caso del hidrógeno, resulta ventajoso disponer el generador aguas arriba del impulsor, en la dirección del flujo. Con una disposición adecuada se puede conseguir una refrigeración optimizada con hidrógeno. En el caso de gas natural o biogás, puede ser ventajoso ubicar el generador aguas abajo del impulsor. La razón de esto es que la temperatura del gas cae debido a la expansión del gas y, por lo tanto, el gas en la dirección del flujo aguas abajo del impulsor tiene una temperatura más baja que aguas arriba del impulsor. Se puede mejorar la refrigeración. Al mismo tiempo, el generador puede aumentar la temperatura del gas (esto suele ser deseable). En otras palabras, en un caso se puede utilizar el calor residual del generador y en el otro caso se puede mejorar el efecto de enfriamiento del generador. La ventaja de dos generadores puede ser que pueden tener un contorno de interferencia más pequeño con la misma potencia total.

35

En particular, para un flujo optimizado del fluido hacia el impulsor (en particular hacia los álabes de la rueda impulsora), se dispone un dispositivo guía o dispositivo de dirección delante del impulsor en la dirección del flujo. El sistema guía está adaptado específicamente al sistema en funcionamiento. Preferiblemente, el dispositivo guía está configurado para guiar el fluido sobre el impulsor en una dirección específica.

40

En una forma de realización preferida, el dispositivo de turbina tubular puede formarse en forma de una turbina de presión constante. El impulsor puede comprender preferiblemente una rueda impulsora que tenga una pluralidad de álabes de rueda impulsora. El sistema guía se puede adaptar a este impulsor. En particular, en el dispositivo guía se puede disponer una pluralidad de canales guía o canales de boquilla (también denominados boquillas) que dirigen el flujo de fluido hacia los álabes de la rueda impulsora y, en particular, lo aceleran de tal manera que fluye (óptimamente) hacia los álabes de la rueda impulsora. En otras palabras, en un dispositivo de turbina tubular, particularmente en forma de una turbina de presión constante, un fluido (de accionamiento) puede fluir en uno o más chorros a muy alta velocidad desde una o más boquillas del dispositivo guía dispuestas (tangencialmente) a la circunferencia de la rueda impulsora sobre los álabes de la rueda impulsora.

50

Para un funcionamiento al menos casi óptimo del dispositivo de turbina tubular, en particular del generador del dispositivo de turbina tubular acoplado al impulsor a través de un eje de turbina, se puede modificar la sección transversal de entrada del flujo del dispositivo de turbina tubular.

55

Esto significa en particular que la sección transversal de entrada se puede ajustar al menos entre dos valores o áreas de sección transversal diferentes. Preferiblemente, la sección transversal de entrada se puede cambiar entre una sección (o valor de sección) transversal de entrada máxima y una sección (o valor de sección) transversal de entrada mínima, en particular de manera discreta o continua, mediante el dispositivo de ajuste de la sección transversal. En particular, la sección transversal de entrada se puede aumentar hasta la sección (o el valor de la sección) transversal de entrada máxima y reducir hasta la sección (o el valor de la sección) transversal de entrada mínima.

60

Preferiblemente, el área de la sección transversal a través de la que puede fluir el flujo del dispositivo de turbina tubular significa en el presente caso un área de la sección transversal de entrada y/o salida de flujo. En particular, por área de la sección transversal a través de la cual puede fluir el flujo del dispositivo de turbina tubular se entiende en este caso un área de la sección transversal a través de la cual puede fluir el flujo y que

65

es variable en sección transversal y que está dispuesta (ubicada dentro del dispositivo de turbina tubular) al aguas arriba del impulsor. En particular, entre el impulsor y la entrada se encuentra una sección transversal de entrada. Una sección transversal de salida puede estar ubicada aguas abajo del impulsor y aguas arriba de la salida.

5 El dispositivo de ajuste de la sección transversal comprende al menos un módulo de ajuste de la sección transversal ajustable o móvil, que está diseñado para cambiar el área de la sección transversal por donde puede pasar el flujo mediante un ajuste o movimiento.

10 De acuerdo con una forma de realización del dispositivo de turbina tubular según la invención, el dispositivo de ajuste del área de la sección transversal puede configurarse para reducir el área de la sección transversal cuando se reduce el caudal del fluido que fluye a través del dispositivo de turbina tubular. En otras palabras, una reducción en el caudal volumétrico puede causar una reducción (pasiva) en el área de la sección transversal. Cuanto más se reduzca el caudal, más se puede reducir el área de la sección transversal. En particular, el al menos un módulo de ajuste de la sección transversal se puede mover (activamente) de tal manera que se reduzca el área de la sección transversal a través de la cual puede pasar el flujo hacia el impulsor (en comparación con el área de la sección transversal a través de la cual puede pasar el flujo hacia el impulsor con un caudal volumétrico mayor).

20 Alternativamente o, preferiblemente, adicionalmente, el dispositivo de ajuste del área de la sección transversal puede estar configurado para aumentar el área de la sección transversal cuando aumenta el caudal volumétrico del fluido que fluye a través del dispositivo de turbina tubular. En otras palabras, un aumento en el caudal volumétrico puede provocar un aumento en el área de la sección transversal. Cuanto más aumenta el caudal, más se puede aumentar el área de la sección transversal. En particular, el al menos un módulo de ajuste de la sección transversal se puede mover de tal manera que se aumenta el área de la sección transversal a través de la cual puede pasar el flujo hacia el impulsor (en comparación con el área de la sección transversal a través de la cual puede pasar el flujo hacia el impulsor con un caudal menor).

25 Preferiblemente, el cambio del dispositivo de ajuste de la sección transversal puede depender de una relación matemática (predeterminada) (por ejemplo, función, tabla, etc.) entre el caudal y el área de la sección transversal que se va a ajustar.

30 De acuerdo con una forma de realización preferida del dispositivo de turbina tubular según la invención, el dispositivo de ajuste de la sección transversal puede configurarse para cambiar el área de la sección transversal de tal manera que la velocidad de flujo del fluido que fluye a través del dispositivo de turbina tubular permanezca sustancialmente constante a través del área de la sección transversal. Esto significa en particular que el fluido fluye siempre hacia o a través del impulsor y del dispositivo guía con al menos casi la misma velocidad de flujo (en la dirección del meridiano). En particular, esto se hace de tal manera que los ángulos de flujo de los campos de velocidad permanecen casi iguales para una velocidad circunferencial constante. En particular, la velocidad de flujo está relacionada con el caudal y el área de la sección transversal de acuerdo con la siguiente relación:

$$40 \quad v_m = Q/A \quad (1)$$

45 donde v_m es la velocidad del flujo en la dirección meridional, Q es el caudal y A es el área de la sección transversal. Como se puede observar, con un caudal Q volumétrico modificado, la velocidad del flujo se puede mantener al menos casi constante en un determinado valor nominal (deseado) modificando el área A de la sección transversal a través de la que puede fluir el flujo, es decir, el área A de la sección transversal de entrada y/o el área A de la sección transversal de salida.

50 De este modo se puede optimizar aún más el funcionamiento del dispositivo de turbina tubular, en particular del generador del dispositivo de turbina tubular acoplado al impulsor a través de un eje de turbina, y con ello se puede aumentar en particular el rendimiento energético eléctrico.

55 Según una forma de realización adicional del dispositivo de turbina tubular según la invención, el dispositivo de ajuste de la sección transversal puede ser un dispositivo de ajuste de la sección transversal accionado pasivamente. Por dispositivo de ajuste de la sección transversal de accionamiento pasivo se entiende en particular un dispositivo de ajuste de la sección transversal que puede funcionar sin energía suministrada externamente. La ventaja de un diseño pasivo es, en particular, el bajo coste y/o complejidad de dicho dispositivo en comparación con un dispositivo de ajuste de la sección transversal operado activamente.

60 Un dispositivo de ajuste de la sección transversal operado pasivamente puede comprender preferiblemente un módulo de ajuste de la sección transversal (previamente descrito) con un elemento de retorno (operado pasivamente). Un módulo de ajuste de la sección transversal con un elemento de retorno puede configurarse para cambiar el área de la sección transversal a través de la cual puede fluir el flujo, en particular para reducirla o aumentarla, dependiendo de la fuerza ejercida sobre el módulo de ajuste de la sección transversal pasivo por el fluido que fluye (y por lo tanto sobre el caudal volumétrico instantáneo a través del dispositivo de turbina tubular).

Según otra forma de realización del dispositivo de turbina tubular según la invención -en particular como alternativa al dispositivo de ajuste de la sección transversal de accionamiento pasivo-, el dispositivo de ajuste de la sección transversal puede ser un dispositivo de ajuste de la sección transversal de accionamiento activo. Por dispositivo de ajuste de la sección transversal de accionamiento activo se entiende en particular un dispositivo de ajuste de la sección transversal que puede funcionar con energía suministrada desde el exterior. La ventaja de un diseño activo es, en particular - en comparación con un dispositivo de ajuste del área de la sección transversal operado pasivamente - la mayor precisión a la hora de ajustar el área de la sección transversal (esencialmente) óptima.

Un dispositivo de ajuste de la sección transversal operado activamente puede comprender en particular un módulo de ajuste de la sección transversal con un servomotor (operado activamente) y en particular un módulo de control para controlar el servomotor. El módulo de control se puede integrar en particular en el servomotor. El servomotor puede ser, por ejemplo, un motor eléctrico o un motor hidráulico.

Según una forma de realización preferida, el dispositivo de ajuste de la sección transversal operado activamente puede comprender al menos un módulo de ajuste de la sección transversal ajustable por un servomotor, configurado para cambiar el área de la sección transversal a través de la que puede fluir el flujo (como ya se describió). El dispositivo de ajuste de la sección transversal operado activamente puede comprender al menos un módulo de control configurado para controlar el servomotor en función de un valor de volumen de fluido proporcionado (medido) y un valor nominal de volumen de fluido predeterminado.

El valor de volumen de fluido proporcionado (instantáneo) se puede medir, por ejemplo, mediante un módulo de medición dispuesto (en cualquier caso) en una estación de control de la red de transporte de fluido y luego transmitirlo en particular al módulo de control. Alternativa o adicionalmente, el dispositivo de turbina tubular puede comprender un módulo de medición configurado para medir el valor del volumen de fluido (instantáneo) en el dispositivo de turbina tubular. Preferiblemente, el módulo de medición puede realizar la medición aguas abajo del dispositivo de ajuste de la sección transversal (es decir, en particular aguas abajo de la sección transversal variable) y aguas arriba del impulsor. El módulo de medición puede configurarse para proporcionar el valor del volumen de fluido medido al módulo de control.

Además, se puede especificar un valor nominal del volumen de fluido de tal manera que el dispositivo de turbina tubular funcione (siempre, al menos casi siempre) en el punto de funcionamiento óptimo. El rendimiento energético eléctrico se puede mejorar aún más. El módulo de control puede, por ejemplo, integrarse en el servomotor. El servomotor se puede controlar, en particular regular, de tal manera que el fluido que incide sobre el impulsor tenga siempre una determinada velocidad de flujo, en particular la velocidad de flujo óptima (en magnitud y dirección).

Un valor de volumen de fluido (o valor nominal) es en particular un valor que tiene una relación (específica) con el volumen de fluido y, en particular, un valor que se basa en un parámetro de fluido medido. Por ejemplo, un valor de volumen de fluido también puede ser un valor de velocidad de flujo medido. Lo mismo se aplica al al menos un valor nominal del volumen de fluido.

Se entiende que, en variantes de la invención, el dispositivo de ajuste de la sección transversal puede comprender también un módulo de ajuste de la sección transversal operado pasivamente y un módulo de ajuste de la sección transversal operado activamente.

Según otra forma de realización, el dispositivo de ajuste de la sección transversal puede estar dispuesto aguas arriba del dispositivo guía (y aguas abajo de la entrada de la carcasa de la turbina) y/o inmediatamente aguas arriba o aguas abajo del impulsor.

En otra forma de realización, el dispositivo de ajuste de la sección transversal también puede estar integrado en el dispositivo guía, en particular en al menos un canal de flujo o canal de boquilla del dispositivo guía (preferiblemente en una pluralidad de canales de boquilla, en particular preferiblemente en todos los canales de boquilla).

Se entiende que, en variantes de la invención, un dispositivo de ajuste de la sección transversal también puede estar dispuesto aguas arriba del dispositivo guía (y aguas abajo de la entrada de la carcasa de la turbina) y otro dispositivo de ajuste de la sección transversal puede estar integrado en el dispositivo guía y/o directamente aguas arriba o aguas abajo del impulsor.

En principio, existe una pluralidad de formas de realización para un dispositivo de ajuste de la sección transversal. En particular, la forma de realización se puede seleccionar dependiendo de la situación de instalación en la turbina (por ejemplo, dentro de una tubería presurizada; generador en la tubería rodeado de gas; el generador se puede ubicar aguas arriba, aguas abajo o en ambos lados de la etapa de la turbina para aumentar la potencia).

Según una forma de realización del dispositivo de turbina tubular no contemplada en las reivindicaciones, el dispositivo de ajuste de la sección transversal puede comprender al menos un módulo de disco giratorio (también denominado disco de ajuste) dispuesto aguas arriba del dispositivo guía en la dirección del flujo. El módulo de disco giratorio puede tener al menos una apertura de flujo ajustable entre un área de sección transversal máxima y un área de sección transversal mínima (también cero).

En la presente forma de realización, el módulo de disco giratorio puede ser en particular un módulo de ajuste de la sección transversal como el descrito anteriormente. Preferiblemente, dicho dispositivo de ajuste de la sección transversal puede ser un dispositivo de ajuste de la sección transversal operado activamente. En particular, una acción rotacional, por ejemplo, provocada por un servomotor (como se describió anteriormente), puede provocar un cambio en la al menos una apertura de flujo. En particular, la apertura de flujo o bien su sección transversal de flujo se pueden modificar de tal manera que se modifique el área de la sección transversal a través de la cual puede fluir el flujo.

En principio, en esta forma de realización, una apertura de flujo puede significar una apertura de flujo total, que puede estar formada por una pluralidad de aperturas de flujo individuales (también denominadas canales de flujo).

Preferiblemente, el módulo de disco giratorio puede comprender al menos un primer disco que tiene al menos una primera apertura de disco y un segundo disco dispuesto encima del primer disco que tiene al menos una segunda apertura de disco correspondiente a la primera apertura de disco. En particular, se pueden prever al menos dos primeras y dos segundas aperturas de disco. Por correspondiente se entiende que una primera apertura de disco puede adaptarse en posición y forma a al menos una segunda apertura de disco, de modo que se puede formar una apertura de flujo con una determinada área de sección transversal mediante la primera y la segunda apertura de disco.

Al girar (alrededor de un eje de rotación, preferiblemente el eje de la turbina) el segundo disco con respecto al primer disco, el área de la sección transversal de la al menos una apertura de flujo se puede ajustar entre el área de la sección transversal máxima (en este caso, la primera y segunda aperturas de cilindro (o la primera y segunda aperturas de cilindro respectivas) están sustancialmente superpuestas) y un área de la sección transversal mínima (en este caso, la primera y segunda aperturas de cilindro (o la primera y segunda aperturas de cilindro respectivas) no están sustancialmente superpuestas; también se puede prever que solo una primera de una pluralidad de aperturas se superponga a una segunda de una pluralidad de aperturas).

El segundo disco y/o el primer disco se pueden ajustar o mover, en particular, mediante un servomotor. Preferiblemente, el servomotor puede ser un servomotor eléctrico. Preferiblemente, el al menos un generador del dispositivo de turbina tubular puede suministrar energía eléctrica al al menos un servomotor.

Según una forma de realización adicional del dispositivo de turbina tubular no contemplada en las reivindicaciones, el dispositivo de ajuste de la sección transversal puede comprender al menos un módulo de cilindro giratorio (también llamado módulo de manguito) dispuesto aguas arriba del dispositivo guía en la dirección del flujo. El módulo de cilindro puede tener al menos una apertura de flujo ajustable entre un área de sección transversal máxima y un área de sección transversal mínima. Por giratorio o rotatorio se entiende que al menos una parte (primer cilindro) del módulo de cilindro es giratoria, en particular con respecto a otra parte (segundo cilindro) del módulo de cilindro. Al menos una de estas partes puede ser estacionaria con respecto a la carcasa de la turbina.

En la presente forma de realización, el módulo de cilindro giratorio puede ser en particular un módulo de ajuste de la sección transversal como el descrito anteriormente. Preferiblemente, dicho dispositivo de ajuste de la sección transversal puede ser un dispositivo de ajuste de la sección transversal operado activamente. En particular, una acción rotacional, por ejemplo, provocada por un servomotor (como se describió anteriormente), puede provocar un cambio en la al menos una apertura de flujo. En particular, la apertura de flujo o bien su sección transversal de flujo se pueden modificar de tal manera que se modifique el área de la sección transversal a través de la cual puede fluir el flujo.

En principio, en esta forma de realización, una apertura de flujo puede significar principalmente una apertura de flujo global, que puede estar formada por una pluralidad de aperturas de flujo individuales.

Preferiblemente, el módulo de cilindro giratorio puede comprender al menos un primer cilindro que tiene al menos una primera apertura de cilindro y un segundo cilindro dispuesto en el primer cilindro que tiene al menos una segunda apertura de cilindro correspondiente a la primera apertura de cilindro. En particular, se pueden prever al menos dos primeras y/o al menos dos segundas aperturas de cilindro.

Por correspondiente se entiende que una primera apertura de cilindro puede adaptarse en posición y forma a al menos una segunda apertura de cilindro, de modo que se puede formar una apertura de flujo con una determinada área de sección transversal mediante la primera y la segunda apertura de cilindro.

- Al girar (alrededor de un eje de rotación, preferiblemente el eje de la turbina) el segundo cilindro con respecto al primer cilindro, el área de la sección transversal de la al menos una apertura de flujo se puede ajustar entre el área de la sección transversal máxima (en este caso, la primera y la segunda apertura de cilindro (o las respectivas primera y segunda aperturas de cilindro) se encuentran sustancialmente solapadas) y un área de la sección transversal mínima (en este caso, la primera y la segunda apertura de cilindro (o las respectivas primera y segunda aperturas de cilindro) se encuentran sustancialmente no solapadas, en particular solo parcialmente solapadas; también se puede prever que solo una primera de una pluralidad de aperturas se encuentre por encima de una segunda de una pluralidad de aperturas).
- El segundo cilindro y/o el primer cilindro se pueden ajustar o mover, en particular, mediante un servomotor. Preferiblemente, el servomotor puede ser un servomotor eléctrico. Preferiblemente, el al menos un generador del dispositivo de turbina tubular puede suministrar energía eléctrica al al menos un servomotor. Al menos uno de los cilindros puede estar integrado al menos parcialmente en el dispositivo guía.
- Según otra forma de realización del dispositivo de turbina tubular no contemplada en las reivindicaciones, el dispositivo de ajuste de la sección transversal puede comprender al menos un módulo de cilindro dispuesto en la dirección de flujo aguas arriba del dispositivo guía y desplazable en la dirección axial del dispositivo de turbina tubular (o en la dirección de flujo). El módulo de cilindro puede tener al menos una apertura de flujo ajustable entre un área de sección transversal máxima y un área de sección transversal mínima. En particular, el área de la sección transversal a través de la cual puede fluir el flujo se puede modificar mediante una acción de deslizamiento en dirección axial. El módulo de cilindro desplazable se puede diseñar de manera similar al módulo de cilindro giratorio. Por desplazable se entiende que al menos una parte (primer cilindro) del módulo de cilindro es móvil, en particular con respecto a otra parte (segundo cilindro) del módulo de cilindro. Al menos una de estas partes puede ser estacionaria con respecto a la carcasa de la turbina.
- En la presente forma de realización, el módulo de cilindro desplazable puede ser en particular un módulo de ajuste de la sección transversal como el descrito anteriormente. Preferiblemente, dicho dispositivo de ajuste de la sección transversal puede ser un dispositivo de ajuste de la sección transversal operado activamente. En particular, un cambio en la al menos una apertura de flujo se puede efectuar mediante una acción de deslizamiento axial, por ejemplo, provocada por un servomotor (como se describió anteriormente). En particular, la apertura de flujo o bien su sección transversal de flujo se pueden modificar de tal manera que se modifique el área de la sección transversal.
- En principio, en esta forma de realización, una apertura de flujo puede significar una apertura de flujo total, que puede estar formada por una pluralidad de aperturas de flujo individuales.
- Preferiblemente, el módulo de cilindro desplazable puede comprender al menos un primer cilindro que tiene al menos una primera apertura de cilindro y un segundo cilindro dispuesto en el primer cilindro que tiene al menos una segunda apertura de cilindro correspondiente a la primera apertura de cilindro. En particular, se pueden prever al menos dos primeras y dos segundas aperturas de cilindro. Por correspondiente se entiende que una primera apertura de cilindro puede adaptarse en posición y forma a al menos una segunda apertura de cilindro, de modo que se puede formar una apertura de flujo con una determinada área de sección transversal mediante la primera y la segunda apertura de cilindro.
- Mediante el desplazamiento axial del segundo cilindro con respecto al primer cilindro, el área de la sección transversal de la al menos una apertura de flujo se puede ajustar entre el área de la sección transversal máxima (en este caso, la primera y segunda aperturas de cilindro (o las respectivas primera y segunda aperturas de cilindro) se encuentran sustancialmente solapadas) y un área de la sección transversal mínima (en este caso, la primera y segunda aperturas de cilindro (o las respectivas primera y segunda aperturas de cilindro) se encuentran sustancialmente no solapadas, en particular solo parcialmente solapadas; también se puede prever que solo una primera de una pluralidad de aperturas se encuentre por encima de una segunda de una pluralidad de aperturas). El segundo cilindro y/o el primer cilindro se pueden ajustar o mover, en particular, mediante un servomotor. Preferiblemente, el servomotor puede ser un servomotor eléctrico. Preferiblemente, el al menos un generador del dispositivo de turbina tubular puede suministrar energía eléctrica al al menos un servomotor. Al menos uno de los cilindros puede estar integrado al menos parcialmente en el dispositivo guía.
- En los módulos de cilindro descritos, el fluido puede fluir desde la respectiva al menos una (primera o segunda) apertura de cilindro hacia el dispositivo guía, en particular hacia el al menos un canal de boquilla. En variantes de la solicitud, al menos uno de los cilindros puede estar formado al menos parcialmente por el dispositivo guía.
- Como ya se ha descrito, el dispositivo de ajuste de la sección transversal también se puede integrar en el dispositivo guía. Según una forma de realización adicional del dispositivo de turbina tubular no contemplada en las reivindicaciones, el dispositivo de ajuste de la sección transversal puede estar formado por al menos un álabe guía ajustable del dispositivo guía. Por ejemplo, los canales de boquilla pueden formarse mediante álabes guía ajustables. Ajustando al menos un álabe guía se puede modificar el área de la sección transversal por la que puede circular el flujo.

En la presente forma de realización, el al menos un álabe guía ajustable puede ser en particular un módulo de ajuste de la sección transversal como se ha descrito anteriormente. Preferiblemente, dicho dispositivo de ajuste de la sección transversal puede ser un dispositivo de ajuste de la sección transversal operado activamente. En particular, se puede efectuar un cambio en al menos una apertura de flujo mediante el ajuste de un álabe guía (en particular una rotación con respecto a un eje de rotación), en particular una pluralidad de álabes guía, por ejemplo, mediante un servomotor (previamente descrito). En particular, la apertura de flujo o bien su sección transversal de flujo se pueden modificar de tal manera que se modifique el área de la sección transversal a través de la cual puede fluir el flujo.

Preferiblemente, el dispositivo de ajuste de la sección transversal puede comprender al menos un mecanismo de ajuste (en particular en forma de un anillo de ajuste) que está conectado operativamente al menos a un álabe guía del dispositivo guía. El mecanismo de ajuste se puede acoplar en particular mecánicamente a los álabes guía, por ejemplo, mediante un mecanismo de engranajes.

Preferiblemente, se puede proporcionar un servomotor, configurado para ajustar el mecanismo de ajuste, en particular para girar el anillo de ajuste. Preferiblemente, el servomotor puede ser un servomotor eléctrico. Preferiblemente, el al menos un generador del dispositivo de turbina tubular puede suministrar energía eléctrica a al menos un servomotor.

Según la invención, el dispositivo de ajuste de la sección transversal comprende al menos un módulo de placas con al menos un elemento de bloqueo dispuesto de forma radialmente móvil en una apertura de flujo del módulo de placas. En particular, el área de la sección transversal a través de la cual puede pasar el flujo se puede cambiar desplazando al menos un elemento de bloqueo en la dirección radial. En particular, esto se puede utilizar para cambiar el diámetro de un buje.

El al menos un elemento de bloqueo ajustable junto con el módulo de placas forman el módulo de ajuste de la sección transversal descrito anteriormente. Preferiblemente, dicho dispositivo de ajuste de la sección transversal puede ser un dispositivo de ajuste de la sección transversal operado activamente. En particular, se puede efectuar un cambio en al menos una apertura de flujo mediante el ajuste de un elemento de bloqueo, en particular una pluralidad de elementos de bloqueo, cada uno dispuesto en un número correspondiente de aperturas de flujo del módulo de placas, por ejemplo, efectuado por un servomotor (previamente descrito). La al menos una apertura de flujo o bien su sección transversal de flujo se puede modificar en particular de tal manera que se modifica el área de la sección transversal a través de la cual puede pasar el flujo. La superficie del módulo de placas puede ser perpendicular a la dirección del flujo.

Preferiblemente, el al menos un elemento de bloqueo puede estar conectado operativamente a un mecanismo de engranajes (o un mecanismo similar) que puede girarse mediante un servomotor. Un giro del mecanismo de engranajes provoca en particular un desplazamiento del al menos un elemento de bloqueo en dirección radial. En particular, se pueden conectar operativamente varios elementos de bloqueo al mecanismo de engranajes, de modo que se pueda producir de forma simultánea o sincrónica un desplazamiento radial de la pluralidad de elementos de bloqueo en las respectivas aperturas de flujo. Tal como se ha descrito, los ejemplos de realización mencionados anteriormente pueden ser en particular dispositivos de ajuste de la sección transversal operados activamente. En variantes de la solicitud, en estos ejemplos también se puede proporcionar un módulo pasivo en lugar de un módulo activo. También debe tenerse en cuenta que un servomotor también puede ser un motor diferente, como un motor hidráulico.

Según una forma de realización adicional del dispositivo de turbina tubular no contemplada en las reivindicaciones, el dispositivo de ajuste de la sección transversal puede comprender al menos un módulo de compuerta (pasivo) dispuesto en el dispositivo guía, configurado para cambiar una sección transversal de flujo de un canal de boquilla del dispositivo guía. El al menos un módulo de compuerta puede ser en particular una compuerta de retorno (o válvula de retorno).

En el presente ejemplo de realización, el al menos un módulo de compuerta plegable puede ser en particular un módulo de ajuste de la sección transversal como el descrito anteriormente. Preferiblemente, dicho dispositivo de ajuste de la sección transversal puede ser un dispositivo de ajuste de la sección transversal operado pasivamente. El módulo de compuerta se puede mover en particular (continuamente) entre un estado abierto (en el que el área de la sección transversal a través de la que puede fluir el flujo de un canal de boquilla corresponde sustancialmente al área de la sección transversal del canal de boquilla (en la ubicación del módulo de compuerta)) y un estado cerrado (en el que el canal de boquilla está al menos casi cerrado, preferiblemente completamente cerrado).

Preferiblemente, el módulo de compuerta puede tener un elemento de retorno (por ejemplo, un elemento de resorte, un amortiguador hidráulico (por ejemplo, con aceite amortiguador). Por ejemplo, el elemento de retorno puede integrarse en el punto de fijación del módulo de compuerta en una pared interior del canal de la boquilla. El al menos un elemento de retorno está, en particular, adaptado al dispositivo de turbina tubular, en particular a una velocidad de flujo objetivo específica. Dependiendo del caudal volumétrico instantáneo, el área de la

sección transversal del flujo es modificada (automáticamente) por el fluido, que ejerce una fuerza sobre el módulo de compuerta de acuerdo con el caudal volumétrico instantáneo. En particular, se puede ajustar un área de la sección transversal óptima para el caudal volumétrico instantáneo.

Alternativa o adicionalmente, según una forma de realización adicional del dispositivo de turbina tubular no contemplada en las reivindicaciones, el dispositivo de ajuste de la sección transversal puede comprender al menos un módulo de válvula dispuesto aguas arriba del dispositivo guía y que tiene al menos una apertura de válvula. Al cambiar el área de la sección transversal de la apertura de la válvula, se puede cambiar el área de la sección transversal a través de la cual puede fluir el flujo.

En la presente forma de realización, el al menos un módulo de válvula (por ejemplo, con una o más válvulas) puede ser en particular un módulo de ajuste de la sección transversal como se describió anteriormente. Preferiblemente, dicho dispositivo de ajuste de la sección transversal puede ser un dispositivo de ajuste de la sección transversal operado pasivamente. En variantes de solicitud, el módulo de válvulas puede comprender también un dispositivo de ajuste de la sección transversal accionado activamente y, por ejemplo, al menos una válvula solenoide o una válvula accionada electromagnéticamente. Esto puede ser controlado o regular por medio de un módulo de control de la manera descrita anteriormente.

El módulo de válvula, en particular la al menos una válvula, se puede ajustar (de forma continua) en particular entre un estado completamente abierto y un estado cerrado. Preferiblemente, la al menos una válvula puede presentar un elemento de retorno (por ejemplo, un elemento de resorte, un amortiguador hidráulico (por ejemplo, con aceite amortiguador). El al menos un elemento de retorno está adaptado en particular al dispositivo de turbina tubular, en particular a una velocidad de flujo deseada específica.

En función del caudal volumétrico instantáneo, la sección transversal de apertura de la válvula y, por tanto, la sección transversal de paso se modifican (automáticamente) por el fluido, que ejerce una fuerza sobre la válvula (en particular, una superficie de entrada de la válvula acoplada al elemento de retorno) de acuerdo con el caudal volumétrico instantáneo. En particular, se puede establecer un área de sección transversal óptima para el caudal volumétrico actual.

En variantes, un módulo de válvulas puede presentar una pluralidad de válvulas, cada una de las cuales puede tener un elemento de retorno con una fuerza de retorno diferente. En este caso se pueden abrir o cerrar diferentes números de válvulas en función del caudal. Es posible configurar diferentes áreas de sección transversal.

El dispositivo de turbina tubular o la carcasa de la turbina se pueden formar preferiblemente de tal manera que el fluido en la salida de la carcasa tenga casi la misma dirección de flujo que en la entrada de la carcasa. En particular, la carcasa de la turbina puede ser una continuación recta de la primera tubería de la red de transporte y, en particular, de la segunda tubería de la red de transporte.

Opcionalmente, el dispositivo de turbina tubular puede comprender un enderezador de flujo que puede estar dispuesto entre el impulsor y la salida. Como ya se ha descrito, delante del impulsor se dispone un dispositivo guía (también denominado cuerpo de boquilla), que preferiblemente puede estar diseñado como segmento de círculo parcial de tipo rueda guía con preferiblemente una pluralidad de álabes guía. El dispositivo guía puede estar hecho de aluminio, por ejemplo.

Los álabes guía pueden servir en particular para acelerar y desviar uniformemente el fluido hacia el impulsor. Por ejemplo, los álabes guía forman entre ellos canales de boquilla cuya sección transversal puede estrecharse en la dirección del flujo, de modo que aumenta la velocidad de flujo del fluido en los canales de boquilla. En particular, se puede lograr un efecto de boquilla para acelerar el flujo. En este caso, por segmento de círculo parcial se debe entender en particular que el dispositivo guía forma una sección de un arco circular. El dispositivo guía se puede insertar, por ejemplo, en una apertura en forma de segmento de círculo parcial de un soporte de generador.

Un soporte de generador para alojar al menos un generador puede estar formado, por ejemplo, como disco central y brida de montaje para dos partes de la carcasa de la turbina. El soporte del generador puede estar formado, por ejemplo, como un disco de aluminio con un paso para el eje de la turbina y, preferiblemente, tener ranuras anulares en ambos lados para centrar las partes de la carcasa de la turbina. El al menos un generador puede estar embridado a un lado del soporte del generador de manera que se extienda de manera casi flotante en una parte de la carcasa de la turbina.

El al menos un generador puede tener un freno. En particular, si el generador se desconecta de la red eléctrica a la que se alimenta el generador, el eje del generador y, con ello, el impulsor, se pueden detener mediante un freno. Se puede evitar dejar el generador en ralentí. Si ya no se suministra corriente al freno, es preferible desconectar automáticamente el generador de la red eléctrica.

Además, el eje de la turbina puede ser el eje del generador, de modo que el impulsor puede actuar sobre el

generador sin necesidad de un engranaje intermedio.

El impulsor puede comprender una rueda impulsora con álabes de rueda impulsora que se extienden radialmente. Los álabes de rueda impulsora pueden extenderse preferiblemente como una corona de álabes de rueda impulsora sobre toda la circunferencia exterior de la rueda impulsora. Preferiblemente, los álabes de rueda impulsora pueden tener, por ejemplo, un perfil de álabes en forma de U o de V. El perfil de los álabes puede ser simétrico o asimétrico.

Además, los álabes de rueda impulsora de una rueda impulsora pueden ser de una sola etapa. Esto significa en particular que solo se proporciona una corona de álabes de rueda impulsora. Los álabes de la rueda impulsora pueden tener un perfil de sección transversal simétrico, aproximadamente en forma de V, y formar entre ellas canales de flujo o canales de boquilla curvados correspondientemente, que preferiblemente tienen una sección transversal aproximadamente constante desde el lado de entrada hasta el lado de salida del impulsor.

Un aspecto adicional de la invención es un método para operar un dispositivo de turbina tubular según la reivindicación 9.

Otro aspecto de la invención es un sistema de alivio de presión de fluido para una red de transporte de fluidos según la reivindicación 10.

Como ya se ha descrito, la red de transporte de fluidos puede ser una red de transporte de gas.

Al menos una tubería de red de transporte o una línea de red de transporte podrá tenderse, al menos en su mayor parte, de forma subterránea.

En las líneas de gas tendidas bajo tierra o subterráneas, a una profundidad de tendido típica en el suelo, puede prevalecer una temperatura de entre 8 °C y 10 °C durante todo el año. La temperatura del gas normalmente corresponde a la temperatura ambiente de la tierra. En una variante se pueden conectar en serie varios dispositivos de turbina tubulares. Cuando varios conjuntos de alivio de presión de fluido (también conocidos como máquinas de expansión) se conectan en serie o en cascada, el medio gaseoso entre los conjuntos de alivio de presión de fluido individuales se puede recalentar utilizando el potencial geotérmico, siempre que los conjuntos de alivio de presión de fluido estén espaciados adecuadamente. Esto permite aprovechar al mismo tiempo la energía interna del gas y el potencial geotérmico gracias a la diferencia de presión.

Preferiblemente, la distancia entre dos conjuntos de alivio de presión de fluido adyacentes de un sistema de alivio de presión de fluido en la red de transporte de fluido se puede seleccionar de manera que la temperatura del gas después de un primer alivio e inmediatamente antes de otro alivio esté comprendida entre 8 °C y 10 °C.

Otra solicitud del sistema de alivio de presión de fluido es una solicitud en una red de transporte de "gas a energía": se utiliza electricidad de turbinas eólicas y/o sistemas fotovoltaicos para comprimir gases. Si es necesario, la energía almacenada de esta manera se puede convertir (posteriormente) nuevamente en electricidad a través de la turbina tubular (en línea), tal como se ha registrado.

Otro aspecto adicional de la invención es un uso según la reivindicación 11 de un dispositivo de turbina tubular descrito anteriormente para llevar a cabo un alivio de presión de fluido desde un primer nivel de presión de fluido a un segundo nivel de presión de fluido en una red de transporte de fluido, convirtiéndose la energía mecánica en energía eléctrica por medio del generador.

Se debe observar que un módulo, un dispositivo, etc. en el presente caso puede estar formado al menos parcialmente por elementos de *software* (en particular en forma de código informático ejecutable por un procesador) y/o al menos parcialmente por elementos de *hardware* (procesador, medios de almacenamiento, controlador, etc.). También cabe señalar que expresiones como «primero», «segundo», etc. no indican un orden, sino que sirven simplemente para distinguir dos elementos.

Actualmente existen numerosas posibilidades para diseñar y desarrollar ulteriormente el dispositivo de turbina tubular según la invención, el sistema de alivio de presión de fluido según la invención, el método según la invención y el uso según la invención. A este respecto, se hace referencia, por una parte, a las reivindicaciones de patente subordinadas a las reivindicaciones de patente independientes y, por otra parte, a la descripción de ejemplos de realización en conjunto con los dibujos. En el dibujo se muestra en la:

Fig. 1 una vista esquemática de un ejemplo de realización de un dispositivo de turbina tubular (con un generador aguas arriba del dispositivo guía),

Fig. 2 una vista esquemática de otro ejemplo de realización de un dispositivo de turbina tubular (con un generador aguas abajo del impulsor),

- Fig. 3 una vista esquemática de otro ejemplo de realización de un dispositivo de turbina tubular (con dos generadores (uno aguas arriba del dispositivo guía y otro aguas abajo del impulsor),
- 5 Fig. 4a una vista esquemática (en sección) de un ejemplo de realización no contemplado en las reivindicaciones (en particular un disco de ajuste) de un dispositivo de turbina tubular,
- Fig. 4b una vista esquemática en sección adicional del ejemplo de realización según la Figura 4a,
- 10 Fig. 5a una vista esquemática (en sección) de un ejemplo de realización no contemplado en las reivindicaciones (en particular un módulo de manguito con movimiento de ajuste radial) de un dispositivo de turbina tubular,
- Fig. 5b una vista esquemática en sección adicional del ejemplo de realización según la Figura 5a,
- 15 Fig. 6a una vista esquemática (en sección) de un ejemplo de realización no contemplado en las reivindicaciones (en particular un módulo de manguito, movimiento de ajuste axial) de un dispositivo de turbina tubular,
- 20 Fig. 6b un diagrama esquemático del ejemplo de realización según la Figura 6a,
- Fig. 7a una vista esquemática (en sección) de un ejemplo de realización no contemplado en las reivindicaciones (en particular un álabe guía ajustable) de un dispositivo de turbina tubular,
- 25 Fig. 7b una vista esquemática en sección adicional del ejemplo de realización según la Figura 7a,
- Fig. 7c un diagrama esquemático del ejemplo de realización según la Figura 7a,
- Fig. 8a una vista esquemática (en sección) de un ejemplo de realización (en particular un módulo de placas) de un dispositivo de turbina tubular según la presente invención,
- 30 Fig. 8b una vista esquemática en sección adicional del ejemplo de realización según la Figura 8a,
- Fig. 8c una vista esquemática en sección adicional del ejemplo de realización según la Figura 8a,
- 35 Fig. 9 una vista esquemática de un ejemplo de realización no contemplado en las reivindicaciones (en particular un módulo de válvula) de un dispositivo de turbina tubular,
- Fig. 10a una vista esquemática (en sección) de un ejemplo de realización no contemplado en las reivindicaciones (en particular un módulo de compuertas) de un dispositivo de turbina tubular,
- 40 Fig. 10b una vista esquemática en sección adicional del ejemplo de realización según la Figura 10a,
- Fig. 11 una vista esquemática de un ejemplo de realización de un sistema de alivio de presión de fluido según la presente invención, y
- 45 Fig. 12 un diagrama de un ejemplo de realización de un método según la presente invención.

A continuación, se utilizan signos de referencia similares para elementos similares. Además, los siguientes ejemplos de realización siempre suponen un medio gaseoso o un gas como fluido. Se da por sentado que las realizaciones pueden aplicarse a otros medios líquidos.

La Figura 1 muestra una vista esquemática de un ejemplo de realización de un dispositivo 100 de turbina tubular. El dispositivo 100 de turbina tubular se utiliza para llevar a cabo un alivio de presión de fluido desde un primer nivel de presión de fluido a un segundo nivel de presión de fluido en una red de transporte de fluido, convirtiéndose al mismo tiempo la energía mecánica en energía eléctrica por medio de un generador 108 del dispositivo 100 de turbina tubular.

El dispositivo 100 de turbina tubular incluye una carcasa 102 de turbina (por ejemplo, hecha de acero u otro metal). En particular, la carcasa 102 de turbina es sustancialmente tubular. La carcasa 102 de turbina tiene una entrada 101 y una salida 103. En el presente ejemplo de realización, la flecha 114 muestra la dirección del flujo del fluido. Como se puede observar, el fluido fluye a través de la carcasa 102 desde la entrada 101 a la salida 103 esencialmente sin un cambio de dirección.

El dispositivo 100 de turbina tubular ilustrado para una red de transporte de fluido comprende al menos un impulsor 104 dispuesto sobre un eje 112 de turbina. El impulsor 104 puede comprender en particular un impulsor que tiene una pluralidad de álabes de rueda impulsora.

Además, el dispositivo 100 de turbina tubular comprende al menos un dispositivo 106 guía dispuesto aguas arriba del impulsor 104 en la dirección 114 de flujo. El dispositivo 106 guía puede, en particular, presentar una pluralidad de canales de boquilla que aplican al gas un remolino correspondiente a las palas del impulsor 104 y, preferiblemente, lo aceleran.

El dispositivo 100 de turbina tubular comprende al menos un generador 108 acoplado al eje 112 de turbina, configurado para convertir la energía mecánica en energía eléctrica. En particular, la energía cinética del gas que fluye a través del dispositivo 100 de turbina tubular se convierte en energía eléctrica mediante el impulsor 104, el eje 112 de turbina y el generador 108. La energía eléctrica generada se puede, en particular, alimentar a una red eléctrica.

Como se puede observar, en el presente ejemplo de realización, el generador 108 está dispuesto delante del dispositivo 106 guía. Como ya se ha descrito, el generador 108 puede mantenerse flotante en la carcasa 102 de turbina mediante un soporte 111 de generador. En este ejemplo de realización, el dispositivo 106 guía está integrado en el soporte 111 del generador.

El dispositivo 100 de turbina tubular comprende además al menos un dispositivo 110 de ajuste de la sección transversal. El dispositivo 110 de ajuste de la sección transversal está configurado para cambiar el área de la sección transversal a través de la que puede fluir el flujo (en el presente caso, el área de la sección transversal de entrada) del dispositivo 100 de turbina tubular dependiendo del caudal del fluido que fluye a través del dispositivo 100 de turbina tubular, en el presente caso un gas. Para este fin, el dispositivo 110 de ajuste de la sección transversal tiene un módulo de ajuste de la sección transversal.

En particular, el área de la sección transversal se puede aumentar (hasta un área de sección transversal máxima posible) y/o reducir (hasta un área de sección transversal mínima posible), dependiendo del caudal de gas instantáneo. Preferiblemente, es posible un cambio o ajuste continuo del área de la sección transversal. También es posible un ajuste discreto. Ajustando el área de la sección transversal, el dispositivo 100 de turbina tubular puede operar en un punto operativo optimizado. El rendimiento de la energía eléctrica se puede optimizar/maximizar.

Como también se puede ver en la Figura 1, el dispositivo 110 de ajuste de la sección transversal está dispuesto delante del dispositivo guía 106.

La Figura 2 muestra una vista esquemática de otro ejemplo de realización de un dispositivo 200 de turbina tubular. Para evitar repeticiones, a continuación se describen esencialmente solo las diferencias con la realización anterior según la Figura 1; de lo contrario, se hace referencia a las explicaciones de esta realización.

Como se puede ver, en el presente ejemplo de realización, el generador 208 está dispuesto detrás del impulsor 204 en la dirección 214 de flujo y se sujeta en la carcasa 202 de la turbina en particular por medio de medios 211 de soporte.

La Figura 3 muestra una vista esquemática de otro ejemplo de realización de un dispositivo 300 de turbina tubular. Para evitar repeticiones, a continuación, se describen esencialmente solo las diferencias con los ejemplos de realización anteriores según las Figuras 1 y 2; de lo contrario, se hace referencia a las explicaciones de estos ejemplos de realización.

Como se puede observar, en este caso se proporcionan dos generadores 308.1, 308.2. Un primer generador 308.1 está dispuesto delante del impulsor 304 en la dirección 314 de flujo y el otro generador 308.2 está dispuesto en la dirección 314 de flujo detrás del impulsor 304. En comparación con los ejemplos de realización anteriores, los generadores 308.1, 308.2 (y la carcasa) pueden tener una sección transversal más pequeña para una potencia total comparable.

El dispositivo 310 de ajuste de la sección transversal está integrado aquí (a modo de ejemplo) en el soporte 311 del generador para el generador 308.1 y en el dispositivo 306 guía.

Las Figuras 4a y 4b muestran vistas esquemáticas de un ejemplo de realización de un dispositivo 400 de turbina tubular no contemplado en las reivindicaciones.

Para evitar repeticiones, a continuación se describen esencialmente solo las diferencias con los ejemplos de realización anteriores según las Figuras 1 a 3, y en caso contrario se hace referencia a las explicaciones correspondientes a dichos ejemplos de realización. La Figura 4a muestra una primera vista en sección del dispositivo 400 de turbina tubular y la Figura 4b muestra una vista en sección en el plano marcado.

Como se puede observar, el dispositivo 410 de ajuste de la sección transversal está dispuesto delante del dispositivo 406 guía. En este caso, el dispositivo 410 de ajuste de la sección transversal comprende un módulo 418 de disco giratorio y un servomotor 420 (eléctrico o hidráulico). El servomotor 420 está dispuesto, por

ejemplo, en el generador 408 y, en particular, fijado a la carcasa del generador.

En el presente ejemplo de realización, el módulo 418 de disco giratorio tiene una apertura central para el generador a través de la cual sobresale el generador, que está fijado al soporte 411 del generador. Si detrás del impulsor 404 solo se dispone de un generador, se puede omitir la apertura del generador.

El módulo 418 de disco giratorio está formado en este caso por dos discos 422, 424 superpuestos: un primer disco 422 y un segundo disco 424. El primer disco 422 puede girar con respecto al segundo disco 424. En particular, uno de los discos 422, 424 puede acoplarse (mecánicamente) al servomotor 420, de modo que el primer disco 422 gire con respecto al segundo disco 424.

Como se puede observar, el primer disco 422 tiene al menos una primera apertura 426 de disco; en este caso, por ejemplo, dos primeras aperturas 426 de disco. Además, el segundo disco 424 tiene al menos una segunda apertura 428 de disco; en este caso, por ejemplo, dos segundas aperturas 428 de disco. La al menos una primera apertura 426 de disco corresponde, en particular, a la al menos una segunda apertura 428 de disco. En particular, la forma de apertura de cada una de las aperturas de disco puede ser prácticamente la misma.

Mediante un giro (indicado mediante la flecha marcada con el signo de referencia 430 en la Figura 4b), se puede modificar la al menos una apertura 429 de flujo y, por tanto, el área de la sección transversal. De este modo, al girar el segundo disco 424 con respecto al primer disco 422, el área de la sección transversal de la al menos una apertura 429 de flujo (en este caso formada por dos aperturas 429 de flujo) se puede ajustar entre el área de la sección transversal máxima (en este caso, las respectivas primera y segunda aperturas 426, 428 de disco pueden estar sustancialmente solapadas) y un área de la sección transversal mínima (en este caso, las respectivas primera y segunda aperturas 426, 428 de disco no están sustancialmente solapadas).

Las Figuras 5a y 5b muestran vistas esquemáticas de un ejemplo de realización de un dispositivo 500 de turbina tubular que no se contempla en las reivindicaciones.

Para evitar repeticiones, a continuación se describen esencialmente solo las diferencias con los ejemplos de realización anteriores según las Figuras 1 a 4b, y en caso contrario se hace referencia a las explicaciones correspondientes a dichos ejemplos de realización. La Figura 5a muestra una primera vista en sección del dispositivo 500 de turbina tubular y la Figura 5b muestra una vista en sección en el plano marcado.

El dispositivo 510 de ajuste de la sección transversal ilustrado puede comprender al menos un módulo 532 de cilindro giratorio dispuesto delante del dispositivo 506 guía en la dirección 514 de flujo. El módulo 532 de cilindro puede tener al menos una apertura de flujo ajustable entre un área de sección transversal máxima y un área de sección transversal mínima. En el presente ejemplo de realización, el módulo 532 de cilindro giratorio puede ser en particular un módulo de ajuste de la sección transversal como se describió anteriormente.

En el presente ejemplo de realización, el módulo 532 de cilindro tiene una apertura central de generador a través de la cual sobresale el generador, que está fijado al dispositivo 506 guía. Si detrás del impulsor 504 solo se dispone de un generador, se puede omitir la apertura del generador.

Preferiblemente, dicho dispositivo de ajuste de la sección transversal puede ser un dispositivo de ajuste de la sección transversal operado activamente. En el presente caso, en particular, se proporciona un servomotor 520 (véase la Fig. 4).

Preferiblemente, el módulo 532 de cilindro giratorio puede comprender al menos un primer cilindro 534 (o elemento de manguito) con al menos una primera apertura 540 de cilindro, preferiblemente una pluralidad de aperturas 540 de cilindro. Además, el módulo 532 de cilindro giratorio comprende un segundo cilindro 536 (o elemento de manguito) dispuesto en el primer cilindro 534 con al menos una segunda apertura 538 de cilindro correspondiente a la primera apertura 540 de cilindro. En particular, se proporcionan dos segundas aperturas 538 de cilindro.

El servomotor 520 se puede acoplar (mecánicamente) al segundo cilindro 536 de tal manera que pueda girar con respecto al primer cilindro 534. Como se puede ver en las Figuras 5a y 5b, al girar (indicado por la flecha marcada con el signo de referencia 530) el segundo cilindro 536 con respecto al primer cilindro 534, se puede cambiar el área de la sección transversal de la apertura de flujo total (formada a partir de una pluralidad de aperturas de flujo).

Las aperturas de flujo se forman mediante una segunda apertura 538 de cilindro situada encima de al menos una primera apertura 540 de cilindro. En este caso, la apertura de flujo total y, por lo tanto, el área de la sección transversal también se pueden ajustar o modificar entre un área de sección transversal máxima (en este caso, las aperturas 538, 540 de cilindro están sustancialmente superpuestas) y un área de sección transversal mínima (en este caso, las aperturas 538, 540 de cilindro no están sustancialmente superpuestas, en particular, solo están parcialmente superpuestas).

Las Figuras 6a y 6b muestran vistas esquemáticas de un ejemplo de realización de un dispositivo 600 de turbina tubular que no se contempla en las reivindicaciones.

Para evitar repeticiones, a continuación se describen esencialmente solo las diferencias con los ejemplos de realización anteriores según las Figuras 1 a 5b, y en caso contrario se hace referencia a las explicaciones correspondientes a dichos ejemplos de realización. La Figura 6a muestra una primera vista en sección del dispositivo 600 de turbina tubular y la Figura 6b muestra una vista en sección básica.

A diferencia del ejemplo de realización según las Figuras 5a y 5b, el presente módulo 642 de cilindro del dispositivo 610 de ajuste de la sección transversal se puede mover lo desplazar en la dirección axial (indicada por la flecha identificada con el signo de referencia 630), en particular entre una posición axial máxima y mínima. En particular, un segundo cilindro 646 se puede desplazar axialmente con respecto a un primer cilindro 644. Por ejemplo, el segundo cilindro 646 puede estar acoplado a un servomotor de modo que se pueda efectuar un movimiento axial del segundo cilindro.

Como también se puede observar, al desplazar axialmente el segundo cilindro 646 con relación al primer cilindro 644, se puede cambiar la apertura de flujo total (formada a partir de una pluralidad de aperturas de flujo). Las aperturas de flujo están formadas por una segunda apertura 648 de cilindro que está situada encima de al menos una primera apertura 650 de cilindro de modo que el gas puede fluir a través de las aperturas de cilindro correspondientes hasta el dispositivo 606 guía.

También en este caso, la apertura de flujo total y, por tanto, el área de la sección transversal se pueden ajustar o cambiar entre un área de la sección transversal máxima (en este caso, las respectivas primera y segunda aperturas 648, 650 de cilindro están sustancialmente superpuestas) y un área de la sección transversal mínima (en este caso, las respectivas primera y segunda aperturas 648, 650 de cilindro no están sustancialmente superpuestas, en particular solo están parcialmente superpuestas).

Las Figuras 7a, 7b y 7c muestran vistas esquemáticas de un ejemplo de realización de un dispositivo 700 de turbina tubular que no se incluye en las reivindicaciones (en particular, solo se muestra una sección para una mejor visión general). Para evitar repeticiones, a continuación se describen esencialmente solo las diferencias con los ejemplos de realización anteriores según las Figuras 1 a 6b, y en caso contrario se hace referencia a las explicaciones correspondientes a dichos ejemplos de realización. La Figura 7a muestra una primera vista en sección del dispositivo 700 de turbina tubular, la Figura 7b muestra una vista en sección en el plano marcado y la Fig. 7c muestra un diagrama esquemático.

En el presente ejemplo de realización, el dispositivo 706 guía y el impulsor 704 se muestran con más detalle a modo de ejemplo. Como se puede observar, el impulsor 704 tiene una pluralidad de álabes 709 de rueda impulsora que están dispuestos en una rueda impulsora del impulsor 704.

El dispositivo 706 guía tiene una pluralidad de canales 713 de boquilla. En el presente ejemplo de realización, estos están formados por una pluralidad de álabes 754 guía.

En el presente ejemplo de realización, el dispositivo 710 de ajuste de la sección transversal está integrado al menos parcialmente en el dispositivo 706 guía, en particular mediante los álabes 754 guía ajustables. Además, el dispositivo 710 de ajuste de la sección transversal comprende un mecanismo de ajuste regulable mediante un servomotor, en este caso en forma de anillo 758 de ajuste.

Un álabe 754 guía puede girar, en particular, alrededor de un eje 756 de rotación. Para girar un álabe 754 guía, en particular todos los álabes 754 guía, de forma sincronizada, cada álabe 754 guía está acoplado (mecánicamente) al anillo de ajuste giratorio, de modo que la rotación (indicada por la flecha con el signo de referencia 730) del anillo 758 de ajuste produce una rotación (correspondiente) de todos los álabes 754 guía. Por ejemplo, el acoplamiento se realiza mediante un mecanismo de engranajes.

La Figura 7c muestra los álabes 754 guía en dos posiciones diferentes (línea continua y línea discontinua). En particular, se puede ver en la Figura 7c que una rotación o ajuste del al menos un álabe 754 guía puede cambiar el área de la sección transversal a través de la cual puede pasar el flujo, en particular formada por las respectivas secciones transversales ajustables de los canales 713 de boquilla. En el presente ejemplo de realización, el al menos un álabe 754 guía ajustable puede ser en particular un módulo 754 de ajuste de la sección transversal descrito previamente.

Las Figuras 8a, 8b y 8c muestran vistas esquemáticas de un ejemplo de realización de un dispositivo 800 de turbina tubular (en particular, solo se muestra una sección para mayor claridad) de acuerdo con la presente invención.

Para evitar repeticiones, a continuación se describen esencialmente solo las diferencias con los ejemplos de realización anteriores según las Figuras 1 a 7c y, en caso contrario, se hace referencia a las explicaciones

correspondientes a dichos ejemplos de realización.

La Figura 8a muestra una primera vista en sección del dispositivo 800 de turbina tubular, la Figura 8b muestra otra vista en sección del dispositivo 800 de turbina tubular, y la Figura 8c muestra una vista en perspectiva ampliada de un elemento 868 de bloqueo del dispositivo 810 de ajuste de la sección transversal dispuesto de forma radialmente móvil en una apertura 866 de flujo del módulo 864 de placas.

Como se puede observar, un módulo 864 de placas representa el dispositivo 806 guía. En otras palabras, el dispositivo guía está formado por el módulo de placas. El módulo 864 de placas comprende al menos una apertura 866 de flujo, en este caso una pluralidad de aperturas 866 de flujo. Una apertura 866 de flujo corresponde a un canal de boquilla del dispositivo 806 guía.

En particular, un elemento 868 de bloqueo móvil radialmente está dispuesto en cada apertura 866 de boquilla. La movilidad radial entre una posición radial máxima y una posición mínima (mostradas en las Figuras 8a-c) está indicada por la flecha marcada con el signo de referencia 830.

Además del módulo 864 de placas con las aperturas 866 de boquilla, el dispositivo 810 de ajuste de la sección transversal comprende en este caso un mecanismo 870 de engranajes que está acoplado (mecánicamente) a los respectivos elementos 868 de bloqueo a través de elementos 874 de conexión.

A través de los elementos 874 de conexión, el al menos un elemento 868 de bloqueo se puede conectar operativamente al mecanismo 870 de engranajes (o un mecanismo similar) que puede ser girado por el servomotor 820 (indicado por la flecha marcada con el signo de referencia 831).

Una rotación del mecanismo 870 de engranajes provoca, en particular, un desplazamiento del al menos un elemento 868 de bloqueo en la dirección radial 830. En particular, una pluralidad de elementos 868 de bloqueo pueden conectarse operativamente al mecanismo 870 de engranajes, de modo que un desplazamiento radial de la pluralidad de elementos 868 de bloqueo en las respectivas aperturas 866 de flujo pueda tener lugar de forma simultánea o sincrónica.

En variantes de solicitud, el módulo de placas también puede estar formado por el dispositivo guía y los elementos de bloqueo radialmente móviles pueden estar dispuestos de forma móvil en aperturas de flujo del dispositivo guía.

La Figura 9 muestra una vista esquemática de un ejemplo de realización de un dispositivo 900 de turbina tubular que no se contempla en de las reivindicaciones.

Para evitar repeticiones, a continuación se describen esencialmente solo las diferencias con los ejemplos de realización anteriores según las Figuras 1 a 8c y, en caso contrario, se hace referencia a las explicaciones correspondientes a dichos ejemplos de realización.

En el ejemplo de realización ilustrado, el dispositivo 910 de ajuste de la sección transversal está dispuesto delante del dispositivo 906 guía. Preferiblemente, el dispositivo 910 de ajuste de la sección transversal es un dispositivo 910 de ajuste de la sección transversal de accionamiento pasivo. En particular, se proporciona un módulo 978 de válvulas como módulo 978 de ajuste de la sección transversal. El módulo 978 de válvulas cuenta con al menos una válvula 980, en este caso una pluralidad de válvulas 980.

Cada válvula 980 tiene una apertura 982 de válvula, que se puede ajustar en particular entre un estado completamente cerrado (mínimo) y un estado completamente abierto (máximo) (continuamente). Para este fin, cada válvula 980 dispone de un elemento 982 de retorno, en este caso en forma de elemento 982 de resorte.

Se entiende que también se puede proporcionar un elemento de amortiguación a base de aceite o similar. Cuando está completamente abierto, un canal de flujo tiene su sección transversal de flujo máxima posible.

Las válvulas 980 individuales de un módulo 978 de válvulas pueden tener elementos 982 de retorno de diferentes dimensiones, de modo que son posibles diferentes tiempos de apertura en función del caudal (instantáneo).

Un extremo del elemento 982 de retorno se puede unir al dispositivo 906 guía y una superficie 986 de entrada se puede disponer en el otro extremo del elemento 982 de retorno.

El gas fluye en la dirección 914 de flujo y en particular incide sobre la superficie 986 de entrada. En función del caudal (instantáneo), el gas ejerce una fuerza correspondiente sobre la superficie 986 de entrada y, en particular, se ajusta en consecuencia la apertura 982 de la válvula o el área 982 de la sección transversal de la apertura de la válvula. En otras palabras, el área de la sección transversal se modifica (pasivamente) dependiendo del caudal (instantáneo).

En otras variantes también se pueden utilizar otros tipos de válvulas, como por ejemplo válvulas solenoides (activas).

Las Figuras 10a y 10b muestran vistas esquemáticas de un dispositivo 1000 de turbina tubular no contemplado en las reivindicaciones (en particular, para una mejor visión general solo se muestra una sección). Para evitar repeticiones, a continuación se describen esencialmente solo las diferencias con los ejemplos de realización anteriores según las Figuras 1 a 9, y en caso contrario se hace referencia a las explicaciones correspondientes a dichos ejemplos de realización. La Figura 10a muestra una primera vista en sección del dispositivo 1000 de turbina tubular y la Figura 10b muestra una vista en sección básica.

En el ejemplo de realización ilustrado, el dispositivo 1010 de ajuste de la sección transversal está dispuesto en el dispositivo 1006 guía. Preferiblemente, el dispositivo 1010 de ajuste de la sección transversal es un dispositivo 1010 de ajuste de la sección transversal de accionamiento pasivo. En particular, se proporciona un módulo 1088 de compuerta, en este caso una pluralidad de módulos de compuerta, como módulo 1088 de ajuste de la sección transversal.

Un módulo 1088 de compuerta cuenta con una compuerta 1090 móvil (indicada por la flecha con el signo de referencia 1030), en particular plegable, con, por ejemplo, un extremo libre y un extremo fijado a la pared interior de un canal 1013 de boquilla. Además, se puede montar un elemento 1092 de retorno (por ejemplo, un elemento 1092 de resorte) entre la pared interior del canal de boquilla y la compuerta 1090. En otras variantes, el elemento de retorno se puede integrar (adicional o alternativamente) en el punto de conexión.

El gas fluye en la dirección 1014 de flujo y llega en particular hasta una compuerta 1090, en particular una superficie de entrada de la compuerta 1090. En función del caudal (instantáneo), el gas ejerce una fuerza correspondiente sobre la compuerta 1090 y se ajusta en consecuencia la respectiva apertura de la compuerta 1096 o el área 1096 de la sección transversal de la apertura de la compuerta. En otras palabras, el área de la sección transversal cambia dependiendo del caudal (instantáneo).

Los elementos 1092 de retorno individuales se pueden dimensionar preferiblemente de forma diferente, de modo que sean posibles diferentes tiempos de apertura en función del caudal (instantáneo).

En otras variantes, también se pueden utilizar otros tipos de módulos en el sistema de guiado, como por ejemplo válvulas, como válvulas pasivas, válvulas solenoides (activas), etc.

Se entiende que las realizaciones mencionadas anteriormente se pueden combinar entre sí, al menos en parte.

La Figura 11 muestra una vista esquemática de un ejemplo de realización de un sistema 1198 de alivio de presión de fluido de acuerdo con la presente invención.

El sistema 1198 de alivio de presión de fluido comprende al menos un dispositivo de turbina tubular según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8. Para mayor claridad, se han omitido de esta Figura los detalles del dispositivo 1100 de turbina tubular.

En particular, el sistema 1198 de alivio de presión de fluido comprende al menos un conjunto 1195 de alivio de presión de fluido con un dispositivo 1100 de turbina tubular. Como ya se describió, se puede conectar en serie una pluralidad de conjuntos 1195 de alivio de presión de fluido, cada uno con un dispositivo 1100 de turbina tubular, para utilizar un gradiente de presión de fluido total específico.

Como se puede ver además en la Figura 11, en el presente caso una entrada 1101 del dispositivo 1100 de turbina tubular está conectada a una primera tubería 1191 de red de transporte con un primer nivel de presión de fluido y una salida 1103 del dispositivo 1100 de turbina tubular está conectada a una segunda tubería 1193 de red de transporte con un segundo nivel de presión de fluido. Las tuberías 1191, 1193 están especialmente bridadas.

El segundo nivel de presión de fluido, es decir, el nivel de presión de fluido en la dirección 1114 de flujo aguas abajo del dispositivo 1100 de turbina tubular, es menor que el primer nivel de presión de fluido, es decir, el nivel de presión de fluido en la dirección 1114 de flujo aguas arriba del dispositivo 1100 de turbina tubular.

El sistema 1198 de alivio de presión de fluido o el dispositivo 1100 de turbina tubular se utiliza en particular para llevar a cabo un alivio de presión de fluido desde el primer nivel de presión de fluido al segundo nivel de presión de fluido en la red 1197 de transporte de fluido, convirtiéndose la energía mecánica en energía eléctrica por medio del generador del dispositivo 1100 de turbina tubular.

La energía eléctrica se puede introducir en una red eléctrica a través de una conexión 1189 eléctrica.

La Figura 12 muestra un diagrama de un ejemplo de realización de un método según la presente invención. El método sirve para hacer funcionar un dispositivo de turbina tubular según una de las reivindicaciones 1 a 8.

En un primer paso 1201, se proporciona un valor de volumen de fluido del dispositivo de turbina tubular. El al menos un valor de volumen de fluido (por ejemplo, una velocidad de flujo de fluido) puede ser medido por un módulo de medición y proporcionado por éste a través de una red de comunicación (inalámbrica y/o cableada), en particular proporcionada a un módulo de control.

El valor del volumen de fluido proporcionado (instantáneo y, en particular, medido de forma continua) puede medirse, por ejemplo, mediante un módulo de medición dispuesto (en cualquier caso) en una estación de control de la red de transporte de fluido y luego transmitirse, en particular, al módulo de control de un servomotor.

Alternativa o adicionalmente, el dispositivo de turbina tubular puede comprender un módulo de medición configurado para medir el valor del volumen de fluido (instantáneo) en el dispositivo de turbina tubular, por ejemplo, aguas abajo del dispositivo de ajuste del área de la sección transversal (es decir, en particular aguas abajo del área de la sección transversal variable). Este módulo de medición también puede proporcionar el valor del volumen de fluido medido, en particular lo puede transmitir al módulo de control de un servomotor.

Para una mejor visión general, los módulos de medición no se han mostrado en los ejemplos de realización anteriores.

En un otro paso 1202, el área de la sección transversal a través de la cual puede ocurrir el flujo del dispositivo de turbina tubular se cambia o ajusta mediante un dispositivo de ajuste de la sección transversal del dispositivo de turbina tubular dependiendo del valor del volumen de fluido proporcionado y un valor nominal del volumen de fluido predeterminado (como se describió anteriormente).

En particular, un módulo de control puede controlar un servomotor de tal manera que el área de la sección transversal cambie dependiendo de la diferencia detectada entre el valor de volumen de fluido proporcionado y un valor nominal de volumen de fluido predeterminado, como se describió anteriormente.

Se puede especificar un valor nominal del volumen de fluido de tal manera que el dispositivo de turbina tubular funcione (siempre, al menos casi siempre) en el punto de funcionamiento óptimo. El rendimiento energético eléctrico se puede mejorar aún más. El módulo de control puede, por ejemplo, integrarse en el servomotor. El servomotor se puede controlar, en particular regular, de tal manera que el fluido que incide sobre el impulsor tenga siempre la velocidad de flujo óptima, en particular para optimizar el rendimiento.

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo (800) de turbina tubular para una red (1197) de transporte de fluidos, que comprende:

- 5 - al menos un impulsor (804) dispuesto sobre un eje (812) de la turbina,
- al menos un dispositivo (806) guía dispuesto aguas arriba del impulsor (804), y
- al menos un generador (808) acoplado al eje (812) de la turbina y configurado para convertir una energía
10 mecánica en energía eléctrica,
- al menos un dispositivo (810) de ajuste de la sección transversal configurado para cambiar un área de sección
transversal del dispositivo (800) de turbina tubular a través de la que puede fluir el caudal en función del caudal
volumétrico del fluido que fluye a través del dispositivo (800) de turbina tubular,
15 caracterizado por que
- el dispositivo (810) de ajuste de la sección transversal comprende al menos un módulo (864) de placas con
al menos un elemento (868) de bloqueo dispuesto de forma radialmente móvil en una apertura (866) de flujo
20 pasante del módulo (864) de placas.

2. Dispositivo (800) de turbina tubular según la reivindicación 1, caracterizado por que

- 25 - el dispositivo (810) de ajuste de la sección transversal está configurado para reducir el área de la sección
transversal a través de la que puede fluir el flujo cuando se reduce el caudal del fluido que fluye a través del
dispositivo (800) de turbina tubular, y/o
- el dispositivo (810) de ajuste de la sección transversal está configurado para aumentar el área de la sección
30 transversal a través de la que puede fluir el fluido cuando aumenta el caudal del fluido que fluye a través del
dispositivo (800) de turbina tubular.

3. Dispositivo (800) de turbina tubular según la reivindicación 1 o 2, caracterizado por que

- 35 - el dispositivo (810) de ajuste de la sección transversal está configurado para cambiar el área de la sección
transversal a través de la cual puede fluir el flujo de manera que la velocidad de flujo del fluido que fluye a
través del dispositivo (800) de turbina tubular a través del área de la sección transversal permanece
sustancialmente igual.

4. Dispositivo (800) de turbina tubular según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por
40 que

- el dispositivo (810) de ajuste de la sección transversal es un dispositivo (810) de ajuste de la sección
transversal operado pasivamente.

5. Dispositivo (800) de turbina tubular según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por
45 que

- el dispositivo (810) de ajuste de la sección transversal es un dispositivo (810) de ajuste de la sección
transversal operado activamente.

6. Dispositivo (800) de turbina tubular según la reivindicación 5, caracterizado por que

- el al menos un módulo (864) de placas se puede ajustar mediante un servomotor (820), y

55 - el dispositivo (810) de ajuste de la sección transversal comprende al menos un módulo de control configurado
para controlar el servomotor en función de un valor de volumen de fluido proporcionado y un valor nominal de
volumen de fluido predeterminado.

7. Dispositivo (800) de turbina tubular según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por
60 que

- el dispositivo (810) de ajuste de la sección transversal está integrado en el dispositivo (806) guía.

8. Dispositivo (800) de turbina tubular según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por
65 que

- el área de la sección transversal a través de la que puede fluir el flujo se puede modificar desplazando al menos un elemento (868) de bloqueo en dirección radial.

- 5 9. Método para operar un dispositivo (800) de turbina tubular, en particular un dispositivo (800) de turbina tubular según una de las reivindicaciones anteriores, comprendiendo el dispositivo (800) de turbina tubular al menos un impulsor (804) dispuesto en un eje (812) de la turbina, al menos un dispositivo (806) guía dispuesto aguas arriba del impulsor (804) en la dirección del flujo, y al menos un generador (808) acoplado al eje (812) de la turbina y configurado para convertir la energía mecánica en energía eléctrica, comprendiendo el método:
 - 10 - proporcionar un valor de volumen de fluido del dispositivo (800) de turbina tubular, y
 - 15 - cambiar, mediante un dispositivo (810) de ajuste de la sección transversal del dispositivo (800) de turbina tubular, un área de la sección transversal del dispositivo (800) de turbina tubular a través de la cual puede fluir el flujo en función de un valor de volumen de fluido proporcionado y un valor nominal de volumen de fluido predeterminado,
 - 20 - comprendiendo el dispositivo (810) de ajuste de la sección transversal al menos un módulo (864) de placas con al menos un elemento (868) de bloqueo dispuesto de forma móvil radialmente en una apertura (866) de flujo del módulo (864) de placas.
10. Sistema (1198) de alivio de presión de fluido para una red (1197) de transporte de fluido, en particular un sistema (1198) de alivio de presión de gas para una red (1197) de transporte de gas, que comprende:
 - 25 - al menos un dispositivo (800) de turbina tubular según cualquiera de las reivindicaciones anteriores 1 a 8,
 - 30 - estando una entrada (1101) del dispositivo (800) de turbina tubular conectada a una primera tubería (1191) de red de transporte que tiene un primer nivel de presión de fluido y estando una salida (1103) del dispositivo (800) de turbina tubular conectada a una segunda tubería (1193) de red de transporte que tiene un segundo nivel de presión de fluido,
 - siendo el segundo nivel de presión de fluido menor que el primer nivel de presión de fluido.
- 35 11. Uso de un dispositivo (800) de turbina tubular de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores 1 a 8 para realizar un alivio de presión de fluido desde un primer nivel de presión de fluido a un segundo nivel de presión de fluido en una red (1197) de transporte de fluido, convirtiéndose la energía mecánica en energía eléctrica por medio del generador (808).

DIBUJOS

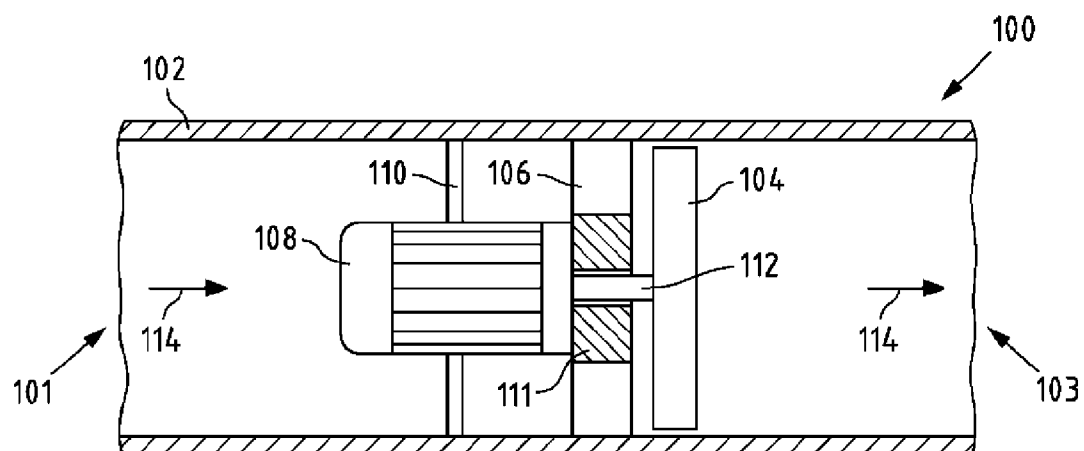


Fig.1

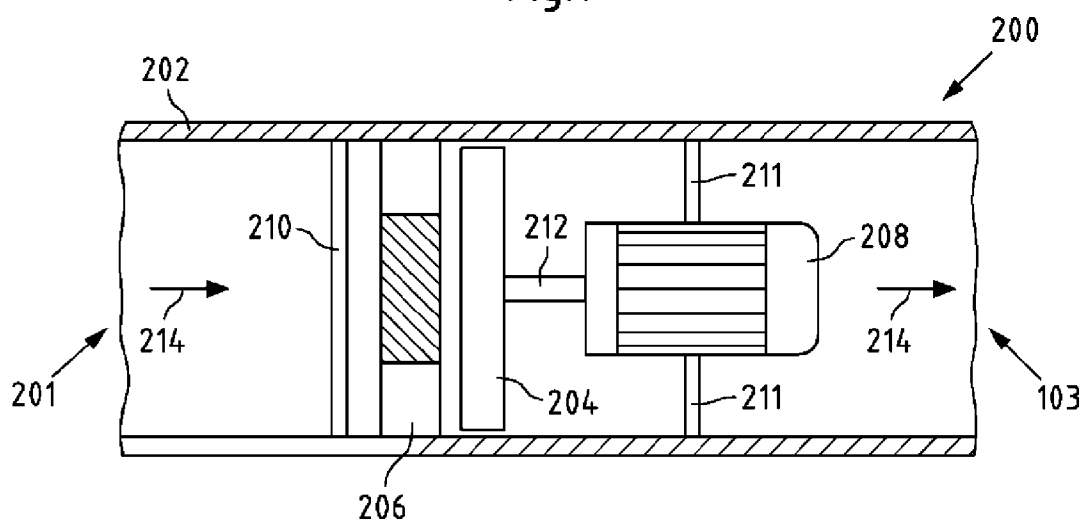


Fig.2

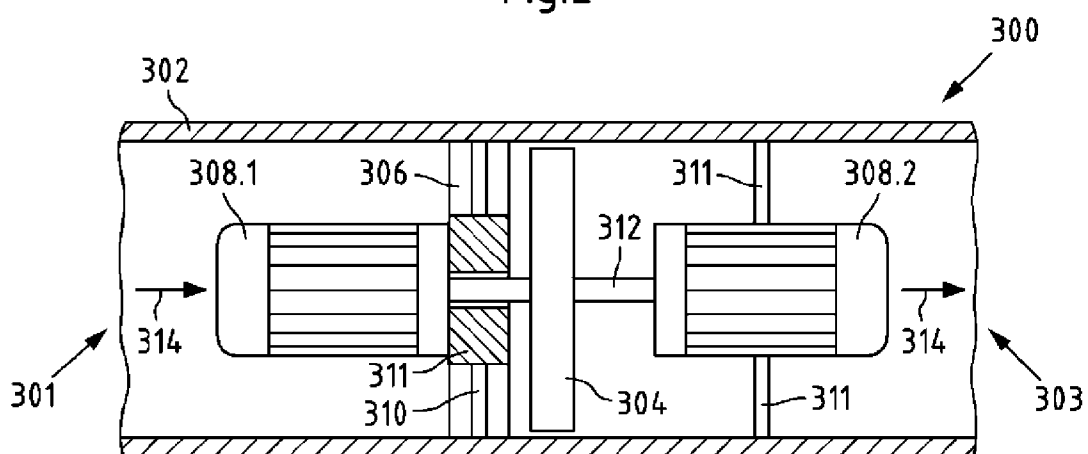


Fig.3

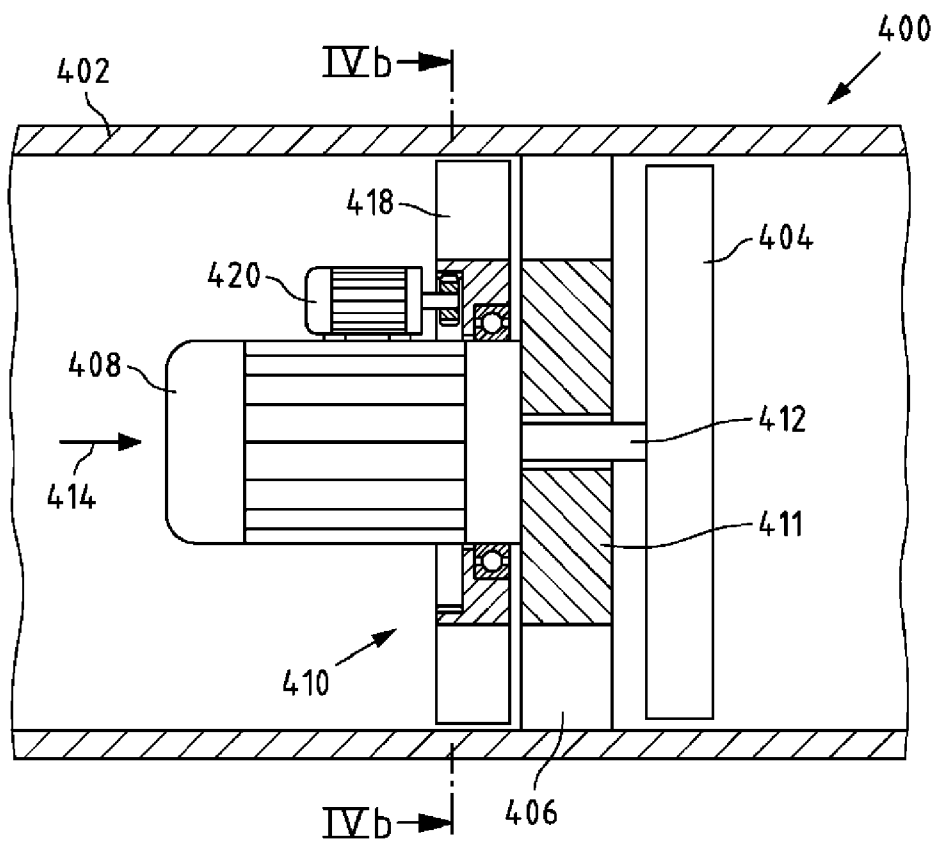


Fig. 4a

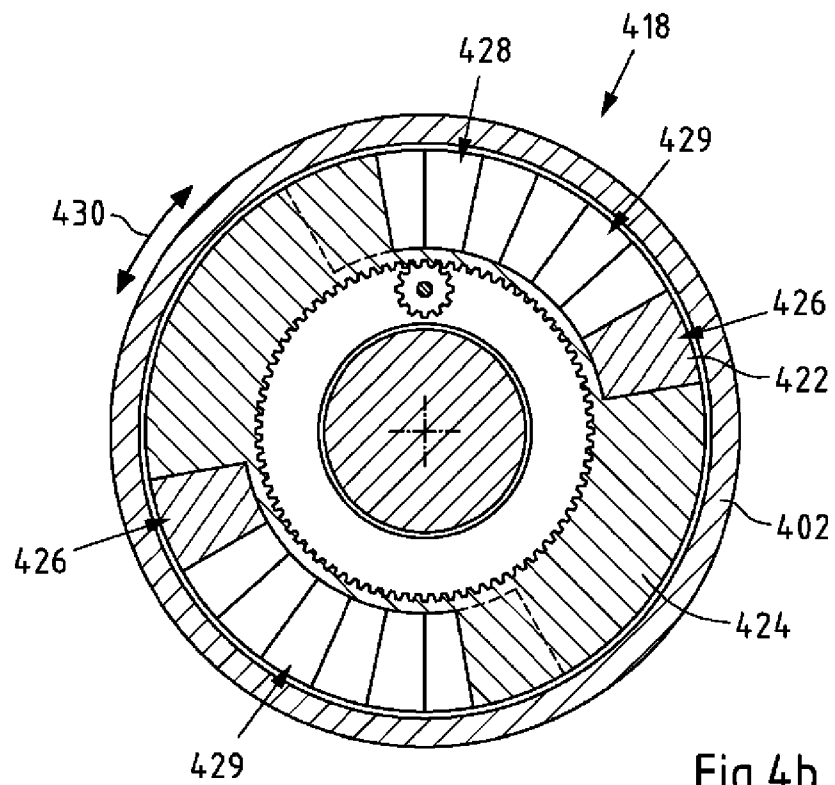


Fig. 4b

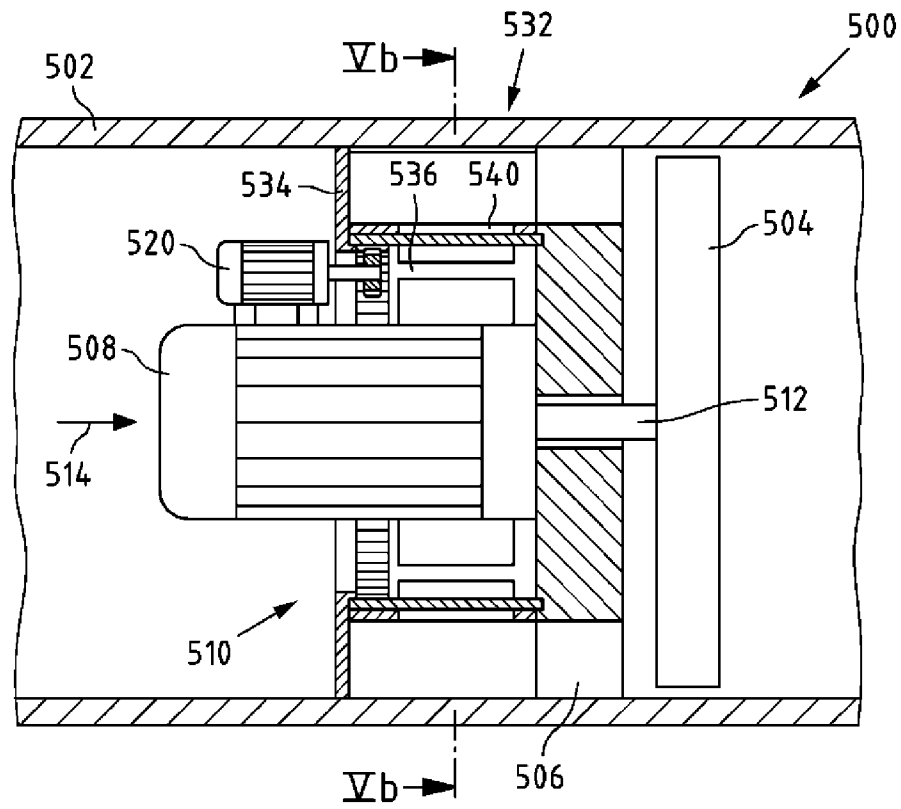


Fig.5a

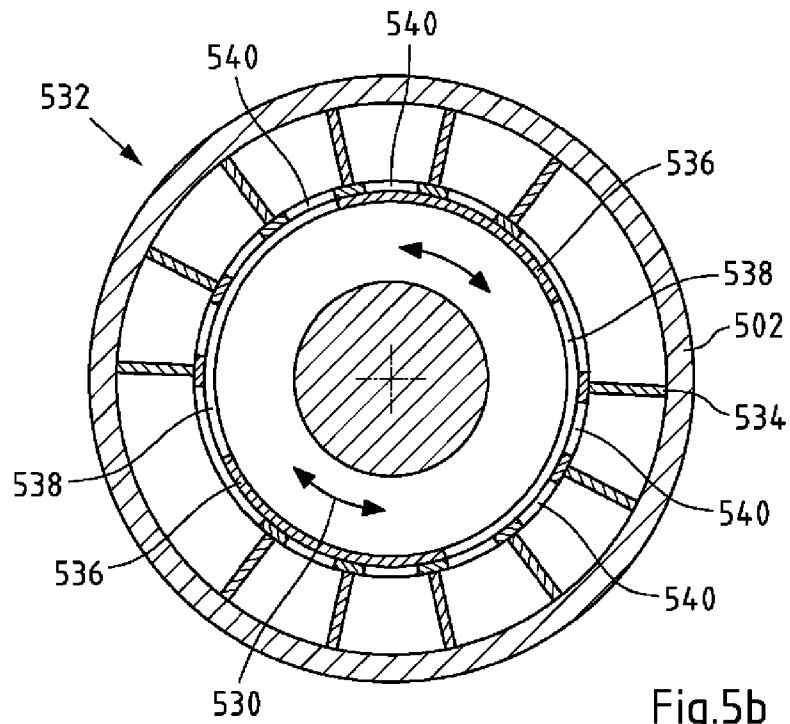


Fig.5b

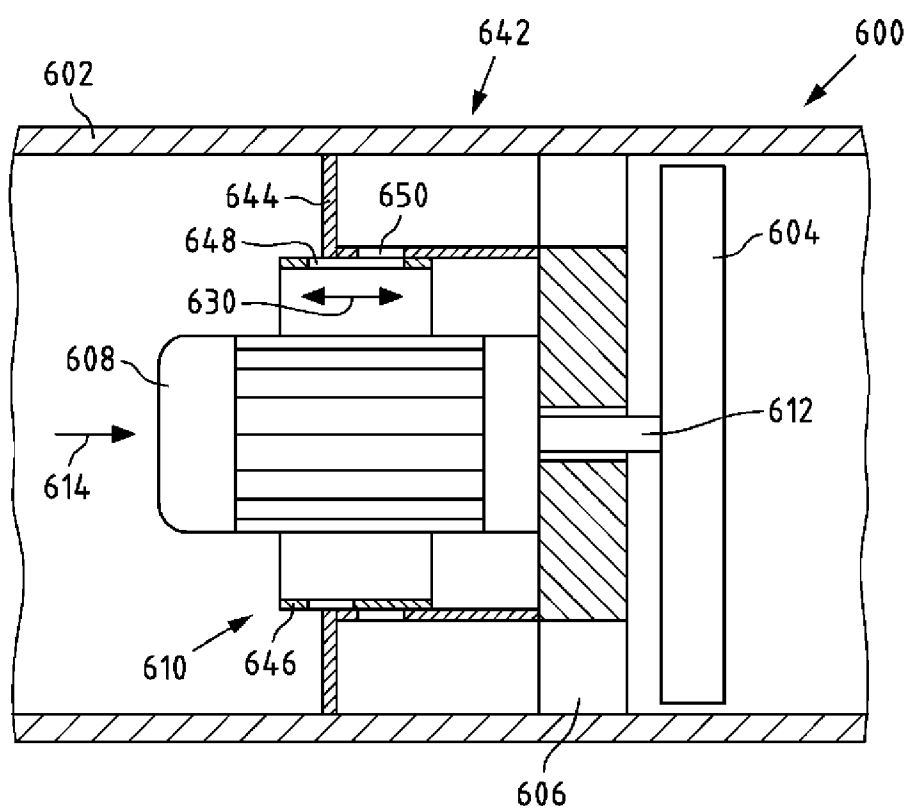


Fig.6a

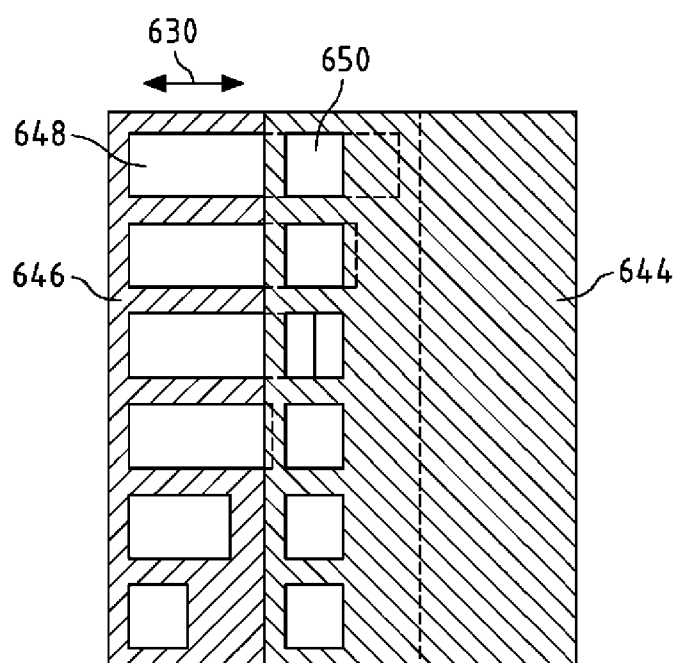


Fig.6b

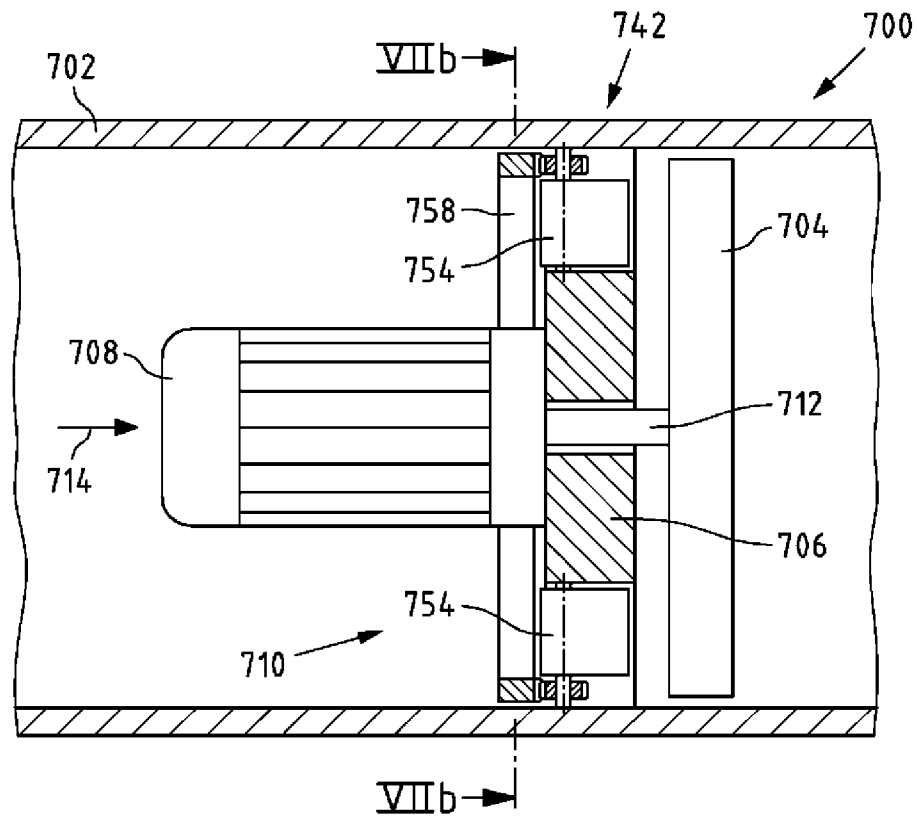


Fig. 7a

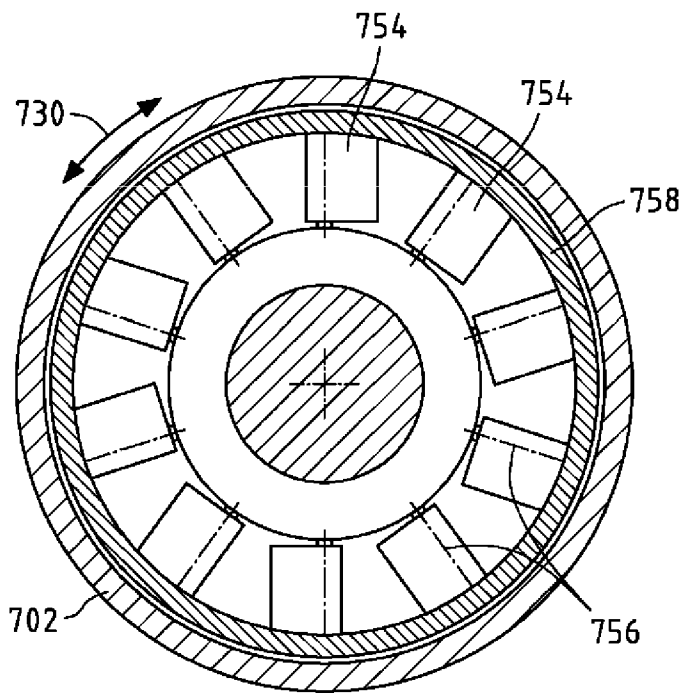


Fig. 7b

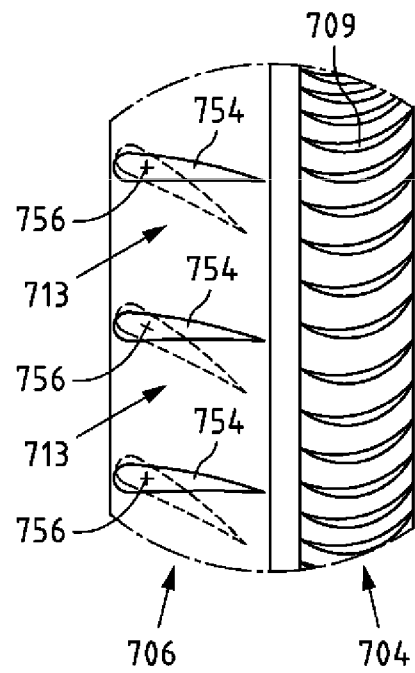


Fig. 7c

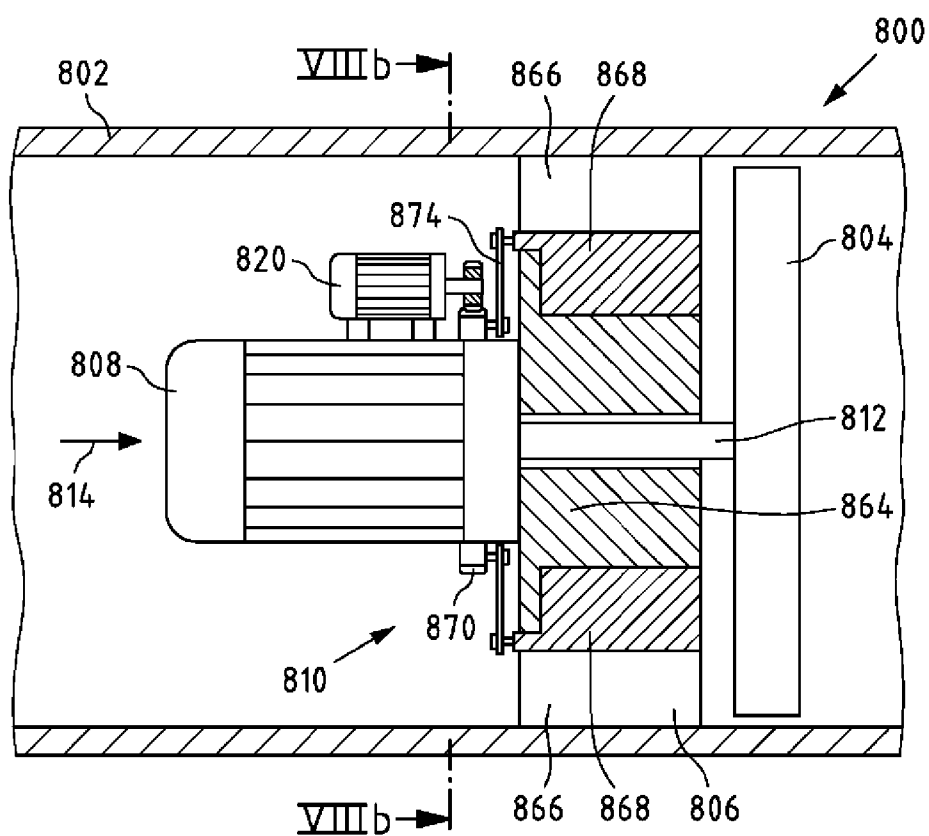


Fig.8a

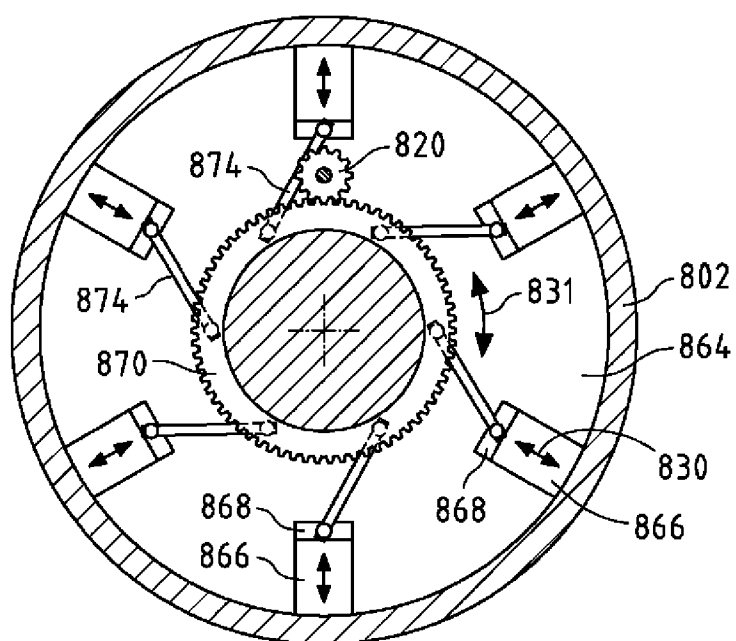


Fig.8b

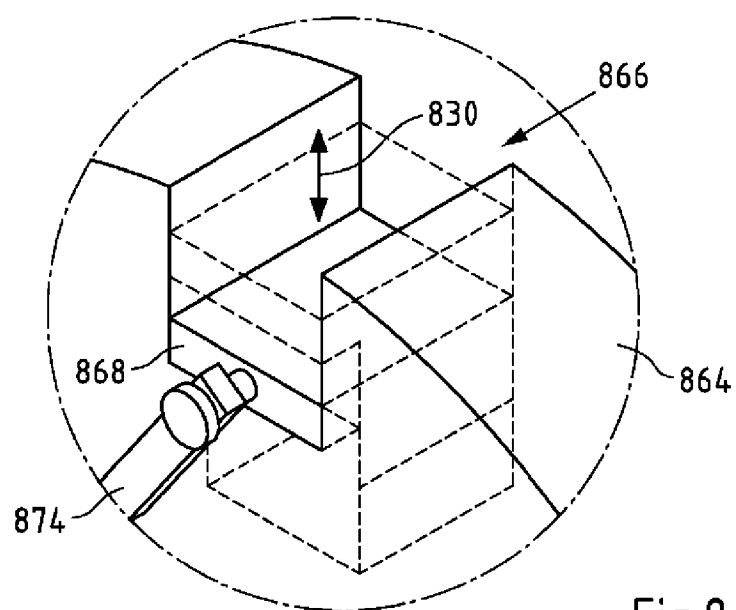


Fig.8c

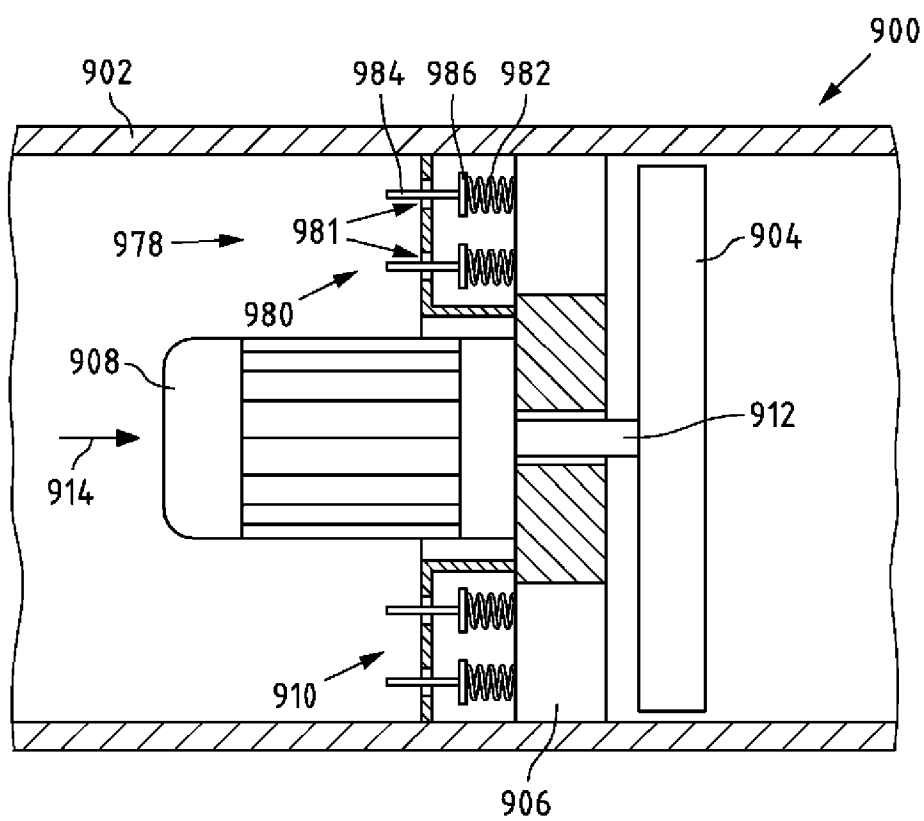


Fig.9

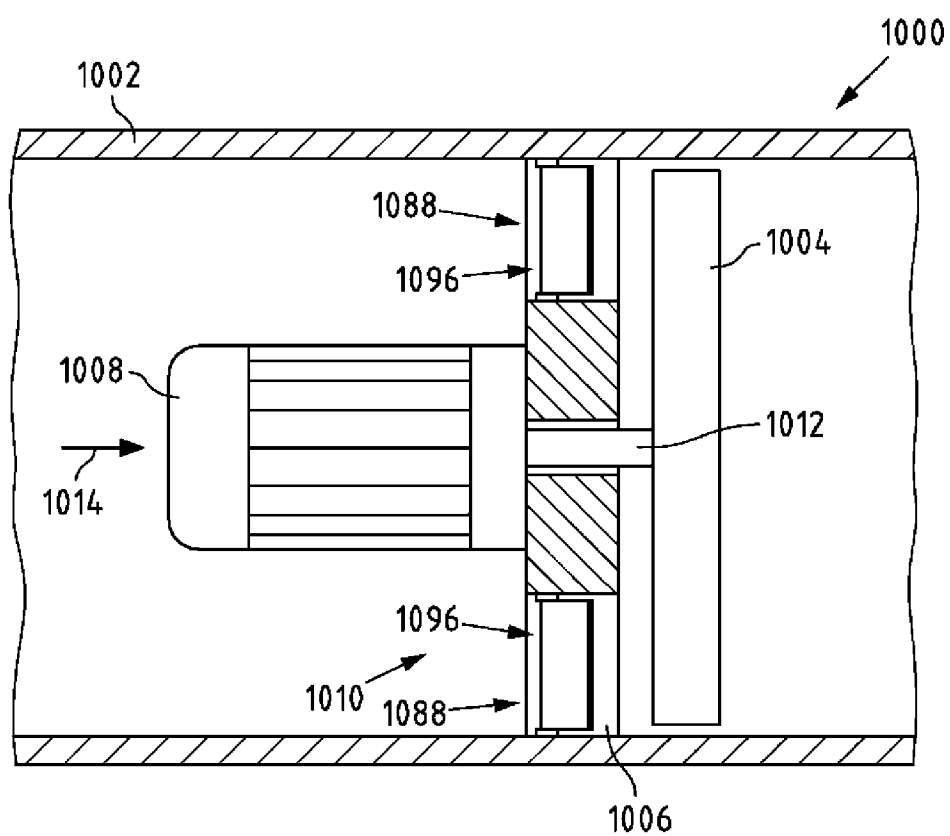


Fig.10a

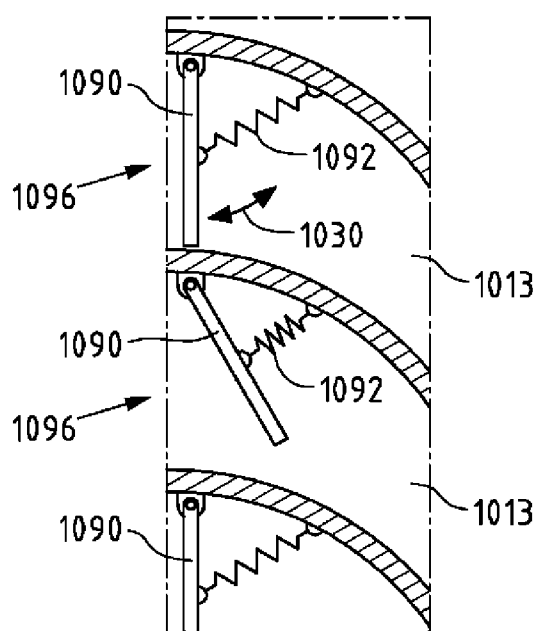


Fig.10b

