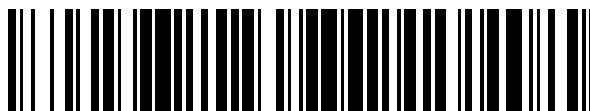


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 373 993**

51 Int. Cl.:
F03B 1/04 (2006.01)
F03B 11/08 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **07726029 .7**
96 Fecha de presentación: **14.06.2007**
97 Número de publicación de la solicitud: **2035689**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **18.03.2009**

54 Título: **TURBINA PELTON CON UN SISTEMA DE ADMISIÓN.**

30 Prioridad:
03.07.2006 DE 202006010272 U

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
10.02.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
10.02.2012

73 Titular/es:
**ERLACH CONSULT JEC
GUSTAV-WERNER-STRASSE 7
88213 RAVENSBURG, DE**

72 Inventor/es:
**ERLACH, Josef y
STAUBLI, Thomas**

74 Agente: **de Elzaburu Márquez, Alberto**

ES 2 373 993 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Turbina Pelton con un sistema de admisión

5 La invención se refiere a una turbina Pelton con un sistema de admisión para tres a seis toberas, que presenta un tubo de presión con un elemento de distribución, desde el que se derivan unos conductos de admisión hacia las toberas individuales, que inyectan con un chorro libre sobre las copas de una rueda motriz.

10 En las turbinas Pelton horizontales de una pluralidad de toberas era un problema hasta ahora la descarga del agua. En la solicitud de patente PCT/EP2005/012783 se muestran soluciones para la descarga del agua, que son suficientes también para tres a seis toberas de una disposición horizontal del eje de la turbina. La utilización de la rueda motriz con tres a seis toberas es, naturalmente, esencialmente más favorable, puesto que la rueda motriz aparece más pequeña con la misma potencia. Pero más toberas significan también sobrecostes para toberas, conductos de admisión y elementos de válvula. La publicación de patente japonesa JP 8218999 muestra esta problemática para turbinas Pelton horizontales con dos a cuatro toberas.

15 La transición desde un tubo de presión a un elemento de distribución y a tres y más conductos de admisión suponía hasta ahora, en un tipo de construcción vertical, construcciones en espiral costosas a partir de piezas envolventes curvadas y soldadas, para conseguir una aceleración cuidadosa y a ser posible libre de torsión hasta el chorro libre.

20 En la publicación de patente DE 326404 se muestra una turbina vertical de chorro libre. Un elemento de válvula en forma de un toro hueco es insertado en la periferia en dirección axial desde un tubo de presión, de manera que la circulación entre en el toro con una curvatura de 90°. En el espacio interior libre del toro están alojados el árbol de la rueda motriz y cojinetes de la turbina. Cuatro tubos de distribución se ramifican en dirección radial hacia fuera desde el toro y conducen en cada caso con dos curvaturas de 90° hacia las toberas respectivas en la horizontal. En los tubos de distribución están dispuestos al mismo tiempo el soporte de base para el sistema de tubo y la mecánica, que regula las toberas de forma simultánea a través de accionamiento de cadenas. El objeto de esta disposición es la inserción central y la fijación de los cojinetes de los árboles de las turbinas así como la absorción de las fuerzas tangenciales generadas con respecto a la rueda motriz en las columnas de apoyo de los tubos de distribución. Estas ventajas mecánicas conducen a una conducción de la circulación desfavorable, afectada con pérdidas, puesto que la entrada en el toro se realiza en primer lugar con una curvatura de 90° desde el tubo de presión radialmente hacia dentro, mientras que los tubos de distribución inmediatamente adyacentes terminan en ángulo agudo radialmente hacia fuera.

30 Una instalación horizontal de tres toberas de la antigua Firma Sulzer Escherwyss (Ravensburg, Alemania) existe, por ejemplo, en Costa Rica con el nombre de instalación "Don Pedro". Una instalación horizontal de dos toberas de la Firma Voith AG (Heidenheim, Alemania) existe, por ejemplo, en Kaunertal en Tirol, Austria con el nombre de la instalación "Prutz". Hasta ahora no son habitual números de toberas mayores para instalaciones horizontales en el intervalo de potencia sobre 100 KW. En un tipo de construcción vertical, por ejemplo, para instalaciones de seis toberas, como se construyen por la Firma Voith AG o se muestran por la Firma Fuji Electric Co. LTD en la publicación de patente japonesa JP 5005478, los tubos de admisión parten desde un tubo de distribución que se estrecha cónicamente en forma de espiral.

35 El problema de la presente invención es crear un sistema de admisión de coste favorable para turbinas Pelton con tres a seis toberas. Esto se consigue con los rasgos característicos de la reivindicación 1 independiente.

40 La disposición de acuerdo con la invención tiene la ventaja de que la circulación hacia cada una de las tres o más toberas es igual, cuando todas las toberas están en funcionamiento, y de que el cierre de una tobera solamente influye en una medida no esencial sobre la circulación en las otras toberas. Otra ventaja reside en que prácticamente todas las partes del tubo de distribución central y de los conductos de admisión se pueden ensamblar a partir de piezas normalizadas, como son habituales en la construcción de tuberías y en la construcción de calderas. En oposición a un elemento de distribución en forma de una espiral que se encuentra en el exterior, se consiguen ahorros de peso y una reducción considerable de la longitud de la costura de soldadura en el sistema de admisión. Las reivindicaciones dependientes 2 a 21 representan desarrollos ventajosos de la invención.

45 Un ensanchamiento cónico del tubo de distribución implica un retardo de la circulación, que impide que a la entrada a los conductos de admisión se produzcan velocidades más elevadas que, por ejemplo, en el conducto de presión. Al mismo tiempo, en esta zona de circulación más lenta tiene lugar una compensación sin pérdidas de la circulación, cuando algunas toberas individuales están cerradas.

50 Cuando el eje del tubo de distribución central coincide con el eje de la rueda motriz y los conductos de admisión están dispuestos simétricamente al eje del tubo de distribución de tal manera que se separan a través de rotación alrededor de este eje, entonces se pueden conseguir relaciones de circulación idénticas en las toberas. Al mismo tiempo, de acuerdo con el número de toberas, se obtienen conductos de admisión idénticos, lo que simplifica la fabricación.

Otra gran ventaja resulta en el caso de la adaptación a diferentes alturas de caída y números de revoluciones como también en el caso de transformaciones con incremento de la altura de caída, lo que se aplica con frecuencia ya en el caso de un incremento planificado de la potencia, colocando el colector de agua en un lugar que se encuentra geodésicamente más alto. En tal caso, se modifica el diámetro de la rueda motriz y eventualmente el número de revoluciones. En instalaciones convencionales de varias toberas, esto tiene como consecuencia la renovación completa del conducto de distribución y de los conductos de admisión que se derivan del mismo hasta las toberas, mientras que en el sistema de acuerdo con la invención el tubo de distribución central permanece inalterado y solamente se corrigen los conductos de admisión en una medida insignificante en su ángulo tangencial en el plano de la rueda motriz y en su longitud en el plano de la rueda motriz, para que las toberas se coloquen en la posición prescrita con respecto a la nueva rueda motriz.

Para turbinas Pelton, en las que las toberas están distribuidas de manera uniforme sobre la periferia de la rueda motriz, se obtiene también una distribución uniforme de los conductos de admisión en el tubo de distribución central, ya sea porque están conducidos a través del fondo de cierre o a través de la superficie envolvente del tubo de distribución central. Esto conduce a un aprovechamiento especialmente favorable de la sección transversal interior del tubo de distribución central.

Se consigue otra mejora en cuanto a la circulación cuando los conductos de admisión penetran en forma de un codo de tubo en la circulación del tubo de distribución central. La desviación desde el eje del tubo de distribución tiene lugar entonces ya en el codo de tubo con la circulación acelerada.

Esta desviación es apoyada a través de orificios, por ejemplo, en forma de ranuras transversales en la entrada de estos codos de tubo. Puesto que los tubos de admisión, debido a las altas presiones en turbinas Pelton, deben presentar un espesor mínimo de pared S relativamente grande, la forma de los orificios o de las ranuras en la entrada de los codos de tubos se pueden utilizar al mismo tiempo para la conducción de la circulación de los caudales de agua que circulan a través de los mismos. Las medidas siguientes han sido establecidas, muy en general, en ensayos como medidas esenciales para el "cebado" de una capa límite en un tubo o codo de tubo que penetra en un tubo de distribución con una proyección. Conducen a la reducción de las pérdidas de entrada y a la prevención de una torsión de entrada, que se podría prolongar hasta el chorro libre:

- el canto de entrada debería presentar una inclinación hacia el lado interior,
- los orificios o ranuras deberían presentar de la misma manera una inclinación alrededor de un ángulo β de 30° a 60° con respecto a la línea envolvente del conducto de admisión en la dirección longitudinal,
- los orificios o ranuras deberían estar en cada caso en una serie sobre una línea periférica y ocupar allí entre el 60 y el 80 % de la periferia,
- se pueden disponer cerca unas detrás de las otras dos o más series en la dirección de la circulación,
- la anchura B de las ranuras u orificios, medida transversalmente a la inclinación, debería estar entre 20 % y 60 % del espesor de la pared del tubo S , con preferencia 40 %,
- en el caso de ranuras, a lo largo de la periferia es conveniente una longitud L de diez veces a veinte veces la anchura B ,
- la distancia A entre los orificios de series adyacentes debería corresponder aproximadamente al espesor de pared S ,
- las paredes entre los orificios o ranuras transversales de series adyacentes deberían presentar sobre el lado de admisión un chaflán simétrico con respecto a su inclinación.

El coeficiente de resistencia ζ (zeta) para la entrada es de esta manera considerablemente más favorable (por ejemplo, $\zeta = 0,25$ con un diámetro del tubo de 140 mm, un espesor de pared S de 5 mm, con tres series con ranuras transversales y una velocidad media del agua de 3,5 m/s; con un redondeo / biselado adicional de los cantos de entrada en las ranuras se consigue $\zeta = 0,2$; sin medidas es $\zeta = 0,6$).

Estos resultados se aplica, muy en general, es decir, también para tubos de salida rectos desde un tubo de distribución, cuando penetran en el tubo de distribución con una proyección a una distancia a , que corresponde al menos al 20 % del diámetro d del tubo del conducto de admisión, y presentan las medidas indicadas aquí.

Puesto que los conductos de admisión, en el caso abertura a través del contorno exterior del tubo de distribución central, forman ya un ángulo de $20^\circ < \alpha < 70^\circ$ con el eje del tubo de distribución central, los conductos de admisión son conducidos, sin desvíos grandes, a una distancia b mayor con respecto al eje de la rueda motriz y conducen en una curvatura de las toberas con circulación acelerada al plano de la rueda motriz, de manera que la suma de las desviaciones fuera del tubo de distribución central corresponde a un ángulo claramente inferior a 180° .

5 La disposición con conductos de admisión disgustos de manera uniforme sobre la periferia del tubo de distribución y con curvaturas de tubo que penetran en el tubo de distribución tiene como consecuencia, para instalaciones de tres a seis toberas, un aprovechamiento especialmente bueno de la sección transversal del tubo de distribución a la altura de la entrada en la curvatura de tubo. O bien expresado de otra manera: el tubo de distribución debe tener en la entrada a los tubos de admisión tal vez solamente un diámetro mayor en un factor 1,25 que el conducto de presión, cuando las velocidades medias en los conductos de admisión y en el conducto de presión son de la misma magnitud.

10 Si se supone para mayor simplicidad que se trata de círculos, que se tocan a la altura de la entrada a los codos de tubo, y se asocia al tubo de distribución un radio R_2 , al conducto de presión un radio R_1 y a los conductos de admisión un radio r , entonces resulta con n conductos de admisión las siguientes relaciones generales:

$$r = \frac{R_1}{\sqrt{n}} \text{ y } \frac{r}{R_2 - r} = \cos(90^\circ - 360^\circ / 2n)$$

15 que se representan en la figura 7 para la geometría con tres conductos de admisión. Si se resuelven estas relaciones según R_2 , entonces resulta la Tabla siguiente:

n =	2	3	4	5	6	7
$R_2/R_1 =$	1,414	1,244	1,207	1,208	1,224	1,249

Para tener todavía espacio suficiente para la soldadura de los codos de tubo en los fondos de cierre, es necesaria una adición de 10 – 40 % al diámetro de la superficie envolvente.

20 De tres a seis conductos de admisión dan como resultado un aprovechamiento óptimo del tubo de distribución. En el caso de siete conductos de admisión, el aprovechamiento R_2/R_1 sería también todavía bueno cuando lo permiten las relaciones de la circulación en la rueda motriz. En el caso de dos conductos de admisión, el aprovechamiento es malo.

25 La Tabla siguiente muestra que un tubo de distribución corto formado por elementos normalizados y con números de toberas de tres a seis toberas da como resultado soluciones ventajosas con número creciente de toberas para el ahorro de peso en los tubos de admisión. Con la misma conducción lineal, en el caso de transición de dos a seis conductos de admisión resulta una relación del diámetro de 81/47, que influye al cuadrado sobre el espesor mínimo de la pared y conduce a un ahorro de material de aproximadamente 30 – 40 %.

n =	2	3	4	5	6	7
Tubo de presión D1 =	100	100	100	100	100	100
Tubo de distribución D2 =	196	171	163	160	160	161
Tubo de admisión D3 =	81	66	57	51	47	43

30 Se pueden emplear instalaciones con seis toberas de acuerdo con el documento PCT/EP2005/012783 verticalmente y nuevas también horizontalmente sin perjuicios. Las ventajas para una rueda motriz pequeña que resulta de ello con generador pequeño, que puede estar montado en determinadas circunstancias también en voladizo sobre el árbol del generador, se apoyan a través de la presente solicitud con un sistema de admisión de coste favorable.

35 Para los ahorros posibles en toberas y órganos de bloqueo correspondientes en instalaciones de varias toberas existe una solicitud paralela, de manera que con estas tres invenciones se da un concepto para instalaciones compactas de coste favorable. Para instalaciones más pequeñas, como son necesarias, por ejemplo, para "soluciones aisladas" de la alimentación de corriente para aldeas de montaña, es posible montar el generador, la turbina Pelton y el sistema de admisión sobre un único bastidor de base. De esta manera, se pueden instalar unidades compactas de hasta 3 MW en un contenedor. ("Sistema dimensionado como contenedor") y se pueden

40 transportar, instalar y poner en funcionamiento directamente en el lugar de destino.

En ocasiones llegan arena y piedras pequeñas a los conductos de presión y a los conductos de distribución y dañan y erosionan las partes siguientes como boquilla de toberas, agujas de toberas o copa de rueda motriz. Debido al peso específico mayor con respecto al agua, las partículas de arena son arrastradas en la zona del fondo de tuberías y a velocidades mayores son arrastradas a las trayectorias exteriores de curvaturas. La experiencia muestra que en las turbinas Pelton convencionales sin separador de arena, la arena llega

- en las turbinas de una tobera directamente a la tobera,
- en las turbinas horizontales de dos y tres toberas con ataque de la circulación desde arriba, con preferencia a la primera tobera,
- en turbinas horizontales de dos y tres toberas con ataque de la circulación desde abajo, con preferencia a la última tobera, y
- en turbinas verticales de tres a seis toberas, de forma predominante a la última tobera.

Por lo tanto, en la presente invención para turbinas horizontales es ventajoso instalar un separador de arena en el extremo del ensanchamiento cónico del tubo de distribución, que retarda la circulación y favorece una bajada de la arena hacia el fondo. Este separador de arena puede estar constituido, por ejemplo, por un tubo ciego soldado, en cuyo extremo está colocada una instalación de lavado en forma de un grifo de bola. A través de la apertura esporádica del grifo de bola se puede descargar la arena junto con el agua. Un rastrillo, que está soldado a la altura de la superficie envolvente del ensanchamiento cónico, apoya la separación de arena, suprimiendo la formación de un torbellino en el tubo ciego, puesto que en cada una de sus ranuras que se encuentran transversalmente a la circulación presenta una presión dinámica aproximadamente igual. Al mismo tiempo forma un refuerzo mecánico en la superficie envolvente interrumpida del ensanchamiento cónico.

Se consigue una mejora adicional para una turbina Pelton con el sistema de admisión descrito hasta ahora cuando las toberas conectadas rígidamente con los conductos de admisión se pueden regular a través de conexiones articuladas desprendibles en el plano de la rueda motriz en un intervalo angular pequeño de máximo 8° para modificar en una medida insignificante el diámetro d_1 del círculo de los chorros libres que inciden sobre las copas. Normalmente, es suficiente una regulación de más / menos 2° para compensar las desviaciones condicionados por la estación en la altura de caída H desde una altura de caída H óptima a través de un desplazamiento horizontal provocado con esta regulación de la curva característica del rendimiento, para que la desviación condicionada por la estación sea de nuevo óptima. Es decir, que en el caso de un incremento de la altura de caída H condicionado por la estación, el diámetro d_1 del círculo del chorro se corrige debido a la elevada velocidad de salida a un valor mayor d_{1max} con velocidad circunferencial adaptada, para poder conseguir de nuevo un óptimo; y a la inversa en el caso de una altura de caída reducida condicionada por la estación, se realiza una disminución a un diámetro del círculo del chorro d_{1min} .

En cuanto al diseño, la capacidad de regulación se soluciona porque, por una parte, la tobera se apoya como primera articulación esférica fijable con un contorno exterior de forma esférica en un embudo de forma cónica de los elementos rígidos de la turbina, pudiendo ser estos elementos un anillo de carcasa o un anillo de inyección, como se describe en el documento WO2006/066691, y porque, por otra parte, el propio conducto de admisión forma una segunda articulación esférica fijable.

La recta de unión de los puntos medios M_1 y M_2 en la vista desde la dirección-x y la dirección-y es el eje de articulación imaginario. Cuanto más paralelos están los puntos medios M_1 y M_2 de estas dos articulaciones esféricas con sus rectas de unión con respecto al eje de la rueda motriz, tanto más exactamente se realiza el ajuste del chorro libre en el plano de la rueda motriz. Si debe realizarse por el diseño una desviación en dirección-x, ésta se puede compensar de nuevo a través de una corrección en dirección-y.

Las articulaciones esféricas se fijan en cada caso por medio de anclajes de tracción entre bridas opuestas. En este caso, para la primera articulación esférica en la tobera no son necesarios elementos de obturación, mientras que la segunda articulación esférica en el conducto de admisión requiere elementos de obturación en la superficie esférica, que deben cumplir todas las condiciones de funcionamiento.

Para realizar una regulación condicionada por la estación, que está, por ejemplo, en 2°, se pueden prever, por ejemplo, elementos de apoyo para los conductos de admisión a una distancia c desde el eje de articulación común de las dos articulaciones esféricas, que conducen a través de diferentes arandelas del soporte a una regulación angular ε prevista del chorro libre. También es conveniente una fijación en los puntos de soporte para absorber al mismo tiempo fuerzas de la desviación del chorro así como fuerzas de retroceso condicionadas por el chorro libre y para descargar las articulaciones esféricas.

A continuación se representa la invención con la ayuda de ejemplos de realización. En este caso:

La figura 1 muestra de forma esquemática una sección longitudinal a través de un sistema de admisión de acuerdo con la invención.

La figura 2 muestra de forma esquemática una sección transversal de la figura 1 a la altura del plano de la rueda motriz.

- 5 La figura 3 muestra de forma esquemática una sección transversal de la figura 1 a la altura de la entrada en los conductos de admisión.

La figura 4 muestra de forma esquemática un fragmento ampliado de la figura 1 con un codo de tubo, que penetra en el interior del tubo de distribución, de un conducto de admisión.

- 10 La figura 5 muestra de forma esquemática un tubo de distribución, en el que los tubos de admisión penetran a través de la superficie envolvente.

La figura 6 muestra de forma esquemática y muy ampliada un fragmento del fondo de cierre de un tubo de distribución, en el que penetra un tubo de admisión, que muestra medidas para el "cebado" de la capa límite en la zona de la entrada.

- 15 La figura 7 muestra de forma esquemática las relaciones geométricas en la sección transversal de un tubo de distribución con tres o bien seis conductos de admisión en forma de codos de tubo penetrantes.

La figura 8 muestra de forma esquemática e montaje de un separador de arena en un tubo de distribución con ensanchamiento cónico para turbinas Pelton horizontales.

La figura 9 muestra de forma esquemática una sección en el plano de la rueda motriz, que muestra la modificación del diámetro del círculo del chorro.

- 20 La figura 10 muestra de forma esquemática una vista de la figura 9 en dirección X y ampliadas una primera y una segunda articulaciones esféricas fijables, y

La figura 11 muestra de forma esquemática las curvas características de rendimiento de una turbina Pelton en función de la altura de caída H con dos diámetros diferentes del círculo del chorro.

En las figuras se utilizan los mismos signos de referencia para las mismas funciones.

- 25 En las figuras 1, 2, 3 y 4 se muestra una turbina Pelton horizontal con seis toberas 18, 18a, con un sistema de admisión correspondiente y con un generador 27. Una tobera 18a está representada más grande y más larga que las otras, puesto que debe ser una tobera de aguja regulable, mientras que las otras cinco toberas solamente presentan órganos de bloqueo integrados. Las toberas 18, 18a están fijadas y alineadas en un anillo de apoyo, que desvía al mismo tiempo lateralmente salpicaduras de agua y está apoyado sobre una pata 30 en un cimientado o bastidor de base. Esto posibilita construir la carcasa 26 relativamente ligera de varias partes, cuando la rueda motriz 8, que lleva las copas 10, está apoyada con sus cojinetes de la misma manera directamente en el cimientado o en un bastidor de base.
- 30

- El agua circula desde un conducto de presión 1, a través de un órgano de bloqueo 23 integrado y llega al tubo de distribución central 4, que pasa a través de un ensanchamiento cónico 24 a un fondo de cierre 6, que corresponde a un fondo de cuerpo de la construcción de la caldera. El eje 5 del tubo de distribución central 4 y el eje 7 de la turbina Pelton están alineados. Las toberas 18, 18a están distribuidas de una manera uniforme sobre la periferia de la rueda motriz. De la misma manera, los conductos de admisión 3 están distribuidos de una manera uniforme alrededor del eje 5, de manera que se separan a través de rotación alrededor del eje 5. Los conductos de admisión 3 se separan en un ángulo α desde el tubo de distribución 4, pasan a una distancia b a la horizontal y sobre una curvatura de tobera 16 de 90° con circulación acelerada al plano de la rueda motriz hacia las toberas, que generan en cada caso un chorro libre 9. Los conductos de admisión 3 están interrumpidos por conexiones de bridas 25 y penetran en cada caso con un codo de tubo 13 en el tubo de distribución central 4, de manera que el codo de tubo 13 presenta una curvatura, como si quisiera desembocar paralelamente al eje 5 en contra de la circulación.
- 35
- 40

- Entre las secciones de tubo de desembocadura y antepuesto frente a éstas en contra de la dirección de la circulación está dispuesto un cuerpo de desplazamiento 20 de forma cónica. Los codos de tubo 13 están soldados en aberturas 11 del fondo de cierre 6 y penetran con una proyección 19 en el interior del tubo de distribución central. Dentro de la proyección están realizadas dos series de ranuras transversales 14 distribuidas sobre la periferia, cuya geometría se aborda en la descripción de la figura 6.
- 45

- La figura 5 corresponde a la representación de un tubo de distribución central 4 como en la figura 1. A diferencia de la figura 1, en el ensanchamiento cónico 24 se conecta una sección de tubo cilíndrica 31, en cuya superficie envolvente están dispuestas aberturas 11 para los conductos de admisión 3, que forman de la misma manera con un codo de tubo 13 soldado una proyección 19. Están dispuestas dos series de ranuras transversales 14 distribuidas
- 50

sobre la periferia. El cuerpo de desplazamiento 20 que sobresale en el centro sobre la entrada de los tubos de admisión 3 está configurado de forma cónica. Su sección transversal puede ser de forma circular. Pero de la misma manera puede estar compuesto por superficies envolventes cóncavas, para adaptarse mejor a los codos de tubo 13 adyacentes.

5 En la figura 6 se representan medidas para la mejora de la circulación 28 en la entrada al conducto de admisión 3. El conducto de admisión 3 penetra con una proyección 19 a una distancia 'a' dentro del tubo de distribución central 4, de manera que está soldado en el fondo de cierre 6. Posee un diámetro interior d y un espesor de pared S. En la proyección 19 están realizadas unas ranuras transversales 14 distribuidas sobre la periferia en tres series 17, de manera que en las series 17 adyacentes, las ranuras transversales 14, medida perpendicularmente a la inclinación 22, presenta una distancia A entre centros en el orden de magnitud del espesor de pared S. Las ranuras transversales tienen una longitud L, que es un múltiplo de la anchura de la ranura B. La anchura de la ranura B es menor que el espesor de pared S para guiar un poco la circulación en la ranura. Las ranuras están realizadas bajo un ángulo de inclinación β de aproximadamente 45° inclinadas hacia dentro y están superpuestas, para que las paredes que se encuentran en medio formen una rejilla de circulación. Obre el lado de entrada exterior, las paredes entre las ranuras están provistas simétricamente a la inclinación 22 con un chaflán 21 y están redondeadas. El canto de entrada del conducto de admisión está biselado igualmente hacia dentro en una inclinación 22.

La figura 7 ya ha sido descrita anteriormente en la parte general. En el ejemplo de $n = 3$ o bien $n = 6$ conductos de admisión se representa en la geometría y en la fórmula cómo se realiza el aprovechamiento del tubo de distribución central. El ángulo γ , cuyo coseno corresponde a la relación $r/(R_2-r)$, es:

20
$$\gamma = 90^\circ - 360^\circ/2n = 30^\circ \text{ o bien } 60^\circ$$

En la figura 8 se muestra un tubo de distribución central 4 como en el ejemplo de la figura 1. En la superficie envolvente 12 del ensanchamiento cónico 24 está soldado un tubo ciego 32 aproximadamente en el punto más profundo para capturar las partículas de arena, que son arrastradas a lo largo del fondo, con la ayuda de la fuerza de la gravedad. A tal fin, el tubo ciego 32 forma con una brida de cierre 34 un saco cerrado, en el que se separan las partículas de arena. Para que a través de la circulación que fluye por delante no se produzca ningún torbellino en el saco, que pudiera elevar en suspensión de nuevo también las partículas de arena, el orificio 37 hacia la superficie envolvente 12 está provisto con un rastrillo 33 orientado transversalmente a la circulación. En este rastrillo 33 son esenciales los perfiles longitudinales que están transversalmente a la circulación, que forman ranuras 36 con agua estancada, en las que se pueden depositar las partículas de arena. La división de la sección transversal del tubo ciego 32 en esta zona en ranuras transversales 36 provoca que en lugar de un torbellino grande en el tubo ciego puedan aparecer como máximo todavía apéndices de torbellinos pequeños dentro de las ranuras individuales.

En la brida de conexión 34 está montado un grifo de bola 35, que se abre de forma esporádica para eliminar la arena acumulada junto con agua.

35 En las figuras 9 y 10 se muestra un conducto de admisión 3 con una tobera 18, que inyecta un chorro libre 9 sobre un diámetro d_1 del círculo del chorro tangencialmente sobre las copas 10 de una rueda motriz 8. La tobera 18 posee una superficie exterior de forma esférica, con la que se apoya sobre una superficie interior de forma cónica de un anillo de carcasa 38 y de esta manera forma una primera articulación esférica 41 con punto medio M_1 . La tobera 18 está ensanchada en el exterior hacia una brida, que está fijada por medio de anclajes de tracción 43 hacia el anillo de la carcasa 38 y que retiene la tobera en una posición predeterminada. Al mismo tiempo se absorben aquí también las fuerzas, que se producen a través de la desviación del agua en el conducto de admisión 3 y la fuerza de retroceso del chorro libre 9.

45 Otra articulación esférica 46 en una conexión de brida 25 del conducto de admisión 3 está dispuesta con un punto medio M_2 , de manera que una recta de unión desde el punto medio M_2 hacia el punto medio M_2 de la primera articulación esférica 41 forma un eje de articulación 40, que está orientado paralelo o aproximadamente paralelo al eje de la rueda motriz 7, para mantener el chorro libre 9 a ser posible en el plano de la rueda motriz 39. Es decir, que la guía del conducto de admisión 3 es tal que es posible un eje de articulación 40 correspondiente. El conducto de admisión 3 descansa en un punto de apoyo 44, que está colocado a una distancia c de la recta de unión 40. La conexión de brida 25 para la articulación esférica 46 se mantiene retenida de la misma manera por medio de anclajes de tracción 47, que compensan las modificaciones angulares relativamente pequeñas con superficies de apoyo de forma esférica y superficies opuestas correspondiente en arandelas 48. En la segunda articulación esférica 46, entre las superficies de regulación de forma esférica está colocada una junta de obturación 42 que, cuando las bridas 25 están tensadas, absorbe los impactos de presión del conducto de admisión.

55 Para la regulación del diámetro d_1 del círculo del chorro, por ejemplo en torno a 2° , se aflojan las uniones de los anclajes de tracción 43, 47 y se modifica la arandela 45 en el punto de apoyo 44 de acuerdo con la distancia c, de manera que se produce la modificación angular de 2° , en la que los anclajes de tracción se aprietan de nuevo. Los anclajes de tracción 47 en la conexión de brida 25 pueden ser pernos roscados y tuercas, que descansan con superficies de apoyo de forma esférica sobre superficies opuestas de forma esférica de arandelas 48. Los taladros

de paso para los bulones roscados posibilitan la posición inclinada prevista. De la misma manera, la distancia entre las bridas propiamente dichas es tan grande que es posible una articulación alrededor del ángulo ε previsto. Una regulación angular de hasta más / menos 4° desde una posición cero, en la que las bridas se encuentran paralelas entre sí, puede ser absorbida a través de la fricción de las arandelas 48 sobre las bridas. Puesto que los anclajes de tracción 47, 43 están distribuidos sobre la periferia de las bridas, resultan con la articulación sobre la periferia de las bridas diferentes distancias, en las que se realiza una fijación de la articulación esférica.

En la figura 9 se muestra en el diámetro d_1 del círculo del chorro cómo una articulación alrededor de un ángulo de más / menos ε conduce a una reducción d_{1min} con respecto a un incremento d_{1max} del diámetro del círculo del chorro. En la figura 11 se muestra para un diseño determinado una curva características del rendimiento η en función de la altura de caída H. En el punto de funcionamiento óptimo, la altura de caída H determina la velocidad de salida del chorro libre y en el diámetro del círculo del chorro determina la velocidad circunferencial de la rueda motriz para un número de revoluciones previsto. Si se reduce la presión de admisión (altura de caída H), entonces para un aprovechamiento óptimo o bien debe considerarse un número de revoluciones más pequeño, lo que no es conveniente en un generador accionado de forma sincrónica, o debe reducirse el diámetro del círculo del chorro a un valor más pequeño d_{1min} , que con el mismo número de revoluciones, corresponde a la velocidad circunferencial adaptada. A la inversa, la curva característica del rendimiento con un diámetro mayor del círculo del chorro d_{1max} se desplaza hacia la derecha (línea de trazos), cuando se incrementa la altura de caída H condicionada por la estación.

Lista de piezas

- 1 Tubo de presión
- 20 2 Elemento de distribución (tubo de distribución)
- 3 Conducto de admisión
- 4 Tubo de distribución central
- 5 Eje
- 6 Fondo de cierre
- 25 7 Eje
- 8 Rueda motriz
- 9 Chorro libre
- 10 Copa
- 11 Abertura
- 30 12 Superficie envolvente
- 13 Codo de tubo
- 14 Ranura transversal
- 15 Orificios
- 16 Curvatura de la tobera
- 35 17 Serie
- 18 Tobera con órgano de bloqueo
- 18a Tobera con regulación de caudal
- 19 Proyección
- 20 Cuerpo de desplazamiento
- 40 21 Chaflán
- 22 Inclinación
- 23 Órgano de bloqueo

	24	Ensanchamiento cónico
	25	Conexión de brida
	26	Carcasa
	27	Generador
5	28	Dirección de admisión
	29	Anillo de apoyo
	30	Pata
	31	Sección de tubo cilíndrico
	32	Separador de arena, tubo ciego
10	33	Rastrillo
	34	Brida de cierre
	35	Dirección de aclarado, grifo de bola
	36	Ranura
	37	Orificio
15	38	Anillo de carcasa
	39	Plano de la rueda motriz
	40	Recta de unión, eje de articulación
	41	Primera articulación esférica
	42	Junta de obturación
20	43	Anclaje de tracción
	44	Punto de apoyo
	45	Soporte de base
	46	Segunda articulación esférica
	47	Anclaje de tracción
25	48	Arandela
	A	Distancia
	B	Anchura de la ranura
	L	Longitud de la ranura
	S	Espesor de pared
30	a	Distancia, proyección
	b	Distancia, arco de desviación
	c	distancia
	D ₁	Diámetro del tubo de presión
	d ₁	Diámetro del círculo del chorro
35	d _{1max}	Diámetro máximo del círculo del chorro
	d _{1min}	Diámetro mínimo del círculo del chorro

	D_2	Diámetro del tubo de distribución
	D_3	Diámetro de la admisión
	M_1	Punto medio
	M_2	Punto medio
5	R_1	Radio del tubo de presión
	R_2	Radio del tubo de distribución
	α	Ángulo
	β	Ángulo de inclinación
	γ	Ángulo
10	ε	Ángulo de articulación
	η	Curva característica del rendimiento

REIVINDICACIONES

- 1.- Turbina Pelton con un sistema de admisión para tres a seis toberas, que presenta un tubo de presión (1) con un elemento de distribución (2), desde el que se derivan unos conductos de admisión (3) hacia las toberas (18, 18a) individuales, que inyectan con un chorro libre (9) sobre las copas (10) de una rueda motriz (8), en la que el elemento de distribución está constituido por un tubo de distribución central (4) con secciones transversales de forma circular, con eje (5) y con fondo de cierre (6), y los conductos de admisión (3), vistos en la dirección axial, distribuidos sobre la periferia del tubo de distribución, se alejan, respectivamente, en dirección tangencial y/o en dirección radial hacia fuera, caracterizada porque los conductos de admisión penetran en contra de la dirección de la circulación en el tubo de distribución con una proyección (19) a una distancia a, que corresponde al menos al 15 % del diámetro d del tubo del conducto de admisión (3), en el interior del tubo de distribución (4).
- 2.- Turbina Pelton con sistema de admisión de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizada porque los conductos de admisión (3) penetran con proyecciones (19) en forma de un codo de tubo (13) en el tubo de distribución (4), que está curvado en contra de la circulación en la dirección del eje (5) del tubo de distribución.
- 3.- Turbina Pelton con sistema de admisión de acuerdo con la reivindicación 1 ó 2, caracterizada porque las proyecciones (19) presentan al menos una serie (17) con orificios (15) o ranuras transversales (14), que se encuentran sobre una línea periférica y ocupan más del 50 % de la línea periférica, con preferencia entre el 60 % y el 80 %.
- 4.- Turbina Pelton con sistema de admisión de acuerdo con la reivindicación 3, caracterizada porque los orificios (15) o ranuras (14) presentan una inclinación con respecto a la línea envolvente en dirección longitudinal de un ángulo β de 30° a 60°, con preferencia de 45°.
- 5.- Turbina Pelton con sistema de admisión de acuerdo con una de las reivindicaciones 3 ó 4, caracterizada porque los orificios (15) o ranuras (14), medidos transversalmente a la inclinación, presentan una anchura B de 30 % a 60 %, con preferencia de 50 % del espesor de la pared del tubo S del conducto de admisión (3).
- 6.- Turbina Pelton con sistema de admisión de acuerdo con una de las reivindicaciones 3 a 5, caracterizada porque en la dirección longitudinal se encuentran al menos dos series (17) una detrás de la otra con orificios o ranuras, en la que la distancia A entre las series corresponde aproximadamente al espesor de pared S del conducto de admisión.
- 7.- Turbina Pelton con sistema de admisión de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizada porque el tubo de distribución central (4) se ensancha cónicamente hacia el fondo de cierre (6).
- 8.- Turbina Pelton con sistema de admisión de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 7, caracterizada porque el eje (5) del tubo de distribución central (4) está alineado con un eje (7) de la rueda motriz (8).
- 9.- Turbina Pelton con sistema de admisión de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 8, caracterizada porque están previstas una aberturas (11) para los conductos de admisión (3) en el fondo de cierre (6).
- 10.- Turbina Pelton con sistema de admisión de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 8, caracterizada porque están previstas una aberturas (11) para los conductos de admisión en la superficie envolvente (12) del tubo de distribución central (4).
- 11.- Turbina Pelton con sistema de admisión de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 10, caracterizada porque los conductos de admisión (3) salen con relación al eje (5) del tubo de distribución central (4) en un ángulo de $90^\circ > \alpha > 0^\circ$ desde el tubo de distribución o fondo de cierre en la dirección de la rueda motriz (8).
- 12.- Turbina Pelton con sistema de admisión de acuerdo con la reivindicación 11, caracterizada porque el ángulo α está entre 70° y 20°.
- 13.- Turbina Pelton con sistema de admisión de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, caracterizada porque los conductos de admisión (3) se separan unos de los otros a través de la rotación alrededor del eje (S) del tubo de distribución central (4).
- 14.- Turbina Pelton con sistema de admisión de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, caracterizada porque los conductos de admisión (3) parten desde el tubo de distribución central (4) a una distancia b mayor y giran hacia dentro en una curvatura de las toberas (16), que se reduce en la sección transversal y acelera la circulación, en el plano medio de la rueda motriz.
- 15.- Turbina Pelton con sistema de admisión de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, caracterizada porque los conductos de admisión (3) están distribuidos a distancias iguales sobre la periferia del tubo de distribución central (4).
- 16.- Turbina Pelton con sistema de admisión de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, caracterizada

porque delante de los conductos de admisión (3) está colocado un cuerpo de desplazamiento (20) de forma cónica, dispuesto en el centro en el tubo de distribución central (4).

5 17.- Turbina Pelton con sistema de admisión de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, caracterizada porque en la salida desde el tubo de distribución central (4), la suma de las secciones transversales de los tubos de admisión (3) corresponde a la sección transversal del tubo de presión (1).

18.- Turbina Pelton con sistema de admisión de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, caracterizada porque para una disposición horizontal delante de la transición del tubo de distribución central (4) a los conductos de admisión (3), en la zona más baja de la superficie envolvente (12) del tubo de distribución existe un orificio (37) hacia un separador de arena (32).

10 19.- Turbina Pelton con sistema de admisión de acuerdo con la reivindicación 18, caracterizada porque en el orificio (37) está montado un rastrillo (33) con perfiles longitudinales y ranuras (26) dispuestos transversalmente a la dirección de la circulación.

15 20.- Turbina Pelton de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 19, caracterizada porque, por una parte, las toberas (18) se apoyan sobre un anillo de carcasa (38) con una primera articulación esférica (41) que se puede fijar con punto central M_1 , y porque, por otra parte, el conducto de admisión (3) presenta en cada caso una conexión de brida (25) con una segunda articulación esférica (46) con punto medio M_2 , en la que una recta de unión (40) ente los puntos medios M_1 , M_2 forma un eje de articulación para la sección de tubo entre la tobera (18) y la conexión de brida (25) y el eje de articulación (40) está dispuesto paralelo o aproximadamente paralelo al eje de la rueda motriz (7), para realizar una articulación del chorro libre (9) en el plano de la rueda motriz (39) en un ángulo ε de más / menos 4°.

20

21.- Turbina Pelton de acuerdo con la reivindicación 20, caracterizada porque las secciones de tubo entre la primera y la segunda articulación esférica (41, 46) presentan un punto de apoyo (44) a una distancia c del eje de articulación (40), para poder regular a través de diferentes soportes de base (45) un ajuste del chorro libre (9) en torno a un ángulo de articulación ε predeterminado.

25

Fig. 1

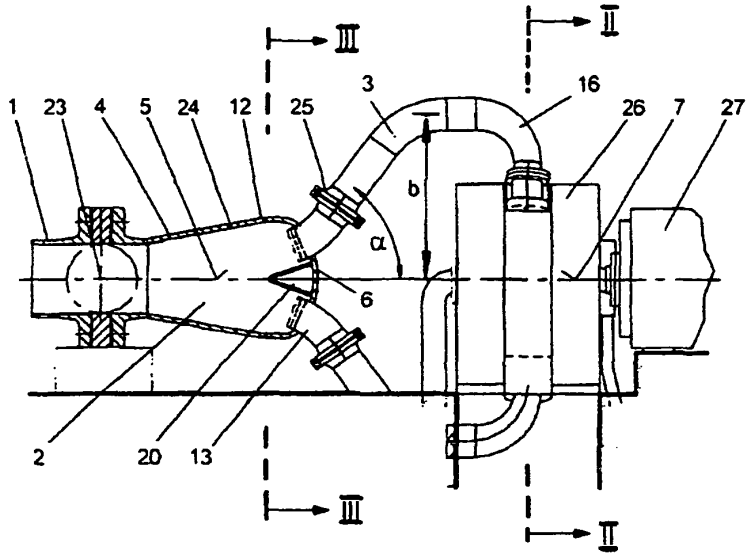


Fig. 2

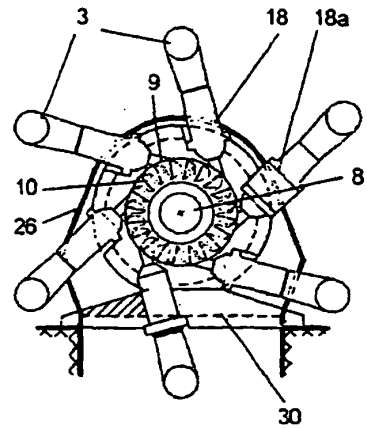


Fig. 4

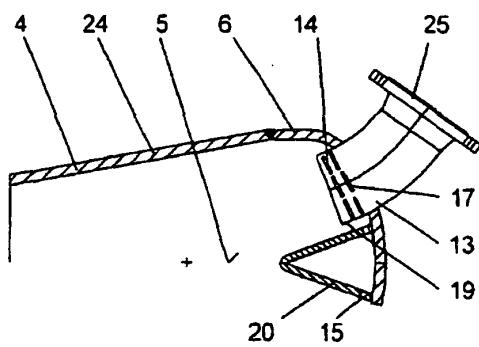


Fig. 3

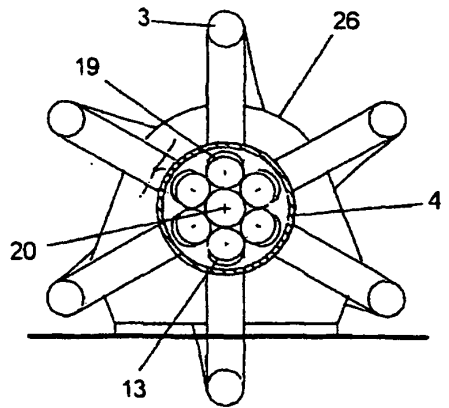


Fig. 5

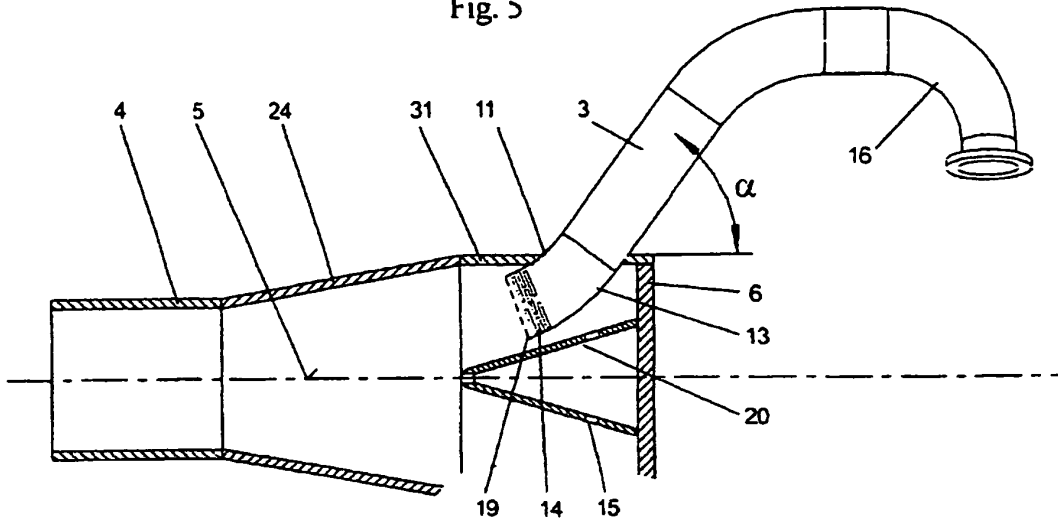


Fig. 6

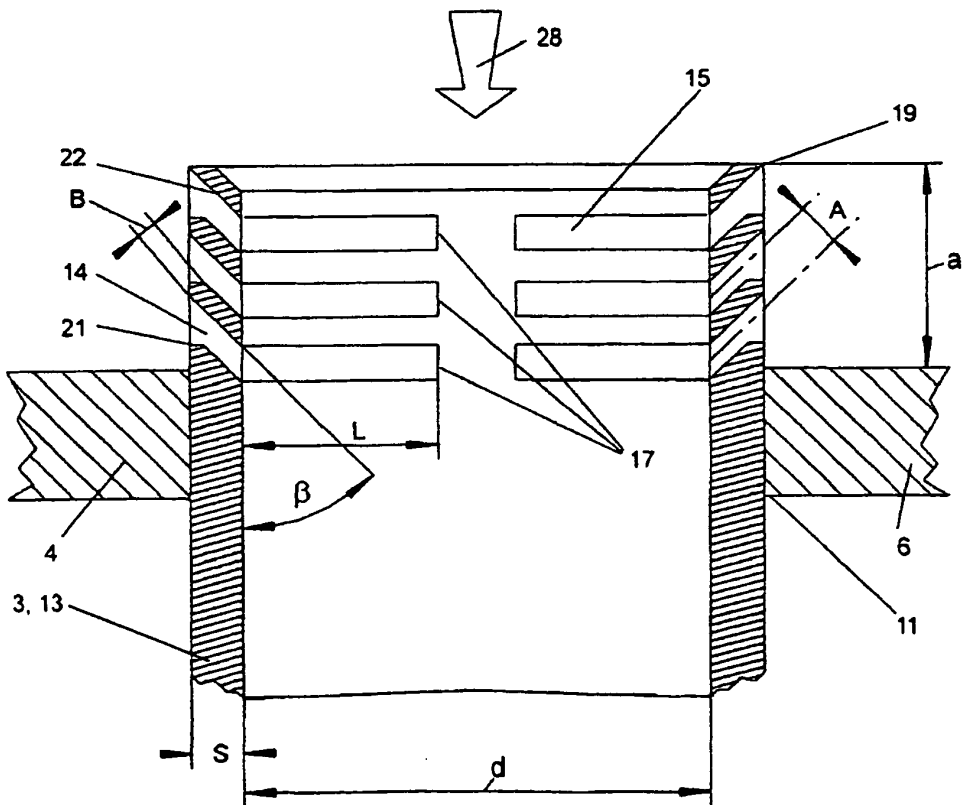
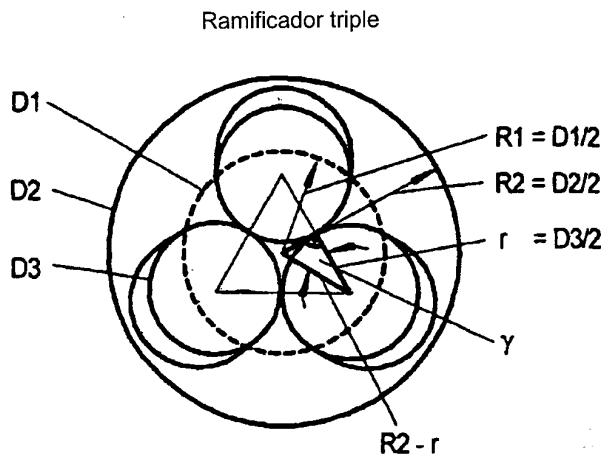


Fig. 7



$$r = \frac{R1}{\sqrt{3}}$$

- 2. R2 4.00

Fig. 8

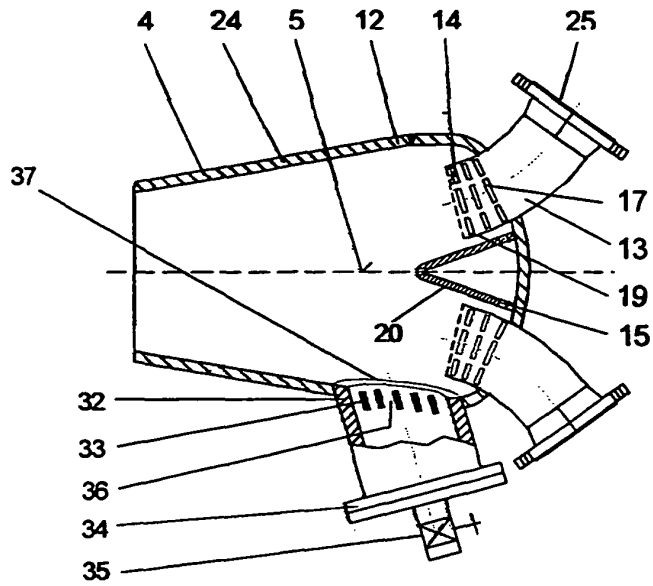


Fig. 9

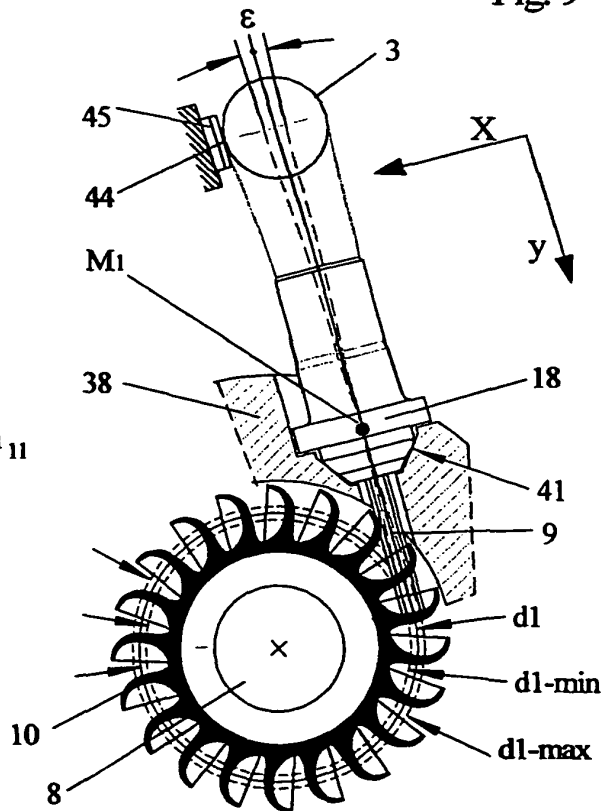


Fig. 11

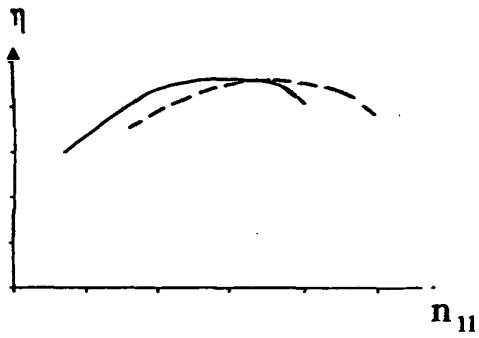


Fig. 10

