

494037

-7 JUN 1972



P. 51.405

B 4231.3 FP

MEMORIA DESCRIPTIVA

FOLYER

FOLD

para solicitar PATENTE DE INVENCION por 20 años

a nombre de COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE

entidad francesa

con domicilio en 29, rue de la Fédération, Paris, Francia

por: "COMPRESOR ROTATIVO CENTRIFUGO O AXIAL"

(Clase Internacional ~~F04A~~)

ANULADO

3.7.72

- 1 -



El presente invento, debido a Jean Fabri,  
Jean Friberg y a Raymond Siestrunck, tiene por objeto  
un perfeccionamiento en los compresores rotativos centri-  
fugos o axiales, y más en particular en los compresores  
5 supersónicos.

Un compresor rotativo está provisto habitualmen-  
te de una primera rueda giratoria o "rueda delantera" mon-  
tada sobre el rotor; delante de la misma, con respecto al  
sentido de flujo del fluido, un compresor de esta clase  
10 puede, en ciertos casos, estar provisto de un distribuidor  
constituído por álabes fijos.

En los compresores rotativos conocidos de este  
tipo, los álabes del distribuidor y los de la rueda previa  
son álabes de curvatura variable. Ahora bien, la fabrica-  
15 ción de álabes de rueda delantera de curvatura variable es  
muy costosa, porque dichos álabes, que están destinados a  
girar a gran velocidad, deben ser mecanizados con una gran  
precisión.

El invento pone remedio a este inconveniente.

20 De modo preciso, el invento tiene por objeto un  
compresor rotativo centrífugo o axial, del tipo provisto  
de un distribuidor fijo aguas arriba, de una rueda delante-  
ra solidaria del rotor, estando dicho compresor caracteriza-  
do por el hecho de que, con respecto a un plano axial, los  
25 álabes de la rueda delantera tienen, desde su cubo a su pe-

=7 JUL.



riferia, una curvatura constante y los álabes del distribuidor tienen, desde su cubo a su periferia, una curvatura variable.

Según una forma de realización interesante, la  
5 curvatura de cada álabe del distribuidor se invierte en una zona intermedia entre el cubo y la periferia, siendo la curvatura de la línea de extremo periférica y la de la línea de pie del álabe de sentido inverso.

Otras características y ventajas del invento se  
10 deducirán de la descripción que va a continuación, hecha con referencia a los dibujos anejos, y que da a título explicativo pero en ningún caso limitativo, una forma de realización de un álabe de distribuidor de los compresores según el invento.

15 En dichos dibujos,

- la Fig. 1 es una vista esquemática, en corte axial, de un compresor rotativo de tipo conocido, provisto de una rueda delantera pero no de distribuidor,

20 - las Fig. 1A, 1A', 1B y 1B' son diagramas relativos al compresor de la Fig. 1,

- La Fig. 2 es una vista esquemática, en corte axial, de un compresor rotativo de tipo conocido, provisto de una rueda delantera y de un distribuidor,

25 - las Fig. 2A, 2A', 2B y 2B' son diagramas relativos al compresor de la Fig. 2, y respectivamente homólogos



27 JUL

de los diagramas 1A, 1A', 1B y 1B' correspondientes al compresor de la Fig: 1;

- las Fig. 3A, 3B, 3A' y 3B' son diagramas relativos al compresor rotativo según el invento, y

5 - las Fig. 4, 5, 6 y 7 representan un álabe de distribuidor del compresor según el invento, visto respectivamente de frente, por su sección de pie, por su sección periférica y de perfil.

Es sabido que la velocidad relativa en el extremo de los álabes (o paletas) del rotor de un compresor, expresada por ejemplo en número de Mach relativo, se obtiene por la compresión de la velocidad absoluta, dirigida axialmente, y de la velocidad de arrastre, dirigida según el sentido circunferencial. Cuando el caudal que atraviesa el compresor es pequeño, la velocidad relativa en el extremo de los álabes es pequeña y se constata que no es necesario el empleo de un distribuidor. Por el contrario, si se desea obtener caudales más grandes, se aumenta simultáneamente la velocidad axial y el diámetro de la entrada y, en consecuencia, la velocidad de arrastre; debido a ello, el número de Mach relativo en el extremo de los álabes puede llegar a ser crítico y es preciso utilizar un distribuidor.

De todos modos, los álabes de la rueda delantera están más curvados en su periferia que hacia el cubo. Se considerará, en efecto, la Fig. 1, que muestra esquemática-



mente en corte axial la entrada 1 del estator 2, y el rotor 3 que comprende su cubo 4, sus álabes de rueda delantera 5 y sus álabes de compresión propiamente dichos 6.

5 Se supone que dicho compresor, visto según la flecha F, que indica también el sentido de la dirección axial de circulación del fluido, gira en el sentido de las agujas de un reloj.

Sean  $x$  e  $y$  dos puntos de una rueda delantera, situados en el plano de la figura, estando uno de ellos  $x$  situado sobre la línea de extremo del álabe, a una distancia R del eje del rotor, y estando el otro  $y$  situado cerca del cubo, a una distancia  $R'$  del eje, siendo por lo tanto  $R'$  inferior a R. Para una velocidad absoluta axial dada  $V_a$ , la velocidad de arrastre  $V_e$  en  $x$  es evidentemente superior a la velocidad de arrastre  $V'_e$  en  $y$ , siendo la relación entre estas dos velocidades aproximadamente igual a  $R/R'$ , los números de Mach relativos están dados en los dos casos por los diagramas 1A y 1A', de los cuales se deduce:

- 20 - que la velocidad relativa  $V_r$  en el punto  $x$  es superior a la velocidad relativa  $V'_r$  en el punto  $y$ , y  
- que el ángulo  $\beta$  comprendido entre  $V_a$  y  $V_r$  (Fig. 1A) es superior al ángulo  $\beta'$  comprendido entre  $V_a$  y  $V'_r$ .

25 Esta diferencia aparece en las Fig. 1B y 1B' que



representan cortes de los álabes 5 según las líneas bb y cc, respectivamente, y en las que se indican los ángulos  $\beta$  y  $\beta'$ .

Cuando es necesario obtener caudales aún más elevados, se utiliza según una solución clásica representada en la Fig. 2, un distribuidor fijo 7 dispuesto delante de la rueda delantera 5, estando dicho distribuidor provisto de un cubo fijo 8 y de álabes 9 fijados sobre dicho cubo y sobre el estator 2, y que desvía el flujo de gas en la admisión, en el sentido de rotación. También en este caso, los álabes de la rueda delantera están más curvados en el extremo que en las proximidades del cubo; de ello se deduce que, para que los ángulos de ataque sean correctos, los álabes del distribuidor deben tener también una curvatura más acentuada en su periferia que en su zona próxima al cubo.

Las Fig. 2A y 2A' son diagramas análogos a los de las Fig. 1A, 1A', relativas también a cortes efectuados en bb y cc; en dichas Figuras 2A y 2A', los valores  $V_a$ ,  $V_e$ ,  $V_r$  designan también, respectivamente la velocidad absoluta, la velocidad de arrastre y la velocidad relativa, en un punto de nivel bb;  $V'_a$ ,  $V'_e$ ,  $V'_r$  representan los vectores correspondientes para un punto de nivel cc. Las referencias  $\alpha$  y  $\alpha'$  designan los ángulos formados por los álabes del distribuidor con el eje, en puntos de niveles bb y cc, respectivamente.



Las Fig. 2B y 2B' son análogas a las Fig. 1B y 1B' pero incluyen el trazado de los álabes del distribuidor y la indicación de los ángulos  $\alpha$  y  $\alpha'$ .

5 Se observa que los vectores  $V_a$ ,  $V_e$ ,  $V_r$  tienen en el diagrama de la Fig. 2A longitudes superiores a las de los vectores correspondientes del diagrama de la fig. 1A.

El examen del diagrama de la Fig. 2A' muestra, por lo demás, que la velocidad relativa (o número de Mach relativo)  $V_r'$  es netamente menos elevada hacia el cubo, lo que hace que en este punto la máquina no absorba todo el caudal posible, lo que constituye un primer inconveniente de dicha técnica conocida.

10

La exposición teórica dada más arriba muestra también que se está obligado a realizar los álabes, tanto del distribuidor como de la rueda delantera, bajo la forma de álabes llamados helicoidales, es decir, de álabes de curvatura variable. Esta realización no presenta dificultad mayor para los álabes del distribuidor que son fijos y, en consecuencia, están sometidos a esfuerzos relativamente pequeños, y que se pueden construir por lo tanto de chapa embutida o de metal moldeado. Por el contrario, los álabes de la rueda delantera están sometidos, debido a su rotación a gran velocidad, a sollicitaciones mecánicas muy importantes y, para tener una resistencia mecánica suficiente, deben estar cortados en la masa por medio de una fresadora

15

20

25



de reproducción según las tres direcciones. Este tipo de máquina es de un coste elevado, su velocidad de trabajo es muy pequeña de modo que la mecanización de un álabe helicoidal es una operación muy costosa.

5 El invento se propone obviar esta dificultad.

El compresor objeto del invento, y que está provisto de un distribuidor fijo aguas arriba de una rueda delantera solidaria del rotor, se caracteriza especialmente porque, con respecto a un plano axial, los álabes de la  
10 rueda delantera tienen desde su cubo a su periferia una curvatura constante y los álabes del distribuidor tienen, desde su cubo a su periferia, una curvatura variable. Los álabes de la rueda delantera se pueden mecanizar por lo tanto con una fresadora ordinaria; en cuanto a los álabes heli-  
15 coidales del distribuidor fijo, se pueden obtener, por lo tanto, por un procedimiento de fabricación usual tal como el moldeo o embutición.

El invento se refiere también a un compresor que, a la vez que incluye la característica definida más arriba,  
20 y especialmente de álabes de ruedas delanteras de curvatura constante, presenta un caudal específico muy elevado.

A este efecto, el invento trata de obtener, por medio de un compresor de este género, una vena fluida en la que, en todos los puntos de la rueda delantera, para un  
25 fluido de densidad dada y una velocidad de rotación dada,



los vectores de velocidad sean equivalentes en la rueda delantera, y tengan un valor elevado.

Se alcanza este objetivo determinando la forma de los álabes del distribuidor, y especialmente la ley  
5 de variación de su curvatura, del cubo a la periferia de dichos álabes, de manera que se obtiene a lo largo de cada uno de dichos álabes, desde su pie a su periferia, un número de Mach relativo constante.

La curvatura constante de los álabes de la rueda  
10 delantera está adaptada a las condiciones periféricas más críticas, que están representadas en el diagrama de la Fig. 3A por un valor  $M_a$  de Mach absoluto que sale del distribuidor, un valor  $M_e$  de Mach de arrastre, y un valor  $M_r$  de Mach relativo con respecto a la rueda delantera. Se  
25 tiene entonces un diagrama 3A del mismo aspecto que el diagrama de la Fig. 2A correspondiente a un punto periférico, con un ángulo  $\alpha$  correspondiente a la curvatura constante del álabes de la rueda delantera y un ángulo correspondiente a la curvatura del álabes del distribuidor en un punto  
20 de la periferia del mismo. La forma de los álabes en este nivel está representada en la Fig. 3B, análoga a la Fig. 2B.

Se propone por lo tanto (Fig. 3A') obtener hacia el cubo, es decir, en un punto donde el valor del número  
25 de Mach de arrastre  $M'_e$  es mucho más pequeño que  $M_e$ , un vec

tor  $M'_r$  que sea aproximadamente equivalente al vector  $M_r$ ,  
teniendo  $M'_r$  por lo tanto una longitud aproximadamente  
igual a  $M_r$  y un ángulo de orientación aproximadamente  
igual al ángulo  $\beta$  de la Fig. 3A.

5 El examen del diagrama de la Fig. 3A' muestra que,  
para obtener este resultado, sin atacar los álabes de la  
rueda delantera por el extradós, se está obligado a dar  
en este punto al álabe del distribuidor una curvatura de  
sentido inverso de la que presenta el álabe en su periferia,  
10 como lo muestra la Fig. 3A' en la que el ángulo  $\alpha'$  es de  
sentido inverso con respecto al ángulo  $\alpha$  de la Fig. 3A.

La forma de cada álabe del distribuidor en este  
nivel, es decir, al pie del álabe, por el que el álabe es  
solidario de su cubo fijo, se representa en la Fig. 3B'.

15 Se ve que se pueden obtener así en los dos extre-  
mos de cada álabe de la rueda delantera vectores de Mach  
relativos equivalentes. La práctica muestra que la variación  
continua de la curvatura del álabe del distribuidor entre  
estos dos puntos extremos permite obtener en todos los pun-  
20 tos de la rueda delantera valores y orientaciones de los  
vectores de Mach relativos que difieren poco del valor  
extremo.

El invento tiene también por objeto un compresor  
en el que la curvatura de los álabes del distribuidor varía  
25 desde el cubo a la periferia de dichos álabes y se invierte



en una zona intermedia, siendo la curvatura de la línea de extremo periférica y la de la línea de pie de cada álabe de sentidos inversos.

Las Fig. 4, 5, 6, 7 representan un álabe del distribuidor del compresor según el invento, visto respectivamente, de frente, por su sección, de pie, por su sección periférica y de perfil.

Dicho álabe, o paleta, está provisto de una lámina 10 de chapa de acero que comprende: una arista de extremo periférica 11, solidaria de un zócalo 12 provisto de un tornillo de fijación 13, una arista de pie 14 provista de una espiga 15 que permite montar dicho álabe en posición angularmente ajustable sobre el cubo, y dos aristas laterales 16, 17. La arista 16 es rectilínea; la arista periférica 11 presenta una curvatura visible especialmente en la Fig. 6, y la arista de pie 14 presenta una curvatura, de sentido inverso, visible especialmente en la Fig. 5. De ello resulta que la arista 17, cuyo perfil es agudo, presenta, en vista de perfil (Fig. 7), la forma de una curva de curvatura variable, y cuyas curvaturas, en la periferia y en el pie del álabe, son de sentidos contrarios.

Dichas curvas presentan, en sus extremos, las características expuestas más arriba; las curvaturas de secciones intermedias hechas entre los niveles bb y cc, se pueden calcular según las reglas de la técnica, determinando



una forma conveniente que permita asegurar una alimentación correcta, es decir, tangente a la rueda delantera, a fin de evitar las pérdidas resultantes de un choque del fluido a la entrada en la rueda delantera.

REIVINDICACIONES

5                    Los puntos de invención propia y nueva que se presentan para que sean objeto de esta solicitud de Patente de Invención en España, por VEINTE años, son los siguientes:

10                    1.- Compresor rotativo centrífugo o axial, del tipo provisto de un distribuidor fijo aguas arriba de una rueda delantera solidaria del rotor, estando caracterizado dicho compresor porque, con respecto a un plano axial, los álabes de la rueda delantera tienen, desde su cubo a su periferia, una curvatura constante, y los álabes del distribuidor tienen, desde su cubo a su periferia, una curvatura variable.

20                    2.- Compresor según la reivindicación 1, en el que los álabes de la rueda delantera, de curvatura fija, están cortados en la masa y los álabes del distribuidor, de curvatura variable, son de chapa embutida o de metal moldeado.



3.- Compresor según la reivindicación 1, en el que la ley de variación de la curvatura de los álabes del distribuidor, desde su cubo a su periferia, está determinada de manera que se obtiene, desde el pie de cada álabe a su periferia, un número de Mach relativo constante.

4.- Compresor según la reivindicación 1, en el que la curvatura constante de los álabes de la rueda delantera está adaptada a las condiciones periféricas más críticas.

5.- Compresor según la reivindicación 1, en el que la curvatura de los álabes del distribuidor está determinada de manera que, para un fluido de densidad dada y para una velocidad de rotación dada, los vectores de la velocidad relativa son, cerca del cubo de la periferia de cada álabe, iguales, paralelos y del mismo sentido.

6.- Compresor según la reivindicación 1, en el que la curvatura de cada álabe del distribuidor varía desde el cubo a la periferia del álabe y se invierte en una zona intermedia, siendo la curvatura de la línea de extremo periférica y la de la línea de pie del álabe de sentidos inversos.

7.- Compresor rotativo centrífugo o axial.



Tal y como se ha descrito en la Memoria que antecede, representado en los dibujos que se acompañan, y para los fines que se han especificado.

Esta Memoria consta de catorce hojas escritas a máquina por una sola cara.

Madrid, 7 JUL. 1972

P.A.

ALBERTO DE MIZALURU  
Por Poder

3,7.72

EDG/.

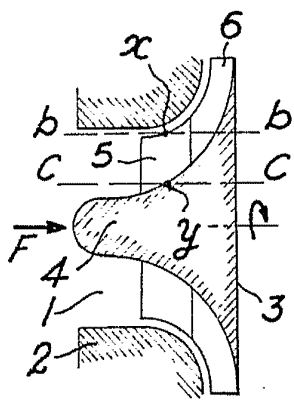


FIG. 1

FIG. 1B

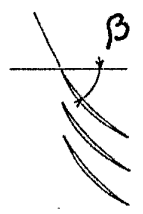


FIG. 1B'

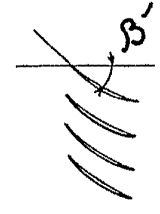


FIG. 1A

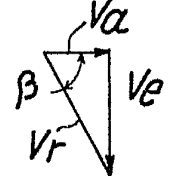


FIG. 1A'



FIG. 2

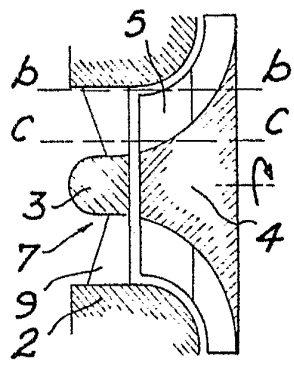


FIG. 2B

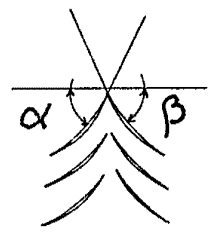


FIG. 2B'

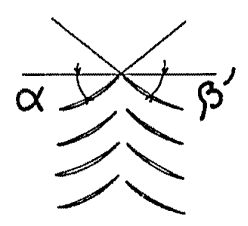


FIG. 2A

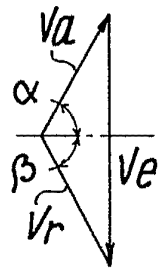
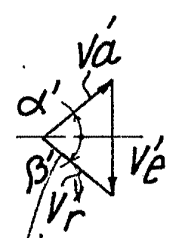


FIG. 2A'



Alberto G. M. ...  
Per Feder.



FIG.3B

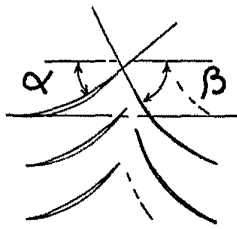


FIG.3B'

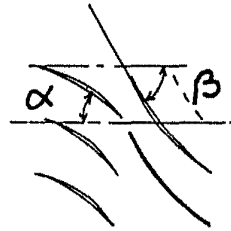


FIG.3A

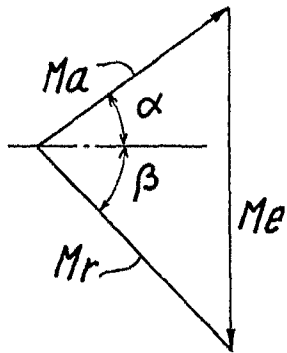
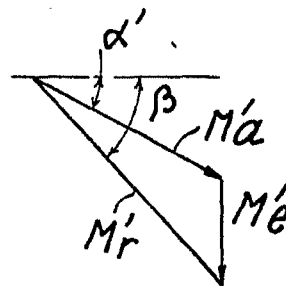


FIG.3A'



Albert Einstein  
For You



FIG.5

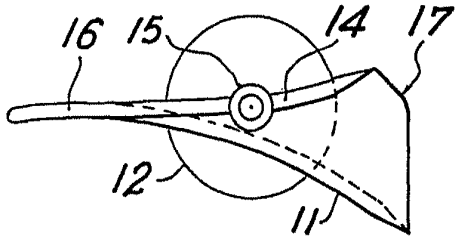


FIG.7

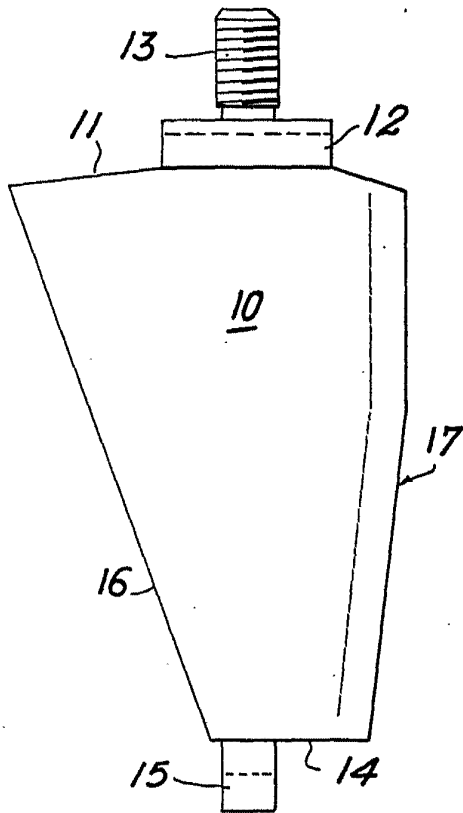
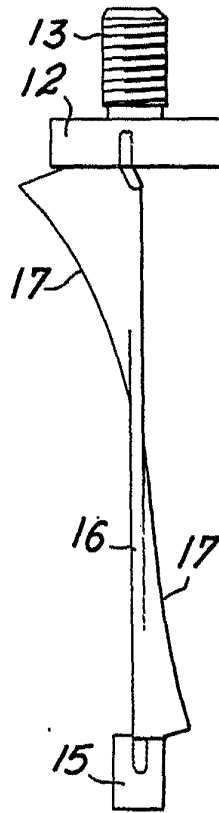


FIG.4

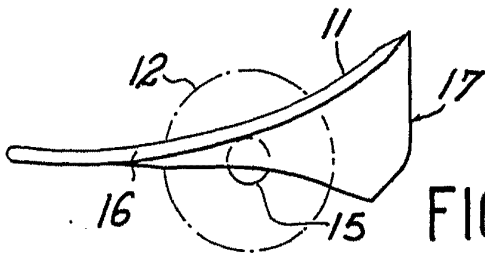


FIG.6

Albino de Azuberry  
Por Foucault