

152804 ^{Clase 7.396}

ESLA REPRODUCCION
POR DEFECTO DEL ORIGINAL



152804

16 MAY. 1941

MEMORIA DESCRIPTIVA
para solicitar
P A T E N T E D E I N V E N C I O N
en
E S P A Ñ A
por VEINTE años
a nombre de WESTINGHOUSE ELECTRIC & MANUFACTURING
COMPANY, entidad norteamericana, establecida en 700
Braddock Ave., East Pittsburgh, Pa., ESTADOS UNIDOS
DE AMERICA, por
"UNA TURBINA PARA FLUIDO ELASTICO".

Este invento se refiere a turbinas de flui-
dos elásticos y especialmente a elementos de paletas

152804

16



152804

adecuados para fluidos elásticos que se mueven a velocidades superacústicos.

5 El principal objeto del invento se ofrecer elementos de álabes paletas que limitan pasos de flujo para un fluido elástico que se mueve a velocidades superacústicos, estando dispuestos los pasos de manera que el giro del fluido es inducido por una esquina o esquinas formadas en caras convexas de los elementos, y este giro se realiza sin choques de compresión.

10 El invento consiste primeramente en una turbina que tiene elementos de paletas que ofrecen pasos para un fluido elástico que se mueve a velocidades superacústicas, estando dichos pasos limitados por caras cóncavas y convexas poligonales; las esquinas de las caras convexas están redondeadas y cada paso disminuye en sección hasta secciones de esquina y aumenta en sección desde estas últimas, y las secciones de esquina aumentan progresivamente en superficie desde la entrada hasta la salida de cada paso.

15 Aunque el invento se puede emplear para paletas de tobera o para álabes de rotor o cangilones es especialmente aplicable a la primera hilera de álabes de rotor del tipo de impulso y en los cuales se encuentra usualmente vapor que se mueve a velocidades superacústicas. Un tipo corriente de turbina es un periodo de impulso de Curtis de dos filas segui-



152804

do por periodos de reaccion o de Rateau, y una frac-
cion importante de la energia disponible del vapor es
convertida en energia mecanica por el periodo de Cur-
tis; sin embargo, como la eficiencia de un periodo
5 de Curtis es relativamente mas baja que un periodo
de reaccion, la eficiencia general se reduce por causa
de esto. Incorporando el nuevo tipo de alabes en la
primera fila de alabes de rotor, o en filas subsiguien-
tes si han de tener lugar en las mismas velocidades
10 superacusticas, se aumenta la eficiencia por razon
del funcionamiento perfeccionado del nuevo tipo de
paletas cuando se trata de fluidos elasticos que se
mueven a velocidades superacusticas. Con el dise-
no corriente, las velocidades superacusticas tienen
15 lugar unicamente en la primera fila de paletas, de
manera que basta restringir a dicha fila la incorpo-
racion del nuevo tipo de alabes.

Una razon de la menor eficiencia de las pa-
letas de impulso inicial se relaciona con su funcio-
20 namiento a velocidades superacusticas de vapor en-
trante. En el paso de gas superacusticos ocurren
choques de compresion en ciertas condiciones que dan
por resultado un aumento de entropia, dejando asi
inutil para realizar trabajo cierta porcion de la
25 energia inicialmente disponible en el vapor. Por
tanto, las paletas de impulso se han disenado, sin
prestar practicamente atencion a la posible apari-



152804

ción de choques de compresión en los pasos.

5 El hecho de que una esquina en un ambiente de expansión induce a un medio compresible que se mueve a velocidad superacústica a girar sin otro apremio mecánico, fué observado y analizado por Prandtl-Meyer y puede considerarse como el efecto de línea de corriente de Prandtl-Meyer. El presente invento utiliza los medios que responden de este efecto en relación con elementos de paletas de turbina de impulso para mejorar su eficiencia.

10 El invento se comprenderá claramente por la siguiente descripción en relación con los dibujos adjuntos, en los cuales:

15 Las figuras 1, 2 y 3 son diagramas que representan la línea de corriente de Prandtl-Meyer.

La figura 4 es un diagrama que representa la teoría del funcionamiento del paso de paletas perfeccionado;

20 La figura 5 es una vista diagramática que representa ciertos aspectos geométricos;

La figura 6 es una vista en corte de las paletas perfeccionadas, y

25 La figura 7 es una vista en corte que representa el invento aplicado a las toberas así como a la primeranfila de paletas móviles.

El presente invento consiste en la modificación de paletas o álabes de turbina para aprovechar



152804

5 el efecto giratorio de velocidad superacústica de Prandtl-Meyer, teniendo las caras convexas de los álabes o paletas una o mas esquinas, y cooperando las caras cóncavas con las convexas para ofrecer tal ambiente de presión o expansión en torno de cada esquina que esta última induzca al fluido elástico que se mueve a velocidades superacústicas a girar sin otro apremio mecánico.

10 Para que se comprendan mejor las modificaciones de los álabes o paletas de turbina, mencionaremos brevemente ciertas consideraciones preliminares y teóricas, tomadas de la teoría de Prandtl-Meyer del paso compresible bidimensional alrededor de una esquina.

15 La figura 1 es un diagrama del efecto giratorio inducido por una esquina en una corriente de velocidad superacústica. Desde A a O el flujo es paralelo al límite rígido A O, estando la esquina en O. Cuando el fluido llega a la esquina, en lugar de continuar mas allá en un trayecto recto, se curva alrededor de ella y reanuda el movimiento en un trayecto recto despues de una desviación angular dependiente de la expansión desde la región I de mayor presión a la región II de presión mas baja, conociéndose el exceso de velocidad efectiva de la corriente sobre la velocidad acústica, la proporción de la velocidad efectiva con la velocidad acústica, con el nombre de núme-

20

25



15 2804

5 re Mach. En la figura 1, la corriente se curva desde el vector de radio O M al vector de radio O N; y la medida del giro depende del número Mach del fluido que se acerca, siendo mas grande el ángulo de giro cuanto mayor sea el número Mach y viceversa. En la zona de giro, el fluido pasa a lo largo de líneas de corriente que tienen tal relación que el componente de velocidad (v) perpendicular al vector de radio es siempre igual a la velocidad del sonido en las condiciones de presión y densidad existentes en el vector. En otros términos, dentro de los límites angulares indicados, - límites que dependen del número Mach del fluido que se acerca y de la caída de presión desde la región I a la región II, - puede concebirse un número infinito de vectores de radio como existentes entre los límites; y a lo largo de cada vector de radio las condiciones de estado, tales como presión, temperatura y volumen específico, son constantes. Por consiguiente, a lo largo del vector de radio O M, estas condiciones de estado son constantes y coinciden con las de la corriente que se acerca paralela, y lo mismo es cierto con respecto al vector final O N y la corriente que fluye paralela más allá.

25 Como se representa, la corriente sale en un trayecto paralelo que puede considerarse como paralelo a una envoltura recta gaseosa OB. Si O B se reemplaza por estructura, de manera que la esquina ven-



152804

ga a ser A O B, habría superficies estructurales defini-
nidas paralelas a las líneas de corriente de flujo
paralelas. Esta esquina conformadora se usa con las
paletas o álabes de turbina como se indicará mas ade-
lante.

La definición de una línea de corriente
Prandtl-Meyer se comprenderá examinando los diagra-
mas de las figuras 2 y 3.

Con referencia a las figuras 2 y 3, en
el sistema de coordenador polares, r es función de
 θ como sigue:

$$r = r_0 (\cos \lambda \theta) - \frac{1}{\lambda^2}, \text{ donde}$$

$\lambda = \sqrt{\frac{k-1}{k+1}}$ y "k" es la proporción de calor especí-
fico (1.30 para vapor recalentado),

Donde r_0 es el valor de r cuando $\theta = 0$, com-
poniéndose cualquier curva C^1 (figura 3) de combina-
ciones de arcos ab de C (donde a y b son dos puntos cua-
lesquiera de C) o de arcos ab de C con segmentos de lí-
nea recta, con sujeción a la condición de que los
puntos extremos de arcos adyacentes en C^1 sea uno y
el mismo punto en la curva C; esta curva C^1 se llamará
en adelante una línea de corriente de Prandtl-Meyer.
La curva C es una línea de corriente para el flujo no
rotacional de un gas sin rozamiento (en dos dimensio-
nes) alrededor de una esquina, sin choques de compresión.

Como es deseable que el paso sea lo mas an-



152804

cho posible, la línea de corriente que forma la base de la cara convexa debe ser una que corresponda a $r = 0$ y por tanto, para cada ángulo θ dado esta línea de corriente se reduce a un punto. El campo de flujo representado como tipo por las líneas de corriente C es tal que a lo largo de cada rayo, para $\theta = \text{constante}$, la velocidad es constante en dirección y magnitud, y las cantidades de estado del gas son también constantes. Por tanto, cada campo de flujo que termina a lo largo de una línea, para $r = \text{constante}$, puede unirse directamente a un campo uniforme de flujo de la debida presión, temperatura y velocidad. Por tanto, una línea recta OB (figura 1) puede usarse como una parte del límite de la cara convexa del paso de paleta.

Como una línea de corriente de Prandtl-Meyer puede ser completamente curva o comprender porciones rectas y curvas, para aprovechar esto en relación con las paletas o álabes de turbina, las caras convexas de estas últimas están dotadas de una esquina o esquinas que se extienden en sentido longitudinal de las mismas para inducir el giro conservando el flujo de la línea de corriente de Prandtl-Meyer a lo largo de la cara. Con preferencia, cada cara convexa es poligonal o comprende porciones planas unidas por porciones de esquina. Junto a la cara convexa, el flujo se compone de porciones rec-



152804

tas paralelas a las porciones planas unidas por por-
ciones curvas, aumentando las porciones curvas y dis-
minuyendo las porciones rectas en extensión lineal
hacia afuera radialmente desde la cara convexa has-
5 ta que el flujo es enteramente curvo, y la cara cón-
cava está diseñada para amoldarse aproximadamente a di-
cha línea de corriente de Prandtl-Meyer continuamente
curva.

10 La figura 4 se representa un paso teórico
para obtener el flujo de línea de corriente de
Prandtl-Meyer de un fluido elástico no viscoso a ve-
locidades superaústicas alrededor de esquinas. En
dicha vista hay tres esquinas para obtener la desvia-
ción angular deseada de la corriente al atravesar
15 el paso. La conducta de una corriente de velocidad
de gas superaústica en este paso puede observarse
por el procedimiento fotográfico de Schlieren, mani-
festándose el fenómeno del flujo de esquina en una
placa de vidrio esmerilado o en una fotografía por una
20 multiplicidad de líneas (líneas de Mach) que irradian
de las esquinas. Suponiendo que el fluido entra en el
extremo derecho del paso con un número de Mach de M_1
sobre la unidad, entonces experimenta una compresión
desde las líneas de Mach iniciales L_1 , L_3 y L_5 a las
25 secciones de garganta O_2 , O_4 y O_6 y se expansionan des-
de las últimas a las líneas de Mach finales L_2 , L_4 y
 L_6 , alcanzando el fluido velocidad acústica en las

16 MAY.



152804

5
10
15
20
25

secciones de garganta y moviéndose a velocidades superacústicas en las secciones mas grandes O_1 , O_3 , O_5 y O_7 . Las líneas radiantes en abanico en cada esquina son líneas de Mach o líneas de estado constante. El número Mach tiene valores máximos en las líneas marginales exteriores L_1 a L_6 , inclusive, y valor de unidad en las secciones de garganta. Suponiendo que el número Mach para la primera línea y para la primera esquina es M_1 , este se reduce a la unidad en las secciones de garganta O_2 , y luego aumenta, por ejemplo, a M_2 , mayor que la unidad, en la línea final L_2 de la esquina O_2 . Como se ha indicado, la expansión desde la esquina final o sección de garganta O_6 es, para un ángulo final de giro y para un número Mach, la misma que a la entrada.

Si un paso como el representado en la figura 4, por el cual para un medio elástico a velocidad superacústica, se somete a examen fotográfico de Schlieren y no aparece la disposición en abanico de líneas radiantes en cada esquina, esto significa indeseables pérdidas por choque o compresión, esto es, que el paso no funcionara para reducir gradualmente el número Mach en el lado de compresión desde un máximo a la unidad, y aumentar luego gradualmente el número Mach desde la unidad a un máximo en el lado de expansión.

Aunque la teoría de un medio no viscoso com-



152804

5 presible es fundamental del presente invento, sin embargo, todos los medios reales son viscosos; y por esta razón son necesarias ciertas desviaciones del diseño teórico. Por consiguiente, las esquinas son redondeadas para acomodarse al rozamiento, el ángulo de giro a la primera garganta se restringe para evitar choques a la entrada, y, por causa del rozamiento, las superficies seccionales aumentan gradualmente desde el extremo de entrada al de salida del paso. Habiendo determinado un paso teórico para un medio no viscoso, con este paso como base se asegura el necesario redondeamiento de esquinas y la debida relación de las superficies del paso para obtener un flujo sin choque de compresión, indicándose el funcionamiento de un paso eficaz por el examen fotográfico de Schlieren. Habiendo determinado de este modo las modificaciones que deben hacerse en el paso teórico, la aplicación práctica del invento únicamente supone la utilización de estas determinaciones.

10
15
20
25 En la figura 6 se representa una multiplicidad de paletas de turbina 10 adecuadas para un vapor que se mueve a velocidades supersónicas. Las paletas tienen caras convexas 11 que cooperan con caras cóncavas 12 para definir pasos de paleta 13. Cada cara convexa 11, en lugar de ser curva como hasta ahora, es poligonal, o está compuesta por una multi-



152804

5 plicidad de porciones planas 14, 15, 16 y 17 unidas
por porciones de esquina 18, 19 y 20. Los pasos de-
finidos por las caras cóncavas y convexas ofrecen tal
expansión caida da de presión alrededor de cada una
de las porciones de esquina 18, 19 y 20, que estas
últimas, sin otro apremio mecánico, obligan al flui-
do elástico a desviarse o girar. Si las caras cón-
cavas se conformaran exactamente, tendrían la curva-
dura de la línea de corriente de Prandtl-Meyer; sin
10 embargo, a menudo un arco de círculo está tan próxi-
mo a ellos que puede usarse casi con igual eficacia,
y es preferible por razones de fabricación.

15 Como se representa, las esquinas 18, 19 y
20 están redondeadas en la medida necesaria para en-
sanchezar el paso con el fin de acomodar el mayor vo-
lumen de fluido por razón del rozamiento y para re-
ducir las pérdidas por choque, haciéndose progresi-
vamente mas grandes las secciones O_1 a O_7 inclusive.
Además, para evitar choques a la entrada, el ángulo
20 de giro que baja hasta la primera sección de gargan-
ta O_2 se hace algo mas pequeño que el que correspon-
de teóricamente al número Mach.

25 La importancia de evitar choques de com-
presión se puede ver por el siguiente ejemplo. Su-
pongamos que tenemos una corriente superaoústica de
vapor recalentado que fluye a una velocidad de 1.523
veces la velocidad acústica, como resultaría de la ex-

76



152804

5 pansión de 543 Kgs. por 650 mm^2 de presión absoluta
a 136 Kgs. por 650 mm^2 . Si ocurre un choque de
compresión normal en esta corriente, habrá un aumen-
to en entropía por 0.453 Kgs. de vapor de 0.0135 uni-
dades de entropía. Si tuvieramos tal choque de com-
presión en el flujo de vapor en una turbina conden-
sándose a 50° C , daría por resultado una pérdida de
energía disponible de 7.43 B. T. U. por 0,453 Kgs.
que es el 1.3 % de la energía teóricamente disponi-
10 ble para realizar trabajo. Esto no es ni con mucho
una pérdida despreciable. Sin embargo no es real-
mente una medida verdadera de la seriedad de un cho-
que de compresión. Siguiendo al choque el flujo es-
tará a velocidad subacústica a presión mas alta que
15 aquella para la cual están diseñados los pasos. Los
pasos de rueda de impulsos no convertirán por tanto
la energía del vapor en trabajo mecánico, tan eficaz-
mente como ocurriría si el vapor pasara a las presio-
nes y densidades para las cuales están proyectadas
20 los pasos. Por consiguiente, los choques de com-
presión no solo dan lugar a una pérdida esencial de
energía disponible en el mismo choque, sino que tam-
bién hacen el flujo tal que la conversión de energía
no se puede realizar tan eficientemente en las pale-
25 tas de impulso.

Para una anchura dada de paleta y un ángulo
de giro dado de la misma, el diseño del paso de flui-

76



152804

do elástico para ofrecer líneas de corriente de Prandtl-Meyer implica tener en cuenta el número Mach, M , que es la relación de la velocidad efectiva con la acústica, el ángulo Mach α , que es

5 $\alpha = \text{sen}^{-1} \frac{1}{M}$, el ángulo calculado θ , y el ángulo de giro ν , que es igual a $\alpha + \theta - 90^\circ$.

Los ángulos y relaciones se pueden identificar por la figura 5. Suponiendo que el fluido elástico entra a la derecha con un número Mach de M_1 , el ángulo Mach α_1 , el ángulo derivado θ_1 se averigua por la relación

10

$$\frac{1}{\text{sen}^2 \alpha_1} = \frac{2}{k-1} \left[\frac{k+1}{2 \cos^2 \lambda \theta} - 1 \right];$$

y, conociendo θ_1 , el ángulo de giro ν se averigua fácilmente por la ecuación:

15

$$\nu_1 = \theta_1 + \alpha_1 - 90^\circ.$$

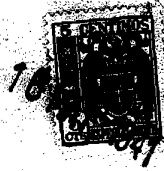
Con tres esquinas, como en la figura 5 en la cual la cara cóncava ha sido reemplazada por un arco de círculo, un ángulo de giro total de θ , un ángulo de giro final de $\nu_6 = \nu_1$, los ángulos de giro restantes, pueden hacerse iguales y averiguarse por la ecuación:

20

$$\nu_2 = \nu_3 = \nu_4 = \nu_5 = \frac{\theta - 2\nu_1}{4}$$

Con referencia a cualquier campo de flujo triangular particular, como el que existe entre L_1 y O_2 una relación única existe entre el número Mach en L_1 y en ángulo de giro de L_1 a O_2 . También existe una

25



15 2804

relación entre este número Mach y la proporción de las
áreas en O_1 y O_2 . Supongamos que, en O_2 , el gas se
ha comprimido hasta que la velocidad es acústica y
el número Mach es 1. Las secciones máxima y mínima
5 están situadas relativamente entre sí como se de-
termina por la relación entre r y r_0 para una línea
de corriente, y los ángulos Mach en las secciones de
baja presión O_1 , O_3 , O_5 y O_7 . La cantidad de ángulo
total de giro que puede obtenerse en un paso con una
10 garganta O_2 es teóricamente dependiente del número
Mach M_1 del chorro que entre y de la constante k ,
como se ve por las ecuaciones anteriores. Con dos
secciones de garganta puede obtenerse teóricamente
cualquier ángulo de giro hasta 180° , ya que el núme-
15 ro Mach en O_3 no necesita ser ningún valor previamen-
te asignado, sino que se determina por la mitad del
ángulo de giro de O_2 a O_4 . Por la consideración
de reducir al mínimo los efectos del rozamiento de pa-
red, es a menudo deseable usar más de dos secciones
20 de garganta, aunque solo dos se necesitan teórica-
mente, porque, usando tres gargantas en vez de dos,
se ve uno a veces llevado a un paso de mayor rela-
ción de anchura a longitud. También, aplicando la
forma de paso teórica en una turbina real, las con-
25 sideraciones de la fuerza de la paleta y la delga-
dez del borde de ataque pueden tender a favorecer
tres gargantas en lugar de dos.



152804

5 El fluido en la mayor área inicial O_1 y a
velocidad superaéutica sufre compresión con disminu-
ción de velocidad hasta que se llega a la velocidad
acústica en la esquina inicial o sección de garganta
10 O_2 . Desde esta última sección a la segunda sección
mas grande O_3 , el vapor sufre expansión con aumento
de velocidad hasta un valor superaéutico, seguida de
compresión y reducción en velocidad hasta el valor
acústico en la segunda esquina o sección de garga-
15 O_4 , y así sucesivamente para las siguientes sec-
ciones mas grandes y mas pequeñas. Usando una multi-
plicidad de esquinas, se alcanza el ángulo de giro to-
tal deseado conservando en los pasos el flujo de lí-
neas de corriente de Prandtl-Meyer. El paso calcu-
20 lado se representa en líneas de puntos y trazos de
la figura 6, superpuestas en el verdadero paso.

La dimensión de garganta O_4 , para el paso
calculado o teórico es la misma que O_2 , y todo el
paso es simétrico con respecto a un plano medio de
20 rotación de paletas, El verdadero paso implica mo-
dificaciones del paso calculado para acomodarse al
rozamiento y evitar los consiguientes choques de com-
presión, incluyendo la modificación el redondeamien-
to de las esquinas, la restricción del ángulo de gi-
25 ro inicial (γ_1), aumentándose los ángulos de giro
intermedios (γ_2 a γ_5) para compensar y abrir pro-
gresivamente el paso. Las secciones de garganta O_2



152804

5 y O_4 del paso efectivo están adelantadas corriente
arriba desde sus posiciones teóricas. La abertura
progresiva del paso da por resultado una abertura
proyectada mas grande en el plano de salida que en
10 el plano de entrada de la rueda, y puede conseguir-
se la compensación para igualar la altura en la en-
trada y en la salida y hacer posible una construc-
ción de paletas prácticas, reduciendo el ángulo de
entrada y aumentando el de salida. Por ejemplo, si
15 el ángulo de giro total es de 138° , esto daría ángu-
los de entrada y de salida de 21° , pero el paso, con
estos ángulos tendría una altura mayor en el lado
de salida que en el de entrada. Por tanto, para
igualar la altura a ambos lados, los planos de entra-
da y salida se orientan, sin cambiar los pasos, para
disminuir el ángulo de entrada y para aumentar el
ángulo de salida en medida igual. En el ejemplo
20 dado, el ángulo de entrada puede reducirse de 21° a
 $18^\circ 47'$ y el ángulo de salida puede aumentarse has-
ta $23^\circ 13'$.

Para que el paso teórico se comprenda me-
jor, damos el siguiente ejemplo ilustrativo para una
anchura de paleta de 38.25 m/m. un número de Mach
de 1.95, un ángulo de tobera de 15° , y para el va-
por recalentando con una proporción de calor espe-
25 cífico de $k = 1.30$, debiendo tener el paso de las pa-
letas tres esquinas y un ángulo de giro total de 138° .



15 2804

Suponiendo que la cara cóncava es un arco circular tendremos:

$$R = \frac{1.500}{2 \operatorname{sen} 138^\circ} = 20.47 \text{ m/m}$$

5 $\gamma, \alpha_1 = \operatorname{sen}^{-1} \frac{1}{2} = \operatorname{sen}^{-1} = 30^\circ 51'$

para el valor recalentado.

$$\lambda = \sqrt{\frac{k-1}{k+1}} = 0.36115$$

Las funciones de Prandtl-Meyer α y θ están relacionadas por la siguiente ecuación:

10
$$\frac{1}{\operatorname{sen} 2\alpha} = \frac{2}{k-1} \left[\frac{k+1}{2 \cos^2 \lambda \theta} - 1 \right]$$

y de la cual

$$\theta_1 = 86^\circ 16'$$

15
$$\gamma_1 = \theta_1 + \alpha_1 - 90^\circ = 27^\circ 07'$$
 (para un número Mach de 1.95 y $k = 1.300$ la corriente puede hacerse girar $27^\circ 07'$ reduciendo la velocidad precisamente a la acústica)

La longitud de la semicuerda

$$l_1 = R \operatorname{sen} \gamma_1 = 9.33 \text{ m/m}$$

$$r_1 \text{ (línea inicial de Mach)} = \frac{l_1}{\operatorname{sen} \theta_1} = 9.36 \text{ m/m}$$

$$O_1 = r_1 \operatorname{sen} \alpha_1 = 4.79 \text{ m/m}$$

25 La dimensión de garganta en la primera esquina es entonces:

$$O_2 = R - \frac{R \cdot \theta_1}{\cos \gamma_1} = 2.86 \text{ m/m.}$$

Para una verdadera línea de corriente de Prandtl-Meyer, la proporción $\frac{r}{r_0}$ está definida por la siguiente ecuación:

30



152804

$$\frac{r_1}{r_0} = (\cos \lambda \theta) - 1/2 = 3.3017$$

La primera dimensión de garganta debería ser:

$$O_2 \text{ (Prandtl-Meyer)} = \frac{0.367}{3.3017} = 0.1112.$$

5 Por esto se verá que el error introducido en este caso por razón de la aproximación del arco de círculo a la curva de líneas de corriente de Prandtl-Meyer es 0.0008 %.

$$\frac{O_1}{\text{sen } 21^\circ} = 13.38 \text{ mm.}, \text{ donde } 21^\circ = \frac{180^\circ - 138^\circ}{2}$$

$$10 \quad \nu_2 = \nu_3 = \nu_4 = \nu_5 = \frac{138^\circ - 2\nu}{4} = 20^\circ 56.5'$$

Aplicando la Ley de cosenos

$$r_2^2 = (0.803)^2 + (0.691)^2 - 2(0.803)(0.691) \text{ con } 20^\circ 56.5'$$

$$15 \quad r_2 = 0.293 \quad \frac{r_2}{O_2} \text{ (Prandtl-Meyer)} = \frac{0.293}{0.112} = (\cos$$

$$\lambda \theta_2) - 1/\lambda^2$$

y de esta y de la relación

$$\frac{1}{\text{sen}^2 \alpha} = \frac{2}{k-1} \left[\frac{k+1}{2 \cos^2 \lambda \theta} - 1 \right]$$

$$20 \quad \theta_2 = 78^\circ 6 \text{ min.}$$

$$y \quad \alpha_2 = 33^\circ 57'$$

En la figura 5, el ángulo O DE = $180^\circ - \theta_2 -$

$$\alpha_2 = 67^\circ 57 \text{ min.}$$

Designando DE por "x" y OE por "y"

$$25 \quad x \cos 67^\circ 57 \text{ min.} + y \cos 20^\circ 56.5 \text{ min.} = 0.691$$

$$x \text{ sen } 67^\circ 57 \text{ min.} = 1 \text{ sen } 20^\circ 56.5 \text{ min.}$$

$$\therefore y = 0.641$$

$$y \quad O_3 = R - y = 0.162$$

Como las secciones O_1 y O_7 son iguales, las secciones O_2 , O_4 y O_6 son iguales, y las secciones O_3 y O_5 son iguales, el cálculo da lo siguiente para el paso teórico:

	<u>Posición</u>	<u>Situación</u>	<u>Abertura</u>
5	O_1	0°	.188
	O_2	$27^\circ 7'$.112
	O_3	$48^\circ 04'$.162
	O_4	69°	.112
10	O_5	$89^\circ 57'$.162
	O_6	$110^\circ 53'$.112
	O_7	138°	.188

El cálculo se refiere a un fluido elástico no viscoso teórico; sin embargo, como todos los fluidos elásticos reales son viscosos, deben hacerse, como ya se ha indicado antes, modificaciones en el paso teórico para acomodarse al rozamiento y evitar los consiguientes choques de compresión, haciéndose las modificaciones hasta que el cuadro de Schlieren presente un aspecto con buena distribución de líneas de Mach en cada esquina.

La modificación implica el redondeamiento de las esquinas y la abertura entre ellas para obtener la restricción del ángulo de giro inicial y la abertura progresiva de las secciones hasta llegar a un paso satisfactorio. Estas modificaciones implicarían la nueva situación corriente arriba de la primera y se-

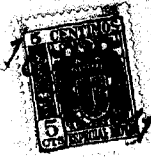


152804

gunda secciones de esquina y la abertura progresiva de las secciones. Por ejemplo las posiciones de seccion y aberturas de seccion modificadas pueden ser:

	<u>Posición</u>	<u>Situación</u>	<u>Abertura</u>
5	0 ₁	0°	0.185
	0 ₂	25°	0.134
	0 ₃	48°	0.166
	0 ₄	68°	0.146
10	0 ₅	90°	0.182
	0 ₆	111°	0.162
	0 ₇	138°	0.218

Debe entenderse que el cálculo teórico, lo mismo que las modificaciones, se dan únicamente por vía de ejemplo para que se vea mas claro el invento y para indicar un procedimiento que puede seguirse para llegar a la realización práctica partiendo de la base teórica. Es posible conseguir la estructura definitiva por otros procedimientos, o el procedimiento podrá, en cierto tiempo, simplificarse reduciéndolo enteramente a una base de cálculo. Al fin y al cabo, el invento se refiere a una turbina en la cual las caras de paletas convexas son poligonales para asegurar el flujo de líneas de corriente de Prandtl-Meyer en los pasos de paleta, ofreciendo los pasos expansiones o caídas de presión en las esquinas, tales que las últimas inducen el



152804

giro sin otro apremio mecánico. Para ofrecer hojas
utilizando el fenómeno de giro de esquina, esto es,
teniendo flujo de líneas de corriente de Prandtl-
Meyer en los pasos, es ante todo necesario calcu-
5 lar y diseñar el paso para un fluido elástico no vis-
coso teórico y luego modificarlo adecuadamente para
un fluido real o viscoso acomodándolo al rozamiento
para evitar consiguientes pérdidas por choque.

El número de esquinas dispuesto en la cara
10 convexa debe ser tal que pueda efectuarse el ángulo
total de giro deseado, al propio tiempo que se conser-
va la adecuada fuerza mecánica en las paletas, cada
una de las cuales debe tener una cara cóncava y otra
convexa. Por ejemplo, con una anchura de paleta
15 de 1.5" y el habitual ángulo de giro para una fila
de paletas de impulso, por ejemplo, de 115° a 145° ,
parecen necesarias tres esquinas. Si el número
Mach inicial es bastante alto y el ángulo total de
giro deseado es lo bastante pequeño, menos esquinas
20 pueden realizar el giro; pero, por razones mecáni-
cas, con paletas de caras cóncavas y convexas que ofre-
cen el flujo de líneas de corriente de Prandtl-Meyer,
menos de tres esquinas no pueden realizar un ángulo de
giro total del orden indicado. Por otra parte, el
25 número de esquinas no debe ser excesivo, para evitar
largos pasos estrechos que aumentarían el rozamiento
de paredes.



1941 15 2804

5 En la figura 6 las paletas 10, que ofrecen pasos de flujo de líneas de corriente de Prandtl-Meyer 13 tienen toberas adecuadas 21 (de las cuales se representa una) de adecuada proporción de expansión, que suministran fluido elástico a dichos pasos.

10 En la figura 7 se representa un periodo de abstracción de velocidad múltiple del tipo Curtis, en el cual además de las paletas perfeccionadas 10 usadas en la primera fila móvil, las toberas 23 están también construidas y dispuestas de manera que las esquinas 24 inducen el giro de la corriente de fluido en los pasos, con el resultado de que se proveen toberas de relación de expansión adecuada para dar la deseada velocidad superacústica con un mínimo de choque. Como se vé, una pluralidad de paletas o álabes tienen caras cóncavas y convexas 27 y 28 respectivamente, que definen los pasos de tobera 23, teniendo las caras convexas 27 sendas esquinas 24 para inducir el giro de la corriente en el paso asociado, ofreciendo la cara cóncava 28 de cada tobera un paso, en tales condiciones de presión o dilatación en torno de la esquina del paso, que esta última produce el giro de la corriente.

25 Esta solicitud, que corresponde a la presentada en los Estados Unidos de América el 16 de mayo de 1940, bajo el número 335.465, se acoge los beneficios del artículo 51 del vigente Estatuto de



15 2804

Propiedad Industrial.

-o- N O T A -o-

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

10 1º - Una turbina con elementos de paleta que ofrecen pasos para un fluido elástico que se mueve a velocidades superacústicas, caracterizada porque los pasos están definidos por caras cóncavas y convexas poligonales, las esquinas de dichas caras convexas están redondeadas y cada paso disminuye de sección hacia las secciones de esquina y aumenta con sección desde estas últimas, y las secciones de esquina aumentan progresivamente en área desde 15 la entrada a la salida de cada paso.

20 2º - Una turbina según se reivindica en el punto 1º., caracterizada porque las caras convexas de los pasos están formadas por porciones planas, incluyendo porciones planas que se extienden hasta los bordes de entrada y salida de los elementos de paleta, uniendo tres o más porciones de es-



152804

quinas porciones planas sucesivas y ofreciendo dichos pasos condiciones de presión alrededor de cada porción de esquina tales que esta última es capaz de inducir sin otro apremio mecánico, el giro de la corriente de fluido en su paso sin choques de compresión.

5

3ª - Una turbina según se reivindica en los puntos 1ª y 2ª., caracterizada porque las porciones planas mas exteriores de la cara poligonal de cada paleta definen, con la cara cóncava, agudos bordes de entrada y salida de la paleta.

10

4ª - Una turbina, según se reivindica en los puntos 1ª., 2ª o 3ª., caracterizada porque el ángulo de giro del fluido a la primera sección de garganta de cada paso definida por la primera esquina con respecto a la cara cóncava, es lo bastante menor que el correspondiente al número Mach del chorro de entrada para evitar choques por compresión en la entrada del paso.

15

5ª - Una turbina, según se reivindica en cualquiera de los puntos anteriores, caracterizada porque las porciones planas de las caras convexas definen con respecto a las caras cóncavas secciones máximas delante, en medio y después de las secciones de garganta de cada paso, y estas secciones de garganta son progresivamente mas anchas en la dirección de flujo.

20

25

16 MAY



152804

6º - Una turbina según se reivindica en el punto 5º., caracterizada porque las secciones máximas son progresivamente mas anchas en la dirección de flujo.

5

7º - Una turbina según se reivindica en cualquiera de los puntos anteriores, caracterizada porque las pasos de fluido convergen desde las secciones máximas a la sección de garganta siguiente y divergen desde la sección de garganta anterior hasta las secciones máximas.

10

8º - Una turbina, según se reivindica en cualquiera de los puntos anteriores, caracterizada porque cada paso de flujo tiene un ángulo de giro total de 115° a 145° .

15

9º - Una turbina según se reivindica en cualquiera de los puntos anteriores, caracterizada porque las secciones máximas y de garganta de cada paso se desplazan consecutivamente en sentido angular como lo determinan la proporción de área de las secciones y el exponente "k" de la relación de presión isentrópica y volumen específico de $PV^k = \text{constante}$, y el ángulo de giro a la sección de garganta inicial de cada paso es lo bastante mas pequeño que el teórico determinado por el número Mach del fluido elástico que entra para evitar choques de compresión a la entrada.

20

25

10º - Una turbina según se reivindica en cualquiera de los puntos anteriores, caracterizada



152804

5 porque las porciones planas y de esquina de la cara
convexa de cada paso de flujo definen, respectivamen-
te, con respecto a la cara cóncava, áreas de secciones
máxima y mínima tales que el fluido, al atravesar
el paso, sufre compresiones desde cada sección mí-
nima a la siguiente sección mínima y expansiones des-
de cada sección mínima a la sección máxima siguiente
siendo tales el exceso de velocidad efectiva sobre la
10 velocidad acústica a la entrada y las sucesivas com-
presiones y expansiones que la velocidad se reduce a
la acústica en cada sección mínima y aumenta a va-
lores superacústicos en las secciones máximas.

11ª - Una turbina para fluido elástico,

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

Esta Memoria consta de veintisiete hojas
escritas por una sola cara.

Madrid, 16 MAY. 1941

P. A.

Alberto de Elzaburu
Por Poder

Ch/

- 27 -

152804

15 2804

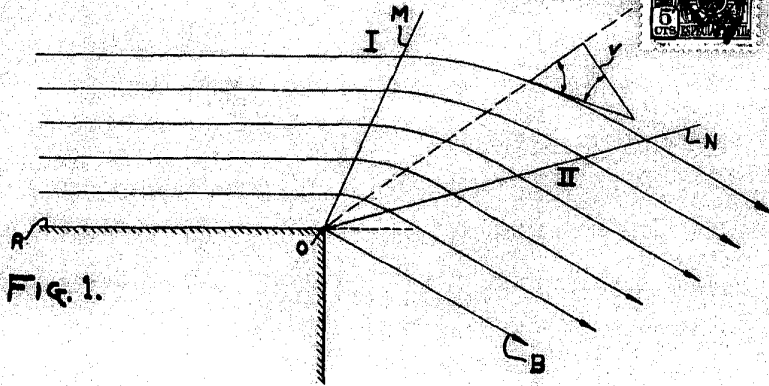


FIG. 1.

FIG. 2.

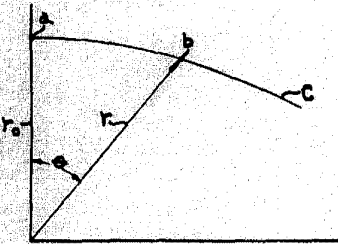


FIG. 3.

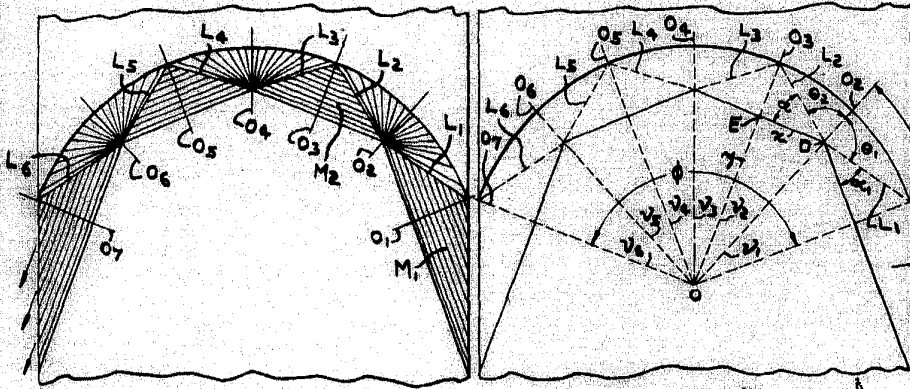
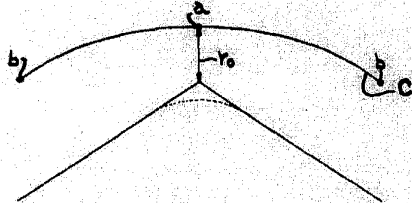
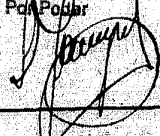


FIG. 4.

FIG. 5.

P. A.
Alberto de Elizaburu
Por Poder



Westinghouse Electric & Manufacturing Company.

152804

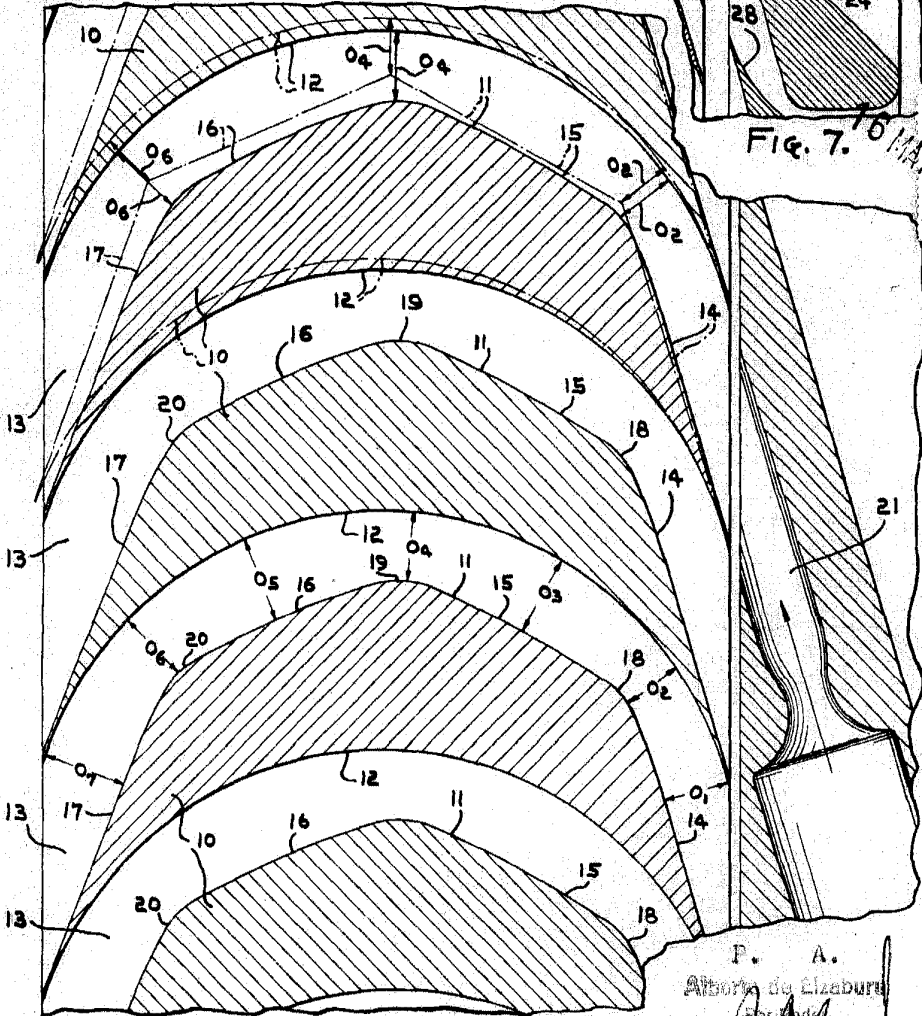
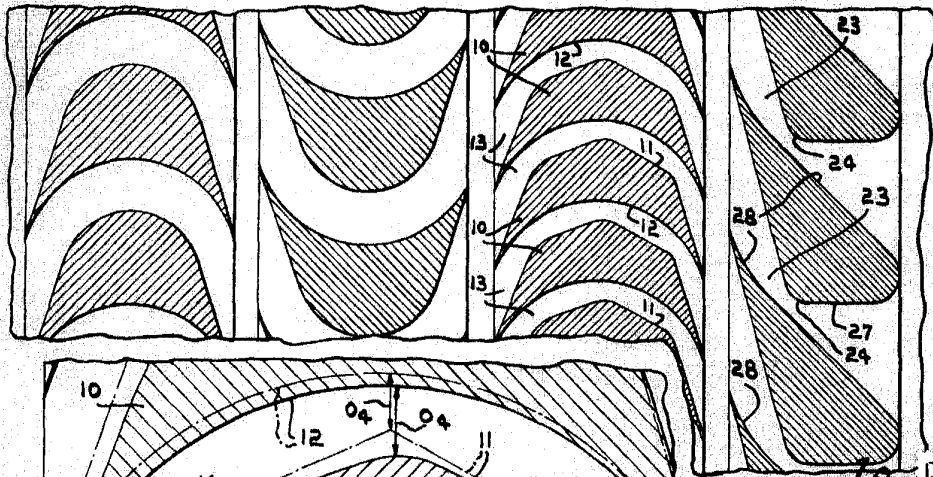


Fig. 7.

Fig. 6.

F. A.
 Alberto de Lizaburu
 Por ende
[Signature]



152804