



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



⑪ Número de publicación: **2 268 912**

⑫ Número de solicitud: 200300601

⑬ Int. Cl.:

F04D 1/06 (2006.01)

F04D 29/44 (2006.01)

⑭

PATENTE DE INVENCION

B1

⑮ Fecha de presentación: **13.03.2003**

⑯ Fecha de publicación de la solicitud: **16.03.2007**

Fecha de la concesión: **25.01.2008**

⑰ Fecha de anuncio de la concesión: **16.02.2008**

⑱ Fecha de publicación del folleto de la patente:
16.02.2008

⑲ Titular/es: **INDAR MÁQUINAS HIDRÁULICAS, S.L.**
Barrio Altamira - Polígono Industrial Txara
20200 Beasain, Guipúzcoa, ES

⑳ Inventor/es: **Durán Ávila, Silvia y**
Rodríguez Hernández, María Elena

㉑ Agente: **Urizar Barandiarán, Miguel Ángel**

㉒ Título: **Grupo electrobomba multietapa.**

㉓ Resumen:

Grupo electrobomba multietapa, de los que constan de una bomba centrífuga multifásica y con un motor eléctrico directamente acoplado, constando cada etapa, de un impulsor y un difusor que constan cada uno de ellos de canales con zonas alabeadas y no alabeadas, delimitadas entre superficies (tapa y cubo), y siendo el ángulo β -BETA el ángulo tangente en cada punto, caracterizado porque siendo el eje Y (mm) de la electrobomba la coordenada radial y X (mm) la coordenada axial de la sección meridional de la geometría del grupo, para caudales Q entre 2500 y 8000 l/min los puntos de la superficie del impulsor y del difusor, y la distribución de ángulos del canal, cumplen que la líneas de tendencia que los aproxima responden a una ecuación polinomial de sexto grado $Y=f(x)=Ax^6+Bx^5+Cx^4+Dx^3+Ex^2+Fx+G$ cambiando las constantes de la ecuación para cada parte-zona del difusor y del impulsor. De aplicación en máquinas hidráulicas.

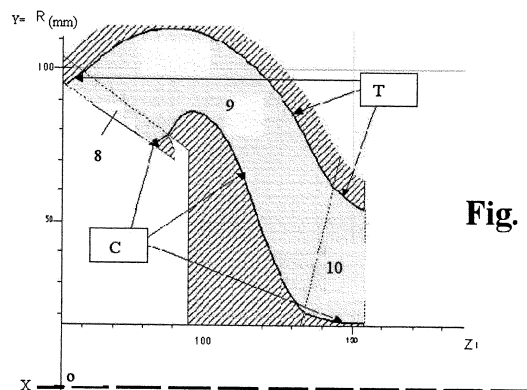


Fig. 6

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

DESCRIPCIÓN

Grupo electrobomba multietapa.

5 Los grupos electrobomba multietapa son máquinas hidráulicas que están constituidos por bombas centrífugas multifásicas, cuyo motor eléctrico está directamente acoplado a la parte de bomba.

10 Los elementos hidráulicos principales son impulsor y difusor. El impulsor es el elemento clave de cada bomba (convierte la velocidad de giro en presión), aunque el cuerpo ó difusor tiene una gran importancia, ya que reconduce el fluido desde la salida del impulsor a la entrada del siguiente impulsor consiguiendo una recuperación de la presión estática. Cuando la altura deseada es muy elevada se recurre a la colocación de varios impulsores en serie, de ahí la denominación de grupos multietapa BL.

15 Lo que se le pide a una electrobomba es que el rendimiento sea máximo, y lo será si es máximo el rendimiento en el impulsor y en el difusor.

Las electrobombras actuales tienen un rendimiento que suele situarse entre 75 y 80% del trabajo total invertido en la electrobomba. El objetivo del invento es superar ese rendimiento.

20 El inventor ha considerado básico el lograr la estabilidad de la bomba, evitar la cavitación y turbulencias y que las zonas de curvatura y no-curvatura en los álabes del impulsor y difusor sea tal que el flujo tenga un guiado perfecto y siga correctamente la dirección de los álabes.

25 El solicitante ha desarrollado un grupo electrobomba multietapa, de los que constan de una bomba centrífuga multifásica y con un motor eléctrico directamente acoplado a la bomba, constando cada etapa de la bomba, de un impulsor y un difusor que constan cada uno de ellos de canales con zonas alabeadas y no alabeadas, delimitadas entre una superficie-tapa y una superficie-cubo, y siendo el ángulo β el ángulo de la tangente en cada punto. Cada etapa se caracteriza porque siendo el eje Y de la electrobomba la coordenada radial de la sección meridional y X la coordenada axial de la sección meridional, para caudales Q entre 2500 l/min. y 8000 l/min., los puntos de la sección meridional de la superficie del impulsor y del difusor cumplen una ecuación polinomial de sexto grado $Y = f(x) = Ax^6 + Bx^5 + Cx^4 + Dx^3 + Ex^2 + Fx + G$.

35 Una ecuación de tendencia simple, obtenida a partir de las nubes de puntos de las secciones meridionales correspondientes a las distintas hidráulicas, empleando las funciones matemáticas de un programa de ofimática centrado en hojas de cálculo. Este programa trunca los coeficientes de las ecuaciones introduciendo un error en la definición de las curvas. Las ecuaciones de las curvas con mínimo error se obtienen a partir de las mismas nubes de puntos que definen las geometrías del invento usando funciones matemáticas más precisas y que no han sido introducidas.

Siendo en el difusor:

40 a) en el cubo la primera zona no alabeada $A=B=C=D=E=0$; $F=0.6605$; $G=20.45$; Para todo x perteneciendo al intervalo cerrado de valores entre 83 y 88 mm

45 b) en la tapa la primera zona no alabeada $A=B=C=D=E=0$; $F=0.7225$; $G=55.648$; Para todo x perteneciendo al intervalo cerrado de valores entre 54.09 y 60 mm

c) en el cubo la zona alabeada $A=-9E-09$; $B=7E-06$; $C=-0.0019$; $D=0.3064$; $E=-26.923$; $F=1256.3$; $G=-24283$; Para todo x perteneciendo al intervalo cerrado de valores entre 88 y 154 mm

50 d) en la tapa la zona alabeada; $A=1E-10$; $B=-9E-08$; $C=2E-05$; $D=-0.0033$; $E=0.2349$; $F=-7.616$; $G=174.28$; Para todo x perteneciendo al intervalo cerrado de valores entre 60 y 163.5 mm

e) en el cubo la zona segunda no alabeada; $A=0$; $B=0$; $C=-1E-05$; $D=0.0073$; $E=-1.7542$; $F=186.27$; $G=-7311.6$; Para todo x perteneciendo al intervalo cerrado de valores entre 154 y 174 mm

55 f) en la tapa la segunda zona no alabeada; $A=0$; $B=0$; $C=0$; $D=0.0053$; $E=-2.6745$; $F=446.37$; $-G=24717$; Para todo x perteneciendo al intervalo cerrado de valores entre 163.5 y 174 mm

60 Para el mismo rango de caudales, esto es, valores de caudales Q entre 2500 l/min. y 8000 l/min., los valores que toma el ángulo tangente a la superficie del álabe del difusor en cada punto, ángulo β , cumplen que, la línea de tendencia que los aproxima, responde a una ecuación polinomial de sexto grado $Y = f(x) = Ax^6 + Bx^5 + Cx^4 + Dx^3 + Ex^2 + Fx + G$ para los valores de X correspondientes en cada caso, al intervalo de validez de la ecuación. Siendo X el % (porcentaje) de la distancia meridional medido a lo largo de un canal definido entre dos álabes. Siendo en el difusor:

65 g) en el cubo β ; $A=0$; $B=0$; $C=1E-06$; $D=-0.0002$; $E=0.0203$; $F=-1.0819$; $G=156.82$; Para todo x perteneciendo al intervalo cerrado de valores entre 0 y 100% de la distancia meridional.

ES 2 268 912 B1

h) en la tapa $A=0$; $B=0$; $C=3E-07$; $D=-1E-04$; $E=0.0101$; $F=-0.7587$; $G=175$; Para todo x perteneciendo al intervalo cerrado de valores entre 0 y 100% de la distancia meridional.

Para caudales diferentes se modifican las constantes del polinomio para el impulsor.

Con estas características geométricas de los componentes de la electrobomba, los rendimientos obtenidos con las electrobombas son sustancialmente superiores a los conocidos, lográndose incrementos de hasta el 14%, lo que en este tipo de máquinas es sorprendente.

Tanto el impulsor como el difusor en la tecnología convencional son de fundición, lo que impide la precisión en las formas geométricas-curvas de características tan dificultosas y especiales de ambos cuerpos.

En el invento y una vez desarrollado el polinomio mencionado se puede programar con exactitud a un centro de mecanizado con lo que se consiguen ínfimas desviaciones de las formas geométricas reales respecto a las teóricas y en consecuencia muy pequeñas desviaciones de los rendimientos reales respecto de los teóricos.

Para comprender mejor el objeto de la presente invención, se adjuntan figuras que explican tanto la nomenclatura como la geometría a la que se alude:

La *nomenclatura* utilizada es la siguiente:

- $A \in [2.3, 5]$ Esto significa que A pertenece a un intervalo cerrado (se incluyen los valores extremos del intervalo) cuyos extremos son 2.3 y 5.

Esto es, A puede tomar cualquier valor comprendido entre 2.3 y 5, ambos inclusive.

- Q significa caudal cuyas unidades están en l/min.

- Plano (Z, R) es el plano definido en las figuras 5 y 6 (sección meridional del grupo): se grafica en ordenadas R (coordenada radial) y en abscisas Z (coordenada axial). R (mm) y Z (mm). El eje Z está decalado en el gráfico respecto al eje Y de revolución de la electrobomba.

- Tapa y cubo son las curvas mostradas en la figura tanto para el impulsor como para el cuerpo ó difusor. Todas estas curvas presentan axisimetría (simetría axial).

- Ángulo β ($^\circ$) (figuras 3 y 7). β en un punto del álabe es el ángulo de la tangente al álabe en dicho punto (dirección tangencial).

La gráfica $(\beta, \%M)$ aporta los valores de β para cada valor de $\%M$ (porcentaje de la distancia recorrida sobre el álabe, esto es el porcentaje de la distancia meridional medido a lo largo de un canal definido entre dos álaves, entendiéndose que el 0% es el inicio del álabe y el 100% el final del mismo).

- Canal de impulsor y/o difusor. Se corresponde con el volumen de fluido encerrado entre dos álaves consecutivos, la tapa y el cubo del impulsor y/o difusor.

- “Doble curvatura”.

Es la magnitud de la coordenada tangencial desde el borde de entrada del álabe hasta el borde de salida del mismo.

Dada una distribución de beta se fijan los valores de “doble curvatura” en la entrada (tanto en la tapa como en el cubo) para la definición completa del canal del impulsor (ídem difusor).

Los elementos constitutivos del impulsor y difusor son la tapa, el cubo y los álaves.

Las siguientes figuras permiten entender la información y definiciones desarrolladas en el presente informe:

La figura 1 es una representación de un vórtice-torbellino en la aspiración (a) del fluido (f).

La figura 2 es una representación de la capa límite del fluido siendo la pared del canal, por ejemplo, del impulsor.

CP: Capa Límite

CF: Corazón de Flujo

La figura 3. una representación de la entrada del fluido en los álaves del impulsor.

1: Flujo del fluido que trasiega un canal entre álaves

ES 2 268 912 B1

- 2: Álabes que delimitan el canal de flujo: superficie (con distribución de espesor determinado) con forma aerodinámica que sale del cubo de un impulsor o estator y es responsable del giro del flujo, y en el caso de álabes rotativos de transferir el trabajo al flujo

5 La figura 4 es una representación del entronque entre un impulsor y un difusor no alabeado a la parte no alabeada de un difusor.

3: Difusor no alabeado

10 4: Paredes paralelas

5: Salida del impulsor

15 La figura 5 es una vista en sección meridional y en coordenadas de la geometría y flujo de un impulsor genérico constituido por una zona no alabeada por donde entra el fluido procedente de la aspiración y una zona alabeada por donde sale el fluido hacia el difusor. Se aprecian las dos superficies extremas de tapa y cubo.

T: Tapa: Es la superficie de flujo más exterior de un sendero de flujo de bomba.

20 C: Cubo: Es la superficie de flujo más interior de un sendero de flujo de bomba.

6: Zona No alabeada del impulsor

25 7: Zona alabeada del impulsor

La figura 6 es una vista en sección meridional y en coordenadas de la geometría y flujo de un difusor genérico que en este caso se compone de una primera zona no alabeada por donde entra el fluido desde la salida del impulsor, zona alabeada y una segunda zona no alabeada que reconduce el fluido hacia el impulsor de la siguiente etapa.

30 8: Zona No alabeada del cuerpo difusor

9: Zona alabeada del cuerpo difusor

35 10: Segunda zona No alabeada del cuerpo difusor

La figura 7 es un diagrama de β y % M para tapa (T) y cubo (C).

Una vez que el flujo entra en el canal del impulsor las capas límites comienzan a desarrollarse en todo el álabe en las superficies de tapa y cubo. El corazón del flujo, al menos inicialmente, tiende a seguir razonablemente bien el canal del álabe, asumiendo un flujo uniforme de entrada. Si se produce una distorsión en el flujo de entrada entonces el corazón del flujo estará caracterizado por la presencia de vórtices desde el principio lo cual debe ser evitado.

Los vórtices son un ejemplo de potencial en el que las líneas de corriente giran alrededor de un punto central cumpliéndose, en la realidad, que en el centro, la velocidad es nula y por lo tanto, la presión sea máxima.

Los puntos en contacto con las paredes del canal ($v=0$) van frenando a las partículas de fluido que van cercanas a las paredes; se forma de este modo una capa llamada capa límite dentro de la cual las velocidades de las partículas de fluido son menores que en la zona no perturbada.

50
$$U_{\text{CAPA LÍMITE}} < U_{\text{RESTO DE PARTÍCULAS}}$$

Siendo U la velocidad total de las partículas de fluido.

55 Se define δ como la altura de la capa límite (CP) -ver figura 3- y es el lugar geométrico de los puntos cuya velocidad es $\approx 99\%$ de la velocidad de los puntos exteriores a la capa límite.

A medida que el flujo avanza en el canal del impulsor ambos ellos, el corazón del flujo y la superficie de capa límite, experimentan campos complejos de fuerzas y se desarrollan formas de flujo más complicadas. Las capas límite al principio siguen la dirección de flujo libre. Sin embargo, a medida que avanza el fluido en el canal del impulsor, tanto las capas límites como el corazón del flujo están influenciadas por un campo de fuerzas a través del canal. Es por ello, que alrededor del corazón de flujo, se desarrolla un flujo secundario cerca de la superficie de succión de la tapa y un flujo de elevado momento situado en el área de presión del cubo.

65 En general, se considera flujo secundario a aquel en el que predominan los efectos viscosos. Por otro lado, es considerado flujo primario al flujo en el que los efectos cinéticos son predominantes.

ES 2 268 912 B1

Como característica general, puede afirmarse que tanto en el flujo primario como en el secundario se cumplen las ecuaciones de conservación (ecuaciones, que junto con las condiciones de contorno, gobiernan el comportamiento del flujo del fluido al trasegar el conducto ya sea rotativo ó fijo).

5 Las características básicas fluidodinámicas del flujo de un fluido que trasiega una etapa de bomba pueden introducirse examinando detalladamente cada uno de los componentes y sus triángulos de velocidades dominantes, con los principios siguientes:

1).- El primer de la conservación de la masa.

10

2).- La ecuación de movimiento de Newton.

3).- La ecuación de Euler de la turbomaquinaria, la cual simplemente dice que el aumento de entalpía es igual al cambio en el momento angular.

15

Con estos principios se pueden examinar los triángulos de velocidades en distintas posiciones del campo de flujo. El primer punto importante es la entrada entre los álabes del impulsor.

20 Aquí se reconoce una gran variedad de posibilidades de estados de flujo de entrada para un mismo flujo que se trae hacia el ojo del impulsor con una velocidad meridiana C_m .

El flujo se encuentra con la rueda de la bomba moviéndose con una velocidad perimetral $U = 2 \cdot \pi \cdot r \cdot N$. El triángulo de velocidades se escribe de acuerdo al siguiente principio básico:

25

$$\text{Velocidad relativa} + \text{Velocidad del impulsor} = \text{Velocidad Absoluta}$$

30 Para un flujo de entrada al impulsor donde $C_\theta = 0$ (entrada perfecta del flujo al impulsor), el ángulo relativo de flujo se define por la velocidad meridiana en la entrada (controlada por el flujo másico y las variaciones de densidad) y la velocidad local del impulsor (U). El ángulo de flujo relativo resultante es β .

35 Si β es igual al ángulo del álabe, entonces el flujo sigue correctamente la dirección del álabe. Sin embargo bajo condiciones de operación diferentes el ángulo puede ser mayor ó menor que el ángulo del álabe y debido a ello el flujo experimentará un cierto nivel de incidencia. El estado de flujo de entrada puede ser también modificado substancialmente en el caso de que existiera prerrotación, ó giro del agua antes de entrar en la rueda, bien sea en el mismo sentido de giro o en el contrario del eje del motor.

Esta entrada ideal al impulsor puede conseguirse con un diseño de aspiración adecuado.

40 Al variar tanto el flujo másico como el área de flujo la velocidad relativa W_{it} (velocidad relativa del impulsor a la entrada en la tapa del impulsor) tiene un mínimo. A medida que aumenta la velocidad para el diámetro de entrada o al aumentar el área de flujo, U aumenta. Si se reduce el área de flujo esto es el flujo másico por unidad de área, entonces C_m aumenta.

45 La componente de la velocidad meridiana C_m , está gobernada por la ecuación de conservación de masa, y el ángulo absoluto de flujo es el resultado del ángulo relativo de flujo y la velocidad del impulsor. En la práctica el ángulo de flujo a la salida no sigue exactamente al álabe sino que difiere en una cantidad. Esta diferencia, en términos de velocidad tangencial, se conoce como velocidad de deslizamiento, de la cual se deriva el factor de deslizamiento.

50 Tanto para álabes radiales como para álabes curvados, el ángulo de flujo absoluto resultante (α) es muy grande, típicamente $\alpha = 50^\circ$ a 80° (referencia radial) ó $\alpha' = 10^\circ$ a 40° (referencia tangencial). Lo más común es que este ángulo se encuentre $\alpha' = 15^\circ$ a 25° , ó $\alpha = 65^\circ$ a 75° . El triángulo de velocidades a la salida es importante no sólo para determinar el nivel de trabajo o aumento de presión, sino también para el entendimiento de la variación en la presión con cambios en el flujo másico.

55

Una vez que se especifican las condiciones de operación y se sabe el nivel de rendimiento del impulsor, además de realizar una buena estimación del factor de deslizamiento, entonces se puede calcular desde la entrada hasta la salida el flujo. El campo de flujo resultante se caracteriza por poseer una cantidad importante de energía cinética con cierto giro en la salida.

60

El rendimiento, tal y como se ha descrito anteriormente, relaciona el trabajo isoentrópico (el menor trabajo que se podría usar para alcanzar la altura deseada) con el trabajo real. Esto es una definición rigurosa de termodinámica.

65 Para poder definir los triángulos de velocidades es necesario conocer el valor del rendimiento del impulsor y obtenerlo no resulta sencillo.

El siguiente paso a considerar es la descarga desde un difusor no alabeado, ó, en cualquier punto dentro de un difusor no alabeado.

ES 2 268 912 B1

Es posible convertir energía cinética en aumento de la presión estática mediante el cambio en el radio del camino descrito por el flujo medio, de acuerdo con la ley de conservación del momento angular.

El momento angular se relaciona con el momento angular a la salida del impulsor de acuerdo con la ley de conservación del momento angular. De hecho, parte de este momento angular es destruido a medida que el flujo trasiega por el difusor no alabeado. Entonces deben ejecutarse cálculos más precisos para poder estimar el nivel de esta degradación. Se puede decir que aproximadamente puede perderse de un 5 a un 15% de momento angular.

La componente meridiana de la velocidad total (C_m) puede ser calculada con exactitud a partir de la ecuación de la conservación de la masa (una vez conocida la variación de la densidad). En cambio, el ángulo de flujo se determina a partir de una combinación de estas dos relaciones. El ángulo de flujo a través del difusor no alabeado depende del ancho del canal.

Como segunda medida de conversión de la energía cinética en aumento de la energía de presión se emplea la variación en el área que debe seguir el flujo en el difusor.

Los difusores juegan un papel importante también en la regulación de los niveles de flujo como nexo de unión entre diferentes componentes y en el control de los empujes radiales.

Los difusores no alabeados están compuestos esencialmente por dos paredes, más o menos paralelas, formando un canal abierto radial anular desde la salida del impulsor hasta algún límite de radio mayor. A veces va seguido de una voluta colectora y otras de un cuerpo difusor. Sin embargo, algunos difusores no llevan “pellizco” y en otros casos se usa un difusor no alabeado en la que el área va en aumento, esto se usa como parte de un sistema de entrada a una configuración de difusor de canal.

La existencia de un difusor no alabeado entre el impulsor y el cuerpo difusor (alabeado) ayuda a que se evite el acople de los modos de vibración entre los álabes del cuerpo difusor y los álabes del difusor, evitando de esta manera que el borde a la entrada del álabe del cuerpo difusor se cargue y falle por fatiga.

También se puede utilizar un impulsor seguido de un cuerpo difusor continuo de álabes que comienza inmediatamente después de la descarga del impulsor y se extiende hasta el comienzo de la siguiente etapa.

Con todos estos condicionantes, el solicitante ha ido efectuando numerosísimos experimentos reales y en computación con la técnica de Computacional Fluid Dynamics (CFD) determinando punto a punto la geometría óptima en cada punto del camino del fluido en la bomba para conseguir un óptimo rendimiento.

Representada la sección meridional de dicha geometría en ejes de coordenadas con el eje Y de la bomba como la referencia de ordenada ($Y \equiv R$) y ($X \equiv Z$) como coordenada radial en abscisas, y aplicando la técnica matemática a dicha geometría, ha desarrollado una ecuación simple pero que se ajusta con un error de $\pm 3.5\%$ a los resultados experimentales encontrados.

Dicha ecuación es el polinomio $Y = Ax^6 + Bx^5 + Cx^4 + Dx^3 + Ex^2 + Fx + G$, teniendo que determinarse las constantes A, B, C, D, E, F y G para cada zona de la bomba que va a ser recorrida por el fluido, en el rango de valores en los que la variable X sea válida.

Los caudales Q con los que se ha trabajado van en el rango de 2500 y 8000 litros/minuto.

En los ensayos efectuados el solicitante considera que en la electrobomba el elemento esencial para conseguir un óptimo rendimiento es el cuerpo-difusor por lo que lo mantiene inalterable, mientras que es conveniente modificar el impulsor al modificar el rango del caudal (Q), por lo que se han dado unos valores al citado polinomio para un primer tipo de impulsor de caudales (Q_1) aproximadamente entre 2500 y 6000 litros/minuto y un segundo tipo de difusor para caudales (Q_2) de aproximadamente entre 4500 y 8000 litros/minuto.

Las ecuaciones de tendencia mas simples, obtenidas, a partir de las nubes de puntos que definen las geometrías en su sección meridiana, responden a las que quedan definidas al sustituir, para el intervalo de validez de la ecuación correspondiente, las constantes descritas en la siguiente tabla:

$$Y = f(x) = Ax^6 + Bx^5 + Cx^4 + Dx^3 + Ex^2 + Fx + G$$

Siendo:

I: Impulsor.

D: Cuerpo ó difusor

A: Zona alabeada.

NA: Zona no alabeada.

ES 2 268 912 B1

T: Tapa.

C: Cubo

β : El ángulo beta.

1: Primer Impulsor

2: Segundo impulsor

Identificación	A	B	C	D	E	F	G	Intervalo
$Q_1/I/NA/C$	0	0	0	6E-05	0.0014	-0.0146	27.511	[1mm, 40.5mm]
$Q_1/I/NA/T$	0	0	0	0	0	0	64.5	[1mm, 9mm]
$Q_1/I/A/C$	0	0	5E-06	-0.0014	0.1535	-6.3821	121.24	[40.5mm, 83mm]
$Q_1/I/A/T$	-4E-08	8E-06	-0.0006	0.0247	-0.04771	4.3023	50.015	[9mm, 54.09mm]
$Q_1/I/\beta/C$	0	3E-09	-9E-07	0.0001	-0.0042	-0.0915	34.402	[0%, 100%]
$Q_1/I/\beta/T$	0	1E-09	-5E-07	6E-05	-0.0044	0.1822	22.2	[0%, 100%]
$Q_1 \text{ y } Q_2/D/NA/C$	0	0	0	0	0	0.6605	20.45	[83mm, 88mm]
$Q_1 \text{ y } Q_2/D/NA/T$	0	0	0	0	0	0.7225	55.648	[54.09mm, 60mm]
$Q_1 \text{ y } Q_2/D/A/C$	-9E-09	7E-06	-0.0019	0.3064	-26.923	1256.3	-24283	[88mm, 154mm]
$Q_1 \text{ y } Q_2/D/A/T$	1E-10	-9E-08	2E-05	-0.0033	0.2349	-7.616	174.28	[60mm, 163.5mm]
$Q_1 \text{ y } Q_2/D/NA/C$	0	0	-1E-05	0.0073	-1.7542	186.27	-7311.6	[154mm, 174mm]
$Q_1 \text{ y } Q_2/D/NA/T$	0	0	0	0.0053	-2.6745	446.37	-24717	[163.5mm, 174mm]
$Q_1 \text{ y } Q_2/D/\beta/C$	0	0	1E-06	-0.0002	0.0203	-1.0819	156.82	[0%, 100%]
$Q_1 \text{ y } Q_2/D/\beta/T$	0	0	3E-07	-1E-04	0.0101	-0.7587	175	[0%, 100%]
$Q_2/I/NA/C$	0	0	0	5E-05	0.0013	-0.0139	27.511	[1mm, 41mm]
$Q_2/I/NA/T$	0	0	0	0	0	0	64.5	[1mm, 7mm]
$Q_2/I/A/C$	0	0	5E-06	-0.0012	0.1205	-4.7599	93.614	[41mm, 83mm]
$Q_2/I/A/T$	0	7E-07	-0.0001	0.0058	-0.113	0.8709	62.273	[7mm, 54.09mm]
$Q_2/I/\beta/C$	0	0	9E-08	-3E-05	0.0002	0.0246	41.062	[0%, 100%]
$Q_2/I/\beta/T$	0	0	-6E-07	0.0001	-0.0126	0.5887	23.694	[0%, 100%]

Se han efectuado muchas mediciones en laboratorios sobre los rendimientos de las electrobombas conocidas y los rendimientos con los prototipos desarrollados de acuerdo con la geometría de los elementos ajustada a las ecuaciones del polinomio mencionado.

ES 2 268 912 B1

Se adjuntan, a modo de ejemplo, trece resultados para diferentes caudales (Q). En estos ejemplos en todas las nuevas electrobombas se ha utilizado un mismo tipo de cuerpo-difusor y un primer tipo de impulsor para caudales (Q_1) entre 3250 y 5700, con un segundo tipo de impulsor para caudales (Q_2) entre 5000 y 7000 litros/minuto.

5	Q_1	Rto hidráulico antiguo	Rto hidráulico nuevo
	3250	69.64	75.164
	3750	75.2	80.33
10	4250	78.2	86
	4500	79.15	87.2
	4800	80.3	88.37
	5100	80.4	87.5
15	5400	79.9	85
	5700	77.5	82.4

20	Q_2	Rto hidráulico antiguo	Rto hidráulico nuevo
	5000	75	85.43
25	5500	78	86.7
	6000	79	86.2
30	6500	76.5	83.7
	7000	72	79.366

35

40

45

50

55

60

65

REIVINDICACIONES

1. Grupo electrobomba multietapa, de los que constan de una bomba centrífuga multifásica y con un motor eléctrico directamente acoplado a la bomba, constando cada etapa de la bomba, de un impulsor y un difusor que constan cada uno de ellos de canales con zonas alabeadas y no alabeadas, delimitadas entre una superficie-tapa y una superficie-cubo, y siendo el ángulo β el ángulo de la tangente en cada punto, **caracterizado** porque siendo el eje Y (mm) de la electrobomba la coordenada radial y X (mm) la coordenada axial de la sección meridional de la geometría del grupo, y siendo, la distribución de ángulos en el canal, Y(°) el ángulo β , y X(%) el porcentaje de la distancia meridional medido a lo largo de un canal definido entre dos álabes, para caudales Q entre 2500 y 8000 l/min., el valor de los puntos de la superficie del impulsor y del difusor, así como la distribución de ángulos en el canal cumplen que la líneas de tendencia que los aproxima, responde a una ecuación polinomial de sexto grado: $Y = f(x) = Ax^6 + Bx^5 + Cx^4 + Dx^3 + Ex^2 + Fx + G$; una ecuación simple pero que se ajusta con un error de $\pm 3'5\%$ a los resultados experimentales encontrados, siendo en el difusor:
- 15 a) en el cubo la primera zona no alabeada $A=B=C=D=E=0$; $F=0.6605$; $G=20.45$; Para todo X perteneciendo al intervalo cerrado de valores entre 83 y 88 mm
- b) en la tapa la primera zona no alabeada $A=B=C=D=E=0$; $F=0.7225$; $G=55.648$; Para todo X perteneciendo al intervalo cerrado de valores entre 54.09 y 60 mm
- 20 c) en el cubo la zona alabeada $A=-9E-09$; $B=7E-06$; $C=-0.0019$; $D=0.3064$; $E=-26.923$; $F=1256.3$; $G=-24283$; Para todo X perteneciendo al intervalo cerrado de valores entre 88 y 154 mm
- d) en la tapa la zona alabeada; $A=1E-10$; $B=-9E-08$; $C=2E-05$; $D=-0.0033$; $E=0.2349$; $F=-7.616$; $G=174.28$; Para todo X perteneciendo al intervalo cerrado de valores entre 60 y 163.5 mm
- 25 e) en el cubo la zona segunda no alabeada; $A=0$; $B=0$; $C=-1E-05$; $D=0.0073$; $E=-1.7542$; $F=186.27$; $G=-7311.6$; Para todo X perteneciendo al intervalo cerrado de valores entre 154 y 174 mm
- 30 f) en la tapa la segunda zona no alabeada; $A=0$; $B=0$; $C=0$; $D=0.0053$; $E=-2.6745$; $F=446.37$; $-G=24717$; Para todo X perteneciendo al intervalo cerrado de valores entre 163.5 y 174 mm
- g) en el cubo β , $A=0$; $B=0$; $C=1E-06$; $D=-0.0002$; $E=0.0203$; $F=-1.0819$; $G=156.82$; Para todo X perteneciendo al intervalo cerrado de valores entre 0 y 100% de la distancia meridional.
- 35 h) en la tapa $A=0$; $B=0$; $C=3E-07$; $D=-1E-04$; $E=0.0101$; $F=-0.7587$; $G=175$; Para todo X perteneciendo al intervalo cerrado de valores entre 0 y 100% de la distancia meridional.
2. Grupo electrobomba multietapa, según reivindicación anterior, para caudales Q entre 2500 y 6000 l/min., **caracterizado** porque en el impulsor es:
- 40 a1) en el cubo la zona no alabeada $A=0$; $B=0$; $C=0$; $D=6E-05$; $E=0.0014$; $F=-0.0146$; $G=27.511$; Para todo X perteneciendo al intervalo cerrado de valores entre 1 y 40.5 mm
- 45 b1) en la tapa la zona no alabeada $A=0$; $B=0$; $C=0$; $D=0$; $E=0$; $F=0$; $G=64.5$ Para todo X perteneciendo al intervalo cerrado de valores entre 1 y 9 mm
- c1) en el cubo la zona alabeada $A=0$; $B=0$; $C=5E-06$; $D=-0.0014$; $E=0.1535$; $F=-6.3821$; $G=121.24$; Para todo X perteneciendo al intervalo cerrado de valores entre 40.5 y 83 mm
- 50 d1) en la tapa la zona alabeada $A=-4E-08$; $B=8E-06$; $C=-0.0006$; $D=0.0247$; $E=-0.4771$; $F=4.3023$; $G=50.015$; Para todo X perteneciendo al intervalo cerrado de valores entre 9 y 54.09 mm
- e1) en el cubo β $A=0$; $B=3E-09$; $C=-9E-07$; $D=0.0001$; $E=-0.0042$; $F=-0.0915$; $G=34.402$; Para todo X perteneciendo al intervalo cerrado de valores entre 0 y 100% de la distancia meridional.
- 55 f1) en la tapa β $A=0$; $B=1E-09$; $C=-5E-07$; $D=6E-05$; $E=-0.0044$; $F=0.1822$; $G=22.2$. Para todo X perteneciendo al intervalo cerrado de valores entre 0 y 100% de la distancia meridional.
- 60 3. Grupo electrobomba multietapa, según reivindicación primera, para caudales Q entre 3200 y 8000 l/min, **caracterizado** porque en el impulsor es:
- a2) en el cubo la zona no alabeada $A=0$; $B=0$; $C=0$; $D=5E-05$; $E=0.0013$; $F=-0.0139$; $G=27.511$; Para todo X perteneciendo al intervalo cerrado de valores entre 1 y 41 mm
- 65 b2) en la tapa la zona no alabeada $A=0$; $B=0$; $C=0$; $D=0$; $E=0$; $F=0$; $G=64.5$; Para todo X perteneciendo al intervalo cerrado de valores entre 1 y 7 mm

ES 2 268 912 B1

c2) en el cubo la zona alabeada $A=0$; $B=0$; $C=5E-06$; $D=-0.0012$; $E=0.1205$; $F=-4.7599$; $G=93.614$; Para todo X perteneciendo al intervalo cerrado de valores entre 41 y 83 mm

5 d2) en la tapa la zona alabeada $A=0$; $B=7E-07$; $C=-0.0001$; $D=0.0058$; $E=-0.113$; $F=0.8709$; $G=62.273$; Para todo X perteneciendo al intervalo cerrado de valores entre 7 y 54.09 mm

e2) en el cubo β $A=0$; $B=0$; $C=9E-08$; $D=-3E-05$; $E=0.0002$; $F=0.0246$; $G=41.062$; Para todo X perteneciendo al intervalo cerrado de valores entre 0 y 100% de la distancia meridional.

10 f2) en la tapa β $A=0$; $B=0$; $C=-6E-07$; $D=0.0001$; $E=-0.0126$; $F=0.5887$; $G=23.694$; Para todo X perteneciendo al intervalo cerrado de valores entre 0 y 100% de la distancia meridional.

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

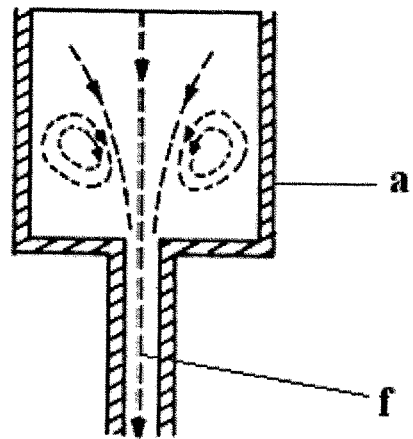


Fig. 1

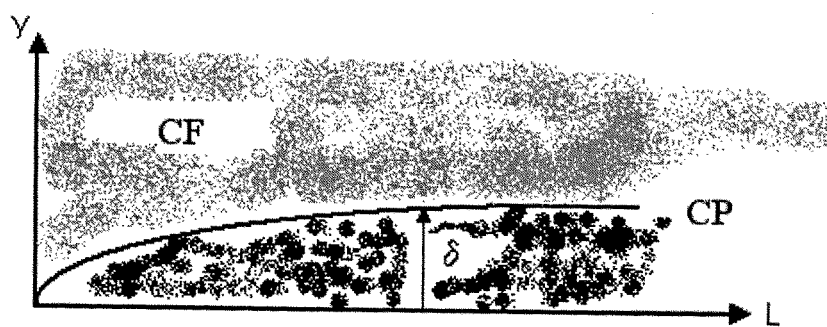


Fig. 2

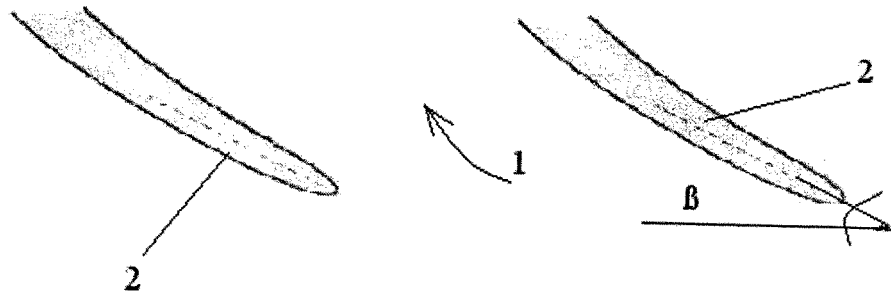


Fig. 3

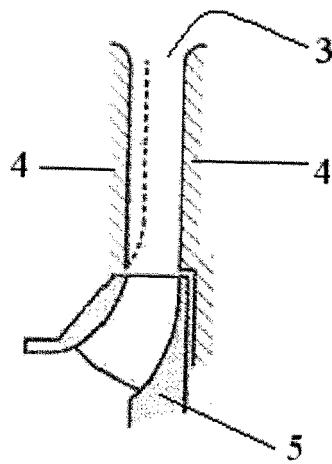


Fig. 4

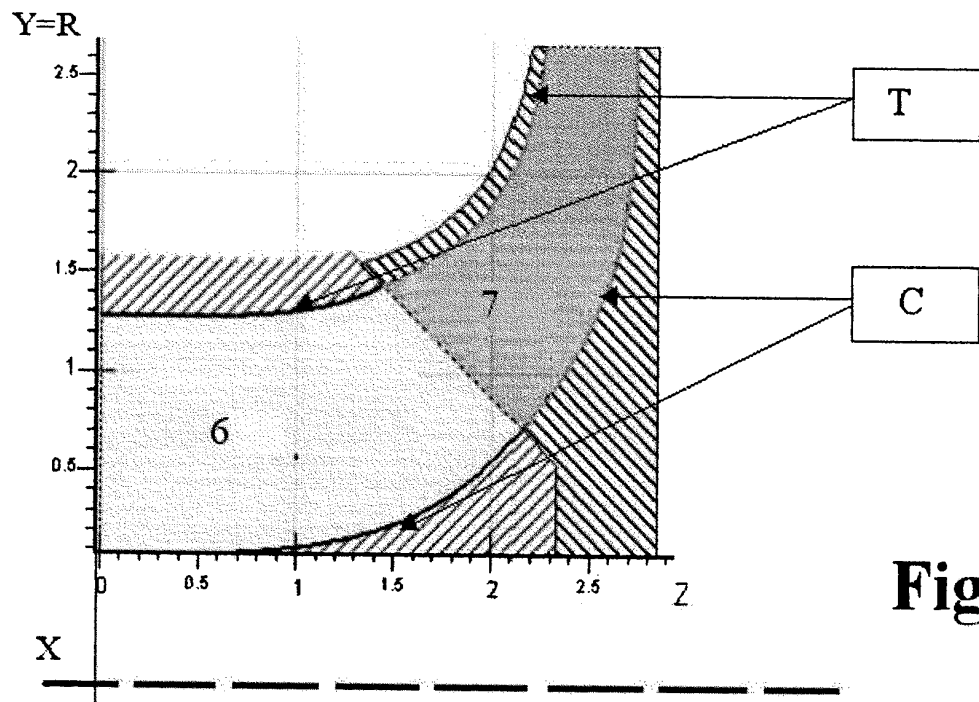


Fig. 5

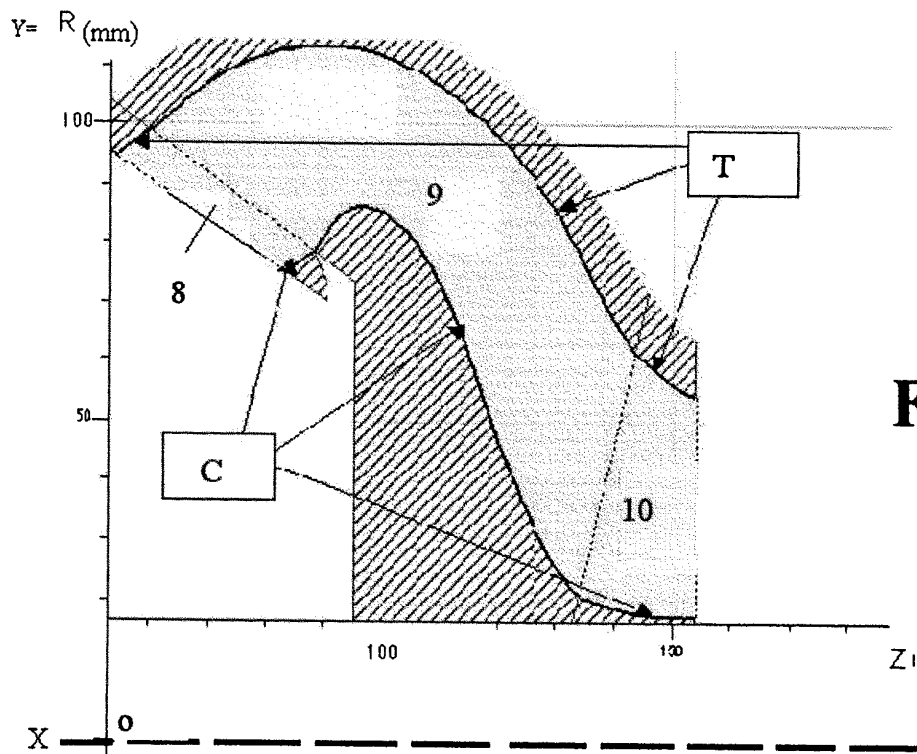


Fig. 6

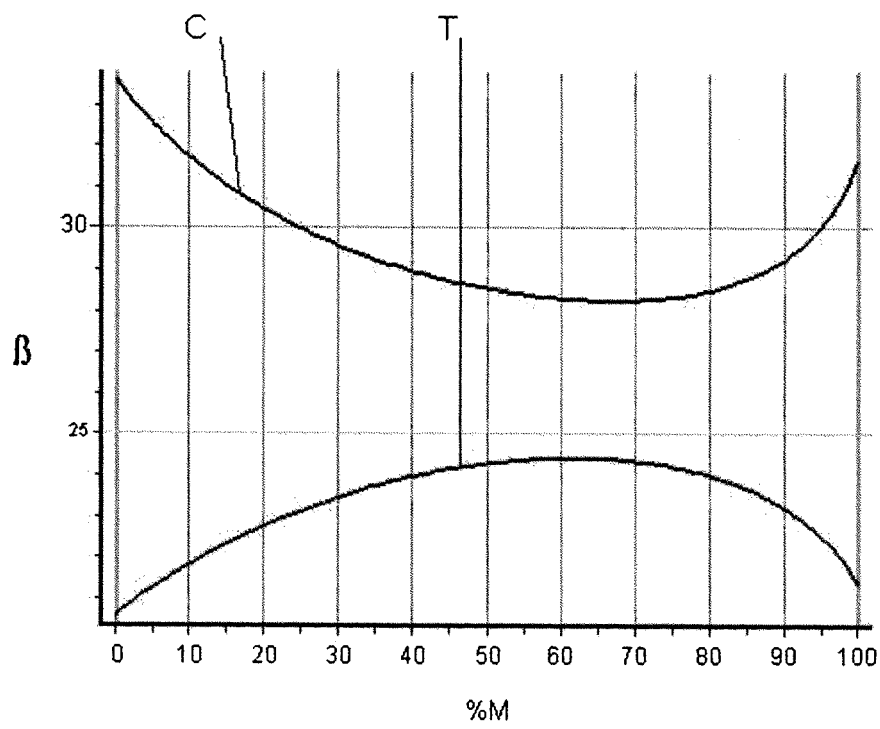


Fig. 7



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

⑪ ES 2 268 912

⑫ Nº de solicitud: 200300601

⑬ Fecha de presentación de la solicitud: 13.03.2003

⑭ Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TÉCNICA

⑮ Int. Cl.: **F04D 1/06** (2006.01)
F04D 29/44 (2006.01)

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
A	MATAIX, CLAUDIO. Turbomáquinas hidráulicas. Madrid. Editorial ICAI. 1975. ISBN:84-600-6662-2, páginas 431-445.	1-3
A	EP 0571739 A1 (NIKKISO CO) 01.12.1993	
A	JP 11173296 A (EBARA CORP) 29.06.1999	

Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia

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

A: refleja el estado de la técnica

O: referido a divulgación no escrita

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

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

El presente informe ha sido realizado

☒ para todas las reivindicaciones

☐ para las reivindicaciones nº:

Fecha de realización del informe
22.02.2007

Examinador
J. Galán Mas

Página
1/1