

MINISTERIO DE INDUSTRIA
REGISTRO DE LA PROPIEDAD INDUSTRIAL



10 ES	11 NUMERO	16 A 1
	21 454.625	
	22 FECHA DE PRESENTACION	
	28-12-1976	

CONCEDIDA
PATENTE DE INVENCION

31 ENE. 1978

P.- 64.610
W.E. Case
No. 46.150

30 PRIORIDADES:	32 FECHA	33 PAIS
31 NUMERO		
650.837	21-1-76	E.U.A.

47 FECHA DE PUBLICIDAD	51 CLASIFICACION INTERNACIONAL	52 PATENTE DE LA QUE ES DIVISIONARIA
	FOLD	

64 TITULO DE LA INVENCION
"PERFECCIONAMIENTOS INTRODUCIDOS EN UNA TURBINA DE CIRCULACION AXIAL"

71 SOLICITANTE (S)
WESTINGHOUSE ELECTRIC CORPORATION

DOMICILIO DEL SOLICITANTE
Westinghouse Building, Gateway Center, Pittsburgh, Pensilvania 15222, Estados Unidos de América

72 INVENTOR (ES)
Ralph Elias McGinnis y Ronald Eugene Warner

73 TITULAR (ES)

74 REPRESENTANTE
DON ALBERTO DE ELZABURU MARQUEZ

1 Este invento se refiere a un sistema de álabes de turbina de circulación axial y, en particular, a una disposición de amarre y amortiguación para hacer mínima la vibración de los álabes del rotor de turbina.

5 Un aparato de turbina de circulación axial convierte la energía de presión y de temperatura de un fluido motor en energía mecánica rotatoria del árbol de turbina permitiendo que el fluido se expanda a través de disposiciones alternadas de álabes estacionarios fijados a una envolvente de turbina y de álabes rotatorios montados sobre el árbol.

10 Adyacentemente al extremo de baja presión de ciertas turbinas, se ha probado como máximamente ventajoso desde los puntos de vista termodinámico y mecánico que los álabes rotatorios fijados al árbol sean miembros alargados. Con el fin de fijar álabes adyacentes en cada agrupación rotatoria a los otros, la práctica común consiste en disponer un alambre de amarre entre agrupaciones de álabes dentro de la disposición particular de álabes. Tal alambre de amarre es dispuesto usualmente a aproximadamente la mitad de la altura radial de los álabes de turbina particulares.

15 No obstante, se ha sabido que los álabes largos de la última fila de una turbina de vapor de agua a baja presión experimentan fallos por fatiga de las puntas de los álabes, provocados por las altas vibraciones de los bordes en los modos de punta de frecuencia inferior. Los modos de punta más comunes aparecen cuando las puntas de los álabes vibran como vigas en voladizo bajo flexión en las direcciones máximamente flexibles y en combinaciones tanto en fase como fuera de fase. Los álabes actúan como vigas en voladizo desde el punto de fijación de los alambres de amarre en una dirección radial hacia fuera. Con el fin de reducir la amplitud de la vibración de las puntas de los álabes, la técnica anterior, tal como se ilustra en la patente de los Estados Unidos 3.180.616, ha dispuesto una disposición amortiguadora para eliminar la vibración sólo cuando los álabes amarrados adyacentes se mueven acercándose

20

25

30

1 o alejándose unos de otros en una dirección a lo largo del eje del alam-
bre de amarre. Se observa, desde luego, que cualquier cita de patentes
de la técnica anterior como fundamento en la presente memoria descriptiva
no se representa como la mejor técnica anterior que está disponible.

5 El dispositivo de la técnica anterior utiliza una espiga
de amarre alargada y rígida que tiene dispuesto sobre cada extremo de la
misma un casquillo de cabeza. El casquillo está provisto con un canal
central que recibe el terminal de la espiga de amarre y está sujeto fija-
mente a éste. Los casquillos tienen porciones prolongadas que se extien-
10 den a través de orificios dispuestos en el borde trasero de un primer ál-
abe rotatorio y a través del borde delantero de un segundo álabe rotatorio,
adyacente. Las proyecciones de las cabezas y el material de álabe de
turbina forman una cara intermedia generadora de fricción que amortigua
las vibraciones.

15 Debido a la construcción y estructura del dispositivo de
la técnica anterior, las vibraciones de las puntas de álabes distintas de
las que se desarrollan en direcciones a lo largo del eje de la espiga de
amarre quedan sin restringir. Además, los dispositivos de la técnica an-
terior utilizan el álabe de turbina propiamente dicho como una superficie
20 de la cara intermedia generadora de fricción. Esto tiene la desventaja
de provocar desgaste, o erosión, del material de álabe de turbina a lo
largo de la cara intermedia de fricción.

Correspondientemente, el objeto principal del presente in-
vento es crear una disposición de amarre y amortiguación para álabes de ro-
25 tor de turbina que haga mínimo el movimiento de las puntas de los álabes
en cualquier dirección y no meramente en una dirección a lo largo del eje
de la espiga de amarre y que, además, no utilice el material del álabe de
turbina como una cara intermedia generadora de fricción.

Con este objeto a la vista, el presente invento consiste
30 en una turbina de circulación axial que comprende un rotor, una pluralidad

1 de álabes montados circunferencialmente de modo adyacente entre ellos so-
bre dicho rotor, terminando cada álabe en una punta y teniendo sobre él
una superficie delantera cóncava, una superficie trasera convexa, un bor-
de delantero y un borde trasero, y teniendo cada álabe un orificio que se
5 extiende a su través desde dicha superficie delantera a dicha superficie
trasera, y medios para amarrar dichos álabes entre ellos, incluyendo di-
chos medios de amarre un miembro de alambre que se extiende entre álabes
adyacentes, caracterizado porque unos primeros y unos segundos miembros
de manguitos anulares están fijados a dichos álabes junto a dichos orifi-
10 cios, teniendo dichos miembros de manguitos sobre ellos unas superficies
de asiento semiesféricas, y dichos alambres de amarre tienen junto a sus
extremos unas cabezas semiesféricas alojadas por dichas superficies de
asiento semiesféricas en dichos miembros de manguitos, teniendo dichas
superficies de asiento y dichas cabezas una cara intermedia generadora
15 de fricción, de manera que se disipe la energía del movimiento relativo
entre álabes adyacentes, con el fin de limitar de este modo la vibración.

El invento resultará comprensible con mayor facilidad a
partir de la siguiente descripción de una forma preferida de realización
del mismo, mostrada, sólo a título de ejemplo, en los dibujos anejos, en
20 los cuales:

La figura 1 es una vista en alzado de una porción de un
rotor provisto de álabes que tiene álabes de turbina, que utilizan las
enseñanzas de este invento;

25 La figura 2 es una vista en alzado lateral de un álabe de
turbina;

La figura 3 es una vista en planta tomada a lo largo de la
línea III-III de la figura 1; y

30 La figura 4 es una vista de detalle de una porción de la
figura 3 que ilustra la disposición de amarre y amortiguación que lleva
a realización las enseñanzas del invento.

1 Tal como se muestra en la figura 1, un rotor de turbina 10,
del cual solo se muestra una porción 12, tiene una pluralidad de ranuras
14 que se extienden axialmente, dispuestas alrededor de la periferia de
aquél. Acoplada dentro de cada ranura 14 se encuentra una porción de
5 raíz 16 de cada álabe rotatorio 18. Extendiéndose radialmente hacia fue-
ra desde la raíz 16 se encuentra una porción de superficie aerodinámica
curvada 20, estando ilustrada en la figura 1 la curvatura de la misma.
Las superficies aerodinámicas 20 terminan en puntas 22 que tienen la mis-
ma extensión en sentido radial y proporcionan una disposición anular de
10 álabes rotatorios que actúan junto con flúidos motores dirigidos sobre
ellos desde una disposición correspondiente de álabes estacionarios (no
mostrados) con el fin de hacer girar el rotor 10 en la dirección de rota-
ción R de manera que se extraiga la energía de temperatura y presión del
flúido motriz y se la convierta en energía mecánica rotatoria del rotor
15 10.

Con el fin de agrupar conjuntamente porciones de la dispo-
sición 12, se disponen unos primeros medios de amarre indicados general-
mente con el número de referencia 24 situados aproximadamente a mitad de
camino a lo largo de la altura radial de cada superficie aerodinámica in-
20 dividual 20. Unos primeros medios de amarre 24 agrupan conjuntamente
un número previamente determinado de álabes individuales 18 para propor-
cionar soporte y rigidez estructural unos con otros. Con el fin de pro-
porcionar adicionalmente rigidez estructural, puede disponerse una segun-
da disposición de amarre 26 aproximadamente a 90% de la altura radial
25 de álabes sobre cada superficie aerodinámica individual 20. No obstan-
te, tal como es sabido, la vibración de las puntas de cada álabe rotato-
rio individual hace que se produzcan fuerzas y movimientos vibratorios
de las puntas de álabes en diversos modos de vibración de punta de baja
frecuencia. Como resultado de ello, las puntas de álabes vibran como vi-
30 gas en voladizo bajo flexión actuando como si el punto de seguridad de

1 las mismas estuviera colocado junto a los segundos medios de amarre 26.
Este invento se crea para eliminar o hacer mínimas las energías vibrato-
rias de las vibraciones de las puntas.

Según se ve haciendo referencia a las figuras 2, 3 y 4,
5 la disposición de amortiguación y amarre generalmente indicada por el nú-
mero de referencia 30 está dispuesta con el fin de disipar las energías
de vibración de los modos de punta de cada álabe de turbina individual.
Tal como se muestra con la máxima claridad en esas figuras últimamente
mencionadas, cada álabe individual 18 tiene un borde delantero 32 y un
10 borde trasero 34. También se encuentran dispuestas sobre cada superfi-
cie aerodinámica 20 una superficie cóncava o delantera 36 y una superfi-
cie convexa o trasera 38. Tal como se ve en la figura 4, se puede dis-
poner a lo largo del lado trasero 18 cerca del borde delantero 32 un es-
cudo protector de Stellite 40, con el fin de hacer mínimos los efectos
15 de la humedad arrastrada que incida sobre esta zona del álabe rotatorio.

Según se ve en la figura 3, la disposición de álabes rotatorios muestra
da es agrupada en agrupaciones de cuatro álabes por intermedio de los
primeros y segundos medios de amarre 24 y 26. Desde luego, se puede
agrupar de este modo cualquier número previamente determinado de álabes.

20 Tal como es sabido en la técnica, entre cualesquiera dos
álabes adyacentes en cualquier porción de la disposición, el álabe que
precede al otro en la dirección de rotación es conocido como el álabe
"delantero", mientras que el álabe que sigue es conocido como el álabe
"trasero". Así, por ejemplo, en la figura 3, el álabe más superior po-
dría ser un álabe delantero, con relación al segundo álabe más superior,
25 que sería entonces un álabe tercero.

Es en conexión con la figura 4, que es una vista a mayor
escala de una porción de la figura 3, del modo en que se puede describir
mejor la disposición de amortiguación y amarre 30. En la figura 4, la
30 disposición 30 es mostrada colocada entre un orificio 44 dispuesto adya-

1 centemente al borde trasero de un álabe "delantero" y un orificio 46 dis-
puesto adyacentemente al borde delantero 32 del álabe "trasero". Tal
como se ve en la figura 2, cada álabe 18 tiene dispuestos dentro de él
unos orificios 44 y 46, colocados respectivamente adyacentes al borde tra-
5 sero 34 y al borde delantero 32. Los orificios 44 y 46 están colocados
a una distancia radial 42 desde la punta 22 de cada álabe 18. Para un
álabe de 78,7 cm, por ejemplo, los orificios 42 están colocados a alrede-
dor de 13 mm con respecto de la punta 22. Las dimensiones exactas de
la distancia radial 42 dependen del modo de vibración de los modos de pun-
10 ta que pretende eliminar la amortiguación y se ha de colocar los orifi-
cios 42 lo más próximos a la punta 22 como sea posible y compatible con
la resistencia mecánica y la seguridad de los álabes.

Refiriéndose a la figura 4, un primer manguito 50, sustan-
cialmente anular, está dispuesto alrededor de la periferia del orificio
15 44 cerca del borde trasero 34 del álabe delantero. El manguito 50 tie-
ne una porción rebordeada 52 que se superpone, según se muestra en 54, a
una porción de la superficie trasera 38 del álabe delantero, y una por-
ción sobresaliente 56 que se extiende dentro del orificio 44 y proporcio-
na un revestimiento para ese orificio. El manguito 50 está sujeto fija-
20 mente, por soldadura blanda o de otro modo, al borde trasero 34 del ála-
be delantero.

El orificio 46 situado cerca del borde delantero 32 del
álabe trasero está provisto con un ensanchamiento 58 en el que está in-
sertado un segundo manguito 60. El segundo manguito 60 está sujeto fi-
25 jamente, por soldadura blanda o de otro modo, al álabe trasero y está fa-
bricado de un apropiado material resistente a la abrasión. Tanto el
primer manguito 50 como el segundo manguito 60 están provistos con super-
ficies semiesféricas de asiento 62 y 64 respectivamente.

La disposición amortiguadora 30 incluye también un alam-
30 bre amortiguador alargado 66 que tiene un primer terminal 68 y un segun-

1 do terminal 70. En cada terminal, el alambre 66 está sujeto fijamente
mediante soldadura con plata o medios similares por ejemplo en 69, a un
miembro de bola semiesférica ilustrado por los números de referencia 72
y 74 respectivamente. Cada miembro de bola está fabricado de Stellite
5 o de material resistente a la abrasión y tiene superficies semiesféricas
76 y 78, respectivamente, que son alojadas por las superficies de asien-
to semiesféricas dispuestas en cada uno de los manguitos. El diámetro
de las cabezas de bola es ligeramente menor que el diámetro de sus super-
ficies de asiento asociadas para permitir un movimiento de rodadura y
10 deslizamiento entre las superficies de bola 76 y 78 y las superficies de
asiento 62 y 64.

Las superficies planas 80 y 82, respectivamente, de cada
semiesfera 72 y 74 están enfrentadas axialmente, a lo largo del eje de la
espiga 66, divergiendo una de otra. Los extremos 68 y 70 del alambre
15 amortiguador 66 pueden estar biselados, si se desea, por ejemplo en 84.

Quando la turbina gira en la dirección de rotación R, las
porciones de superficie aerodinámica torsionada 20 de cada álabe 18 tien-
den a destorsionarse en una dirección indicada por flechas 86 y 88 (figu-
ra 4). Esta fuerza de destorsión normal produce una fuerza de tracción
20 dentro del alambre de amarre 66 y también provoca una aplicación genera-
dora de fricción a lo largo de las caras intermedias acopladas 62-76 y
64-78. Además, con rotación en la dirección R, la fuerza centrífuga so-
bre el alambre 66 produce fuerzas radiales, con respecto al radio de las
cabezas de bolas semiesféricas, junto a las caras intermedias entre las
25 cabezas de semibolas y las superficies de manguitos.

Esta reacción centrífuga establece fuerzas de restricción
que tienden a rigidizar la estructura de álabes. Así, la disposición 30
actúa como un alambre de amarre convencional para rigidizar de modo efec-
tivo el álabe de turbina. Además, no obstante, si vibran las puntas de
30 los álabes, se produce un movimiento relativo entre las semibolas y los

1 manguitos a lo largo de caras intermedias 62-76 y 64-78. Dado que estas
caras intermedias transmiten tanto las fuerzas de tracción como las fuer-
zas radiales desde el alambre 66 a los manguitos 50 y 60, se produce una
fuerza de fricción perpendicular a las caras intermedias que da como re-
5 sultado que sea disipado el movimiento vibratorio mediante la generación
de energía térmica. Esta disipación de calor aumenta la amortiguación
del sistema y reduce la vibración de los modos de punta a un bajo nivel.

Ha de decirse específicamente que cualquier movimiento re-
lativo entre un álabe y su correspondiente cabeza de semibola genera una
10 fuerza de fricción a lo largo de las caras intermedias entre las cabezas
de semibolas y sus manguitos asociados. Así, la disposición de amarre
y amortiguación 30 no es accionada sólo por movimientos entre álabes ama-
rrados adyacentes aproximándose y alejándose entre ellos en una dirección
paralela al eje de alambre amortiguador. Cualquier movimiento en qual-
15 quier dirección previamente determinada es disipado por la generación del
calor a lo largo de las caras intermedias semiesféricas.

Todas las caras intermedias generadoras de fricción están
dispuestas entre los miembros resistentes a la abrasión, reemplazables, y
en ningún momento hay ninguna porción del material del álabe propiamente
20 dicho que se utilice como una superficie de la cara intermedia generado-
ra de fricción. A este respecto, se hace observar particularmente que
existe una separación radial (con relación al eje del alambre de amarre
66) entre el alambre 66 y los orificios 44 y 46 en los álabes delantero
y trasero, respectivamente. Dichas separaciones radiales están ilustra-
25 das por los números de referencia 90 y 92.

La disposición amortiguadora y de amarre 30 descrita aquí
es aplicable igualmente a una agrupación de un número previamente deter-
minado de álabes subtendidos por un miembro de cubierta circunferencial.

Desde luego, si los álabes están cubiertos, se reducen las fuerzas de
30 destorsión arriba descritas. No obstante, la fuerza centrífuga arriba

1 descrita está presente, y cualesquiera fuerzas vibratorias
generadas en el grupo cubierto son disipadas por el funcio
namiento de la disposición de amortiguación y amarre 30 de
la manera anteriormente bosquejada.

5 En resumen, resulta evidente que la disposición
de amarre y amortiguadora 30 que lleva a realización las
enseñanzas de este invento disipa energía vibratoria en
cualquier dirección previamente determinada, de manera que
se eliminan movimientos vibratorios de las puntas de álabes
10 de turbina rotatorios sin erosionar nada de material de ála
be.

15

REIVINDICACIONES

20 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 que se re-
cogen en las reivindicaciones siguientes:

25 1^a.- Perfeccionamientos introducidos en una tur-
bina de circulación axial que comprende un rotor, una plura
lidad de álabes montados circunferencialmente adyacentes
unos a otros sobre dicho rotor, terminando cada álabe en una
punta y teniendo sobre él una superficie delantera cóncava,
una superficie trasera convexa, un borde delantero y un bor-
30 de trasero, y teniendo cada álabe un orificio que se extien

1 de a su través desde dicha superficie delantera hasta dicha
superficie trasera, medios para amarrar entre sí dichos
álabes, incluyendo dichos medios de amarre un miembro de
alambre que se extiende entre álabes adyacentes, unos pri-
5 meros y unos segundos miembros de manguitos anulares (50,
60) fijados a dichos álabes (18) junto a dichos orificios
(44, 46), teniendo dichos miembros de manguito (50, 60)
sobre ellos unas superficies de asiento semiesféricas (62,
64), y teniendo dichos alambres de amarre (66) junto a sus
10 extremos unas cabezas semiesféricas (72, 74) alojadas por
dichas superficies de asiento semiesféricas (62, 64) en di-
chos miembros de manguitos (50, 60) teniendo dichas cabezas
(72, 74) y dichas superficies de asiento (62, 64) una cara
intermedia generadora de fricción de manera tal que disipe
15 la energía del movimiento relativo entre álabes adyacentes
(18) y limite de este modo la vibración, caracterizados
porque el diámetro de dichas cabezas semiesféricas (72, 74)
es ligeramente menor que el diámetro de dichas superficies
de asiento semiesféricas (62, 64).

20 2^a.- Perfeccionamientos según la reivindicación
1^a, caracterizados porque dicho alambre (66) se extiende a
través de dichos miembros de manguitos (50, 60) con una se-
paración previamente determinada (90, 92) entre la superfi-
cie de dicho alambre y las paredes que definen dichos orifi-
25 cios, estando dispuestas dichas superficies de asiento (62,
64) junto a los lados de álabes enfrentados divergentemente
uno del otro.

3^a.- Perfeccionamientos introducidos en una tur-
bina de circulación axial.

1 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.

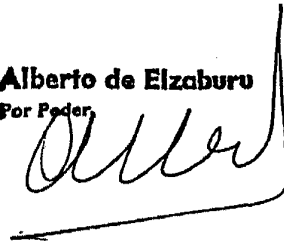
5 Esta Memoria consta de doce hojas escritas a máquina por una sola cara.

Madrid, 13. DIC. 1977

P.A.

10

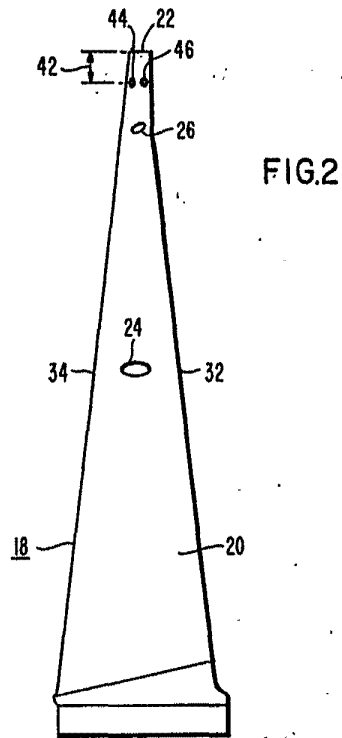
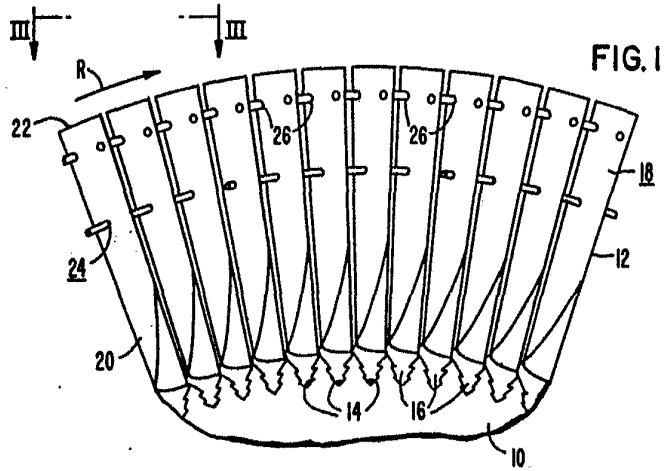
Alberto de Elzaburu
For Peder



06127

JL/





Alberto de Elizabury
Pat. Agent

FIG.3

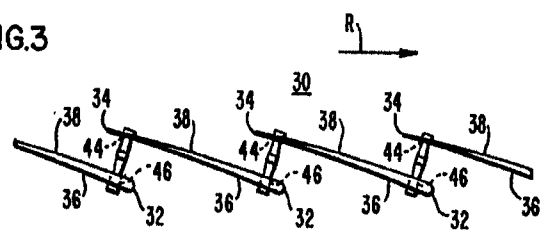
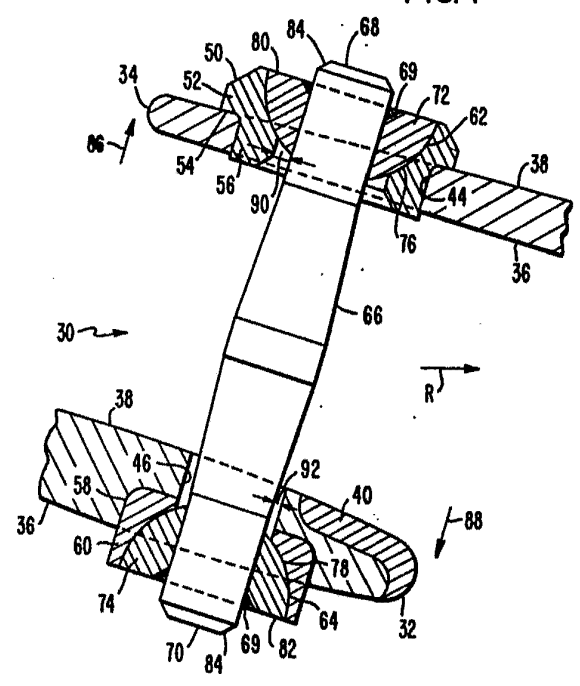


FIG.4



Alberto de Elzabun
 For Patent

