

IN.-



ESPAÑA

(19) ES	(11) NUMERO 452.413	(10) A 1
(21)	(22) FECHA DE PRESENTACION 14-10-1976	

PATENTE DE INVENCION

(30) PRIORIDADES:	(31) NUMERO	(32) FECHA	(33) PAIS
	Parciales		
	622.567	15-10-1975	Estados Unidos
	622.568	15-10-1975	Estados Unidos

(47) FECHA DE PUBLICIDAD	(51) CLASIFICACION INTERNACIONAL B63H	(42) PATENTE DE LA QUE ES DIVISIONARIA
--------------------------	--	--

(54) TITULO DE LA INVENCION
MEJORAS INTRODUCIDAS EN UN MOTOR DE CORRIENTE FLUVIAL

(71) SOLICITANTE (S)
DAVID F. THOMPSON WILLIAM J. MOUTON, Jr.

DOMICILIO DEL SOLICITANTE
721 14th. Avenue, Prospect Park, Pa. 19070, U.S.A. P.O. Box 1075, New Orleans, La. 70181, U.S.A.

(72) INVENTOR (ES)
William J. Mouton, Jr. y David F. Thompson, ambos de nacionalidad estadounidense

(73) TITULAR (ES)
Los mismos solicitantes

(74) REPRESENTANTE
DON BERNARDO UNGRIA GOIBURU

1

RESUMEN

Un rodete de turbina sobre un eje horizontal se monta coaxialmente dentro de una tobera primaria, para soportarse en una corriente fluvial debajo de una plataforma que soporta el equipo de generación de fuerza eléctrica. El eje de turbina y la tobera primaria se sumergen y orientan para permitir el flujo de una porción de corriente fluvial a través de la tobera y por el rodete de turbina.

La superficie externa de la tobera se configura y tiene estructura para acelerar y/o dirigir el flujo de la corriente fluvial principal circundante adyacente de manera que genere una vaina que contribuye a la salida de dicha porción de la corriente fluvial que pasó por la turbina. Parte de dicha estructura es una tobera secundaria que rodea la tobera primaria; la tobera secundaria se dispone para acentuar el control de la corriente fluvial principal circundante. Se describen medios de apoyo, medios de soporte, medios de toma de fuerza, medios de control de velocidad y formas de álabes.

15

20

OBJETOS

Los objetos de la presente invención incluyen los siguientes:

(1) Utilizar parte de la energía solar representada por la lluvia recogida en las corrientes fluviales.

(2) Extraer energía de las corrientes fluviales sin construir presas caras.

25

(3) Extraer energía de los ríos en los lugares en los que el suelo y las condiciones geográficas hacen imposible el uso de presas.

(4) Sacar energía de una parte de las corrientes fluviales sin impedir que el río se use para navegar.

30

1 (5) Permitir el desplazamiento repetido de los medios de extracción de energía a las partes de un río en las que las corrientes son óptimas.

5 (6) La aplicación de la moderna tecnología y materiales de construcción para construir grandes plantas de fuerza que pueden navegar de elevada eficiencia y coste moderado.

10 (7) Permitir la producción de fuerza eléctrica en grandes cantidades, con control preciso de la frecuencia y sincronización de tal forma que la fuerza pueda unirse con sistemas de generación de fuerza eléctrica convencionales, a pesar de las fluctuaciones de la corriente fluvial.

FIGURAS

15 La figura 1 es una vista isométrica de un par de turbinas fluviales de la invención, montadas sobre una embarcación común.

La figura 2 es una vista en sección longitudinal de una única turbina de la invención.

20 La figura 3 muestra una tobera primaria de la invención en semicorte, careciendo dicha versión de preconvergencia, y una cola completa.

La figura 4 muestra una versión de la tobera primaria con convergidor y cola completa.

25 La figura 5 muestra una versión de la tobera primaria con convergidor, y cola mínima.

La figura 6 muestra la adición de una tobera secundaria.

La figura 7 muestra una paleta recta en el paso anular entre las toberas primaria y secundaria.

30 La figura 8 muestra una paleta doblada o inclinada

1 en el paso anular.

La figura 9 muestra un "alerón" articulado y una paleta en triángulo en la tobera secundaria.

5 La figura 10 muestra un detalle que indica que la paleta de triángulo se dobla o inclina.

La figura 11 muestra una aleta en forma de pétalo articulada en el extremo posterior de la tobera secundaria.

La figura 12 muestra el borde del rodete de turbina, con su ranura de polca, cinta, y soporte de agua.

10 La figura 13 muestra un detalle de unos medios para dirigir o inclinar el puntal-paleta hacia arriba del rodete de turbina.

La figura 14 muestra un detalle del soporte de agua para el eje del rodete de turbina.

15 La figura 15 muestra un rodete de turbina con álabes doblados en catenarias con ejes de simetría paralelos al eje del rodete de turbina.

20 La figura 16 muestra un rodete de turbina con álabes doblados en semicatenarias con ejes de simetría coincidentes con el eje del rodete de turbina, y eliminándose la estructura de soporte central.

La figura 16b es otra variación de catenaria.

25 La figura 17 muestra el borde de un rodete de turbina de flujo radial, y el paso de agua en forma de campana adyacente.

DESCRIPCION GENERAL DE LA SITUACION DE LA TECNICA

ANTERIOR

30 Las plantas de energía hidráulica asociadas con el uso de presas para almacenar el agua, y pasarla por ruedas hidráulicas, (y en los últimos tiempos por turbinas) tienen

1 siglos de desarrollo. Como consecuencia, donde pueden usarse presas, y donde puede disponerse de una buena caída de agua, dichas plantas de energía pueden ser muy eficientes, y se usan en todo el mundo para generar fuerza eléctrica.

5 Sin embargo, hay muchas situaciones en las que (1) el embalse de las corrientes de agua es prohibitivamente caro, (2) es imposible debido a las condiciones del suelo, (3) es imposible debido a las condiciones geográficas, o (4) es irrealizable debido a que las corrientes de agua son necesarias para la navegación. Entre las situaciones que impiden
10 usar con éxito el agua embalsada para fines hidroeléctricos se encuentran las siguientes:

(1) Las capas profundas de terrenos de aluvión que recubren rocas cuya base no puede ser profunda, por lo que la
15 construcción de los cimientos de las presas es totalmente irrealizable.

(2) Los valles anchos y llanos, de tal forma que pequeñas elevaciones del nivel del agua inundarían inmensas superficies de terrenos valiosos, y las pequeñas caídas del
20 nivel del agua producirían grandes áreas llanas de terrenos fangosos.

(3) Relacionada con lo anterior, la falta de cordilleras próximas entre las que podrían construirse las presas.

El río Misisipí es un ejemplo notable, que presenta
25 todas las situaciones anteriores, y no obstante al mismo tiempo representa la pérdida de inmensas cantidades de energía solar. Esta energía solar es la que usó la naturaleza para llevar en secuencia el agua desde el océano a las nubes del cielo sobre la cuenca del Misisipí. Una vez en el río, la energía del
30 río se presenta en dos formas, a saber, (1) el gradiente hidráu-

1 lico del agua mientras baja desde los manantiales hasta la
desembocadura, y (2) la energía cinética de la masa de agua
en movimiento.

5 El gradiente hidráulico del río Misisipí natural es
muy pequeño, siendo en gran parte del río inferior a 2 pulga-
das (5,08 cm) por milla (1,6093 km).

Si se considera una máquina apropiada para extraer
energía de la energía potencial en la caída de presión está-
tica de una corriente de agua que avanza a aproximadamente
10 5 millas (8,046 km) por hora, y que cae 0,002 pies (0,00060 m)
en una máquina de 100 pies (30,48 m) de longitud puede calcu-
larse que la corriente transporta energía a la velocidad de
solamente unos 0,60 pies-libra/seg (0,813 julios/seg) por ca-
da pie cuadrado (0,0929 m²) de corriente, equivalente a aproxi-
15 madamente 1/1000 caballos de fuerza.

Por otra parte, la energía cinética de dicha corrien-
te es muchísimo mayor. Puede calcularse que el mismo pie cua-
drado (0,0929 m²) de corriente introducirá energía cinética
en la máquina a una velocidad de 380 pies-libra/seg (515,204
20 julios/seg), que es aproximadamente 0,7 caballos de fuerza,
o 700 veces mayor.

Muchos esfuerzos se hicieron en los últimos años del
siglo XIX y primeros del XX para utilizar las corrientes flu-
viales sin usar presas. Sus inventores supusieron que dichos
25 motores de corrientes fluviales recogían energía de la veloci-
dad de las corrientes de agua, y que convertían dicha energía
en alguna otra forma más útil. El accionamiento de un genera-
dor de electricidad fue una forma contemplada comúnmente.

El estudio de dicha técnica anterior de los motores
30 de corrientes fluviales revela que se inventaron sobre la base

1 de una pobre comprensión de la hidrodinámica, y una consiguien-
te premisa falsa. La técnica anterior parece indicar que un
motor de corriente fluvial, introducido en una corriente flu-
vial, puede extraer parte de la energía cinética del agua,
5 y no obstante, hacer que el agua avance sin pérdida de veloci-
dad a través del motor.

Dicha situación no es más posible que el movimiento
perpetuo. Lo que sucedía realmente después de introducir un
motor de corriente fluvial de la técnica anterior en una co-
rriente, era que el motor actuaba como obstrucción del flujo
10 de la corriente, y la obstrucción resultaba en el aumento de
presión hacia arriba del motor, por un aumento local en el
nivel del río. Como consecuencia, parte de la corriente flu-
vial que anteriormente pasaba por la región del motor, fluía
15 en cambio alrededor del motor. Como el recorrido del flujo
del agua alrededor del motor no era mucho más largo ni más
tortuoso que el recorrido a través del motor, solamente una
pequeña fracción de la corriente de agua deseada se pasaba por
el motor; y dicha corriente se movía más lentamente que la
20 corriente principal. Consiguientemente, se extraía poca ener-
gía fluvial, y los motores de corriente fluvial de la técnica
anterior fueron extremadamente ineficientes.

En dichos dispositivos de la técnica anterior se
prestó poca atención a obtener un flujo suave con la mínima
25 fricción y turbulencia posible desde la corriente principal,
a la rueda hidráulica, y de nuevo a la corriente principal.
Las turbinas mostradas fueron altamente ineficientes, y muchas
versiones utilizaron tornillos ineficaces o ruedas múltiples
que se seguían próximamente una a otra; no se prestó atención
30 a mejorar el entorno descendente para facilitar la re-entrada

POOR
QUALITY

1 de la porción de la corriente de la que se suponía que se había
extraído energía.

RESUMEN DE LA PRESENTE INVENCION

5 El motor de corriente fluvial de la presente inven-
ción se basa en la premisa principal de que para sacar energía
cinética de una masa de agua en movimiento, sin reducir por
ello la velocidad de flujo de la masa, es necesario facilitar
inmediatamente hacia abajo del dispositivo de extracción de
energía, una región a la que sea impulsada la masa de agua tra-
10 tada de forma que se mueva, y simultáneamente que la corrien-
te principal de agua sea empujada de forma que se aleje de di-
cha región. Además de dicha premisa principal, la presente in-
vención también emplea nuevas configuraciones que usan princi-
pios hidrodinámicos aceptados, para sacar las mayores ventajas
15 posibles de la corriente fluvial en movimiento, utilizando y
recuperando no sólo parte de la energía en dicha porción de la
corriente fluvial interceptada realmente por dicha turbina flu-
vial, sino utilizando también parte de la energía de la corrien-
te principal para preparar una región descendente favorable
20 para la descarga de la porción interceptada.

Los objetos de la invención, y otros objetos, se rea-
lizan en un motor de corriente fluvial del tipo constituido
por una tobera primaria con eje horizontal longitudinal, su-
mergida en dicho río con eje paralelo a la dirección de la
25 corriente fluvial, para recoger una porción de la corriente
fluvial de la corriente principal de dicha corriente, tenien-
do dicha tobera primaria en secuencia a lo largo de su eje
un extremo de entrada conectado a un paso de agua que atravie-
sa, que conduce a una garganta y después mediante una cola a
30 un extremo de descarga, y que soporta coaxialmente dentro de

1 la garganta un rodete de turbina de entrada axial al que se
conectan medios para transferir la energía rotativa mecánica
a los medios de utilización exteriores, comprendiendo la mejora
lo siguiente:

5 (a) el abocinamiento del paso de agua desde la gar-
ganta al extremo de descarga para iniciar y establecer una sec-
ción transversal gradualmente creciente de la porción recogida
de dicha corriente fluvial a partir del momento en que pasa
por dicho rodete de turbina, y

10 (b) el abocinamiento y estructuración del exterior de
dicha tobera primaria para iniciar y establecer la formación
de una vaina cónica divergente de la corriente fluvial princi-
pal alrededor de dicha porción recogida mientras dicha porción
sale del extremo de descarga de dicha tobera primaria.

15 En una forma preferida, el rodete de turbina soporta
en su periferia un anillo de refuerzo, la garganta del paso de
agua tiene un rebaje anular de cooperación, que recibe el ani-
llo de refuerzo, y la superficie diametral interna del anillo
de refuerzo es una extensión de la superficie interna de la
20 garganta del paso de agua.

También en la forma preferida, el borde exterior del
anillo de refuerzo es una polea sobre la que se soporta al
menos una cinta sinfin que conduce a través de los canales en
la estructura de la tobera primaria a los medios de utiliza-
25 ción de energía.

Y en la forma preferida, se facilita en el río un
tamiz de basuras hacia arriba del extremo de entrada de la to-
bera primaria, comprendiendo dicho tamiz de basuras una dispo-
sición cónica de cables sobre el eje horizontal, uniéndose la
30 punta del cono a un cable de anclaje ascendente y formando la

1 base del cono un extremo abierto de sección transversal al me-
nos tan grande como el extremo de entrada de la tobera prima-
ria, al que dicho extremo abierto se yuxtapone y pone. Para
la mínima resistencia al flujo, el ángulo incluido dentro del
5 cono es preferiblemente aproximadamente 30° .

Preferiblemente, el paso de agua dentro de la tobera
primaria converge suavemente desde una sección transversal
interceptadora inicial en el extremo de boca o entrada a una
sección transversal más pequeña en la garganta, por lo que la
10 velocidad de la porción de la corriente fluvial interceptada
por la tobera se acelera antes de chocar sobre los álabes del
rodete de turbina, y por consiguiente se incrementa la efi-
ciencia de la transferencia de energía. La relación de área
para dichas secciones transversales puede ser del orden de
15 1:1 a 4:1.

En una forma, el rodete de turbina es del tipo de
flujo puramente axial, y la cola del paso de agua hacia abajo
del rodete de turbina se abocina en un ángulo incluido de
hasta 15° , preferiblemente unos 7° . Con dicha forma la cola
20 puede tener una longitud axial de al menos la mitad del diáme-
tro de la garganta del paso de agua.

Para el éxito de esta invención es importante no
sólo que el paso de agua de la tobera primaria tenga las carac-
terísticas enumeradas anteriormente, sino también que el exte-
rior se abocine y estructure con elementos mecánicos para pro-
25 mover el flujo de una vaina cónica divergente de agua de la
corriente principal adyacente a y que rodea la porción recogi-
da mientras dicha porción sale del extremo de descarga de la
tobera primaria. Por consiguiente en la corriente principal se
30 facilita un entorno al que descarga la porción recogida, de

1 tal forma que la porción recogida pueda salir bajo el impulso
de su presión de carga estática restante y altura debida a la
velocidad restante. Preferiblemente, la vaina de corriente
principal se forma y dirige, y su contenido de energía total
5 se organiza de tal forma que contribuya a la salida de la por-
ción recogida. La formación, dirección, y reorganización se
facilitan por una o varias características siguientes del ex-
terior de la tobera primaria:

(1) Como se indicó anteriormente, el exterior de la
10 tobera puede comenzar a abocinarse hacia afuera en la direc-
ción del flujo de agua, en un ángulo tan grande como sea posi-
ble considerando que la superficie exterior deberá encontrarse
en el extremo de descarga del paso de agua con el paso de agua
en un borde de salida delgado bien carenado.

15 (2) Se añaden elementos estructurales a la superfi-
cie exterior para realizar mejor la formación de la vaina de-
seada.

(3) Uno de dichos elementos estructurales es una pa-
leta, o juego de paletas, que se extienden radialmente hacia
20 afuera desde la superficie de la tobera primaria, teniendo ca-
da una de dichas paletas un borde de salida inclinado o do-
blado helicoidalmente. El borde de salida doblado o inclinado
tiene la finalidad de iniciar un impulso giratorio en la vaina
por lo que la vaina desarrolla movimiento, y un gradiente de
25 presión correspondiente radialmente hacia afuera. El movimien-
to es como una vaina helicoidal. El gradiente de presión con-
tribuye claramente a la descarga de la porción recogida de la
corriente fluvial.

(4) Otro elemento estructural, que puede soportarse
30 convenientemente sobre los extremos exteriores de las paletas

1 que acaban de citarse, es una tobera secundaria coaxial de
tales dimensiones interiores que ajuste alrededor de la super-
ficie exterior de la tobera primaria, formando el espacio li-
bre entre la tobera secundaria y la primaria un paso anular
5 para el flujo del agua de la corriente principal por la su-
perficie exterior de la tobera primaria. Facilitando más espa-
cio libre en el extremo delantero o de entrada del paso anular
que en el extremo trasero o de descarga, el agua recogida en
la parte delantera se acelera y descarga a mayor velocidad, y
10 menor presión, en cuya condición la vaina formada es particu-
larmente efectiva para arrastrar y por consiguiente contribuir
a la descarga de la porción recogida de la corriente fluvial.

(5) Otra característica estructural es el abocina-
miento de las superficies interior y exterior de la tobera
15 secundaria en la región próxima al borde de salida de dicha
tobera, de forma que contribuya a la formación de la vaina có-
nica divergente de la corriente principal.

(6) Otra característica estructural más es la provi-
sión en el exterior de la tobera secundaria cerca de su borde
20 de entrada de un juego de paletas en forma de triángulo, que
se extienden hacia afuera desde la superficie, y formadas en
fragmentos de una hélice o hélices, para generar por ello un
movimiento vortical de la corriente principal en el exterior
de la tobera secundaria, de la misma manera y por las mismas
25 razones que en el número (3) anterior.

También es posible formar o colocar dichas paletas
de generación de vórtice para que no generen un único vórtice
grande alrededor de la tobera secundaria, sino para generar
más bien muchos pequeños vórtices o remolinos a lo largo de
30 la superficie de la tobera secundaria. Dichos remolinos, al

1 desprenderse del borde de salida de la tobera contribuyen al
mantenimiento de la vaina divergente de la corriente fluvial
principal. Una forma de asegurar dicha generación de remolinos
es simplemente inclinar las paletas adyacentes en dirección
5 o mano opuesta - una inclinada a la espiral en la dirección
contraria al sentido de las agujas del reloj, la siguiente
a la espiral en el sentido de las agujas del reloj, y así
sucesivamente alrededor de la periferia.

(7) Otra característica estructural más es un juego
10 de aletas en forma de pétalo que se extienden hacia atrás desde
el borde de salida de la tobera secundaria, montadas articuladamente
al mismo, dotadas de medios de control, por lo que las aletas
pueden oscilarse hacia adentro para reducir el abocinado de la
vaina de la corriente principal, o hacia afuera para aumentar el
15 abocinado, según se requiera para controlar la salida de la
turbina de corriente fluvial. En el caso de que no haya tobera
secundaria, las aletas serían parte del borde de salida de la
tobera primaria.

(8) Para controlar más la vaina externa citada previamente,
20 pueden facilitarse bordes de salida en forma de alerón
ajustables sobre las paletas que se extienden desde la superficie
de la tobera primaria, por lo que puede influirse en la
resistencia del movimiento helicoidal de la vaina.

En una forma alternativa del rodete de turbina y el
25 paso de agua divergente cooperante desde la garganta al extremo
de descarga de la tobera primaria, el rodete de turbina, en
vez de ser del tipo de flujo axial puro, tiene paletas
configuradas para permitir que la porción de la corriente fluvial
que entra axialmente a la turbina, salga con un componente
30 considerable de flujo radial. En esta forma, el paso de agua

1 se desvía inmediatamente en la región de descarga de turbina
de la garganta, teniendo forma de campana en dicho punto de des-
carga, por lo que la región a la que sale el agua parcialmente
desexcitada puede tener una sección transversal grande a la
5 que puede fluir el agua a baja velocidad. Hacia abajo desde
dicha región, el abocinamiento del paso de agua continuará como
ya se describió.

En otras formas del rodete de turbina de flujo axial
sus álabes, en vez de extenderse directamente desde el cubo
10 al anillo de refuerzo, se pre-configuran en elementos doblados
en la dirección del flujo que bajo carga forman catenarias,
de tal forma que los esfuerzos principales en los álabes sean
esfuerzos de tracción. En una variación de catenaria, cada
álabes se dobla a una forma de U abierta, con el eje de simetría
15 de la catenaria entre los dos extremos de la U, y paralelo al
eje del rodete de turbina. En otra variación de catenaria, cada
álabes constituye casi la mitad de la catenaria, y el eje de si-
metría es concéntrico con el eje de la turbina. Los álabes
también pueden doblarse en su dirección rotacional, como se
20 explicará detalladamente más adelante.

DESCRIPCION DETALLADA DE LA INVENCION

La figura 1 muestra una vista isométrica de dos de
las disposiciones de tobera y turbina de esta invención en re-
lación de lado a lado. La figura 2 muestra una única tobera
25 de la figura 1, en sección longitudinal, montada debajo de
una estructura de pontón y cubierta de máquinas, en una posi-
ción dentro de un río, en la que la corriente fluvial choca
desde la izquierda, y sale hacia al derecha. En todas las fi-
guras, los elementos correspondientes llevan los mismos nume-
30 rales de designación, aunque sus formas puedan variar ligera-

1 mente de una versión específica de la invención a otra. Cuando
las diferencias son tan sustanciales que produzcan confusión,
se usan designaciones distintas.

5 En las figuras 1 y 2, el elemento 1 designa la cubierta de una estructura en forma buque, que se soporta sobre la armazón estructural 3, por encima de dos o más pontones 2, separados de forma análoga a catamarán, con espacio entre y debajo de cada par de pontones. En dicho espacio se coloca una estructura de tobera primaria 5, conectada mediante elementos de la armazón estructural 3 a los pontones 2 y la cubierta 1. Encima de la cubierta 1 hay una estructura de cabina 25 y una torre de soporte de línea de transmisión 24. Montados sobre la cubierta hay generadores eléctricos 4a y 4b, su polea motriz 19a, una polea loca 19b, un mecanismo de control eléctrico 26 y medios de bomba de agua designados en general 23.

15 La estructura de tobera primaria 5 como se muestra en las figuras 1 y 2 está constituida por una envuelta 6 y un revestimiento 7. El extremo izquierdo, o delantero, de la envuelta 6 se une suavemente al extremo de entrada 9 del revestimiento 7, para baja resistencia al flujo de fluidos, tanto para la entrada de una porción de la corriente fluvial al paso a través del revestimiento 7, como para la corriente fluvial principal que pasa alrededor de la envuelta 6. El revestimiento 7 continúa desde su extremo de entrada 9 a una garganta 8, que es la parte del paso a través del revestimiento de menor sección transversal. En la garganta 8 hay un rebaje anular 30 ocupado por un anillo de refuerzo 17, cuya interrelación se detallará después y en la figura 12. Hacia abajo de la garganta el revestimiento 7 continúa a una sección de descarga 10, en cuya sección la sección transversal del paso de agua a tra-

20
25
30

1 vés de la tobera se aumenta como resultado del abocinamiento
del revestimiento. Como en el uso conocido de tubos Venturi, el
revestimiento deberá abocinarse con un ángulo incluido de menos
de aproximadamente 15° , preferiblemente unos 7° , para mantener
5 el flujo retenido de la porción de corriente fluvial por el
paso y para iniciar y producir un cono divergente de dicha por-
ción de agua en movimiento.

En otra forma de la invención, como se explicará más
adelante, el revestimiento hacia abajo de la garganta puede
10 ensancharse inmediatamente a una forma de campana; después de
dicho ensanchamiento, la velocidad de abocinado disminuye a
aproximadamente 7° , como acaba de indicarse. Esto se muestra
en la figura 17.

El revestimiento 7 tiene una sección transversal cir-
15 cular en la garganta, pero su sección transversal en otros
puntos a lo largo de su longitud no es necesariamente circular.
La boca 9, por ejemplo, puede tener sección transversal rec-
tangular, cuadrada, poligonal, o incluso trapezoidal, e igual-
mente el extremo de descarga 10. Es importante, sin embargo,
20 para la mínima resistencia al flujo del fluido, que todas las
transiciones de una forma a otra, y de una sección a otra, se
realicen suavemente y no de forma brusca.

La envuelta 6 tiene una forma externa con un cambio
gradual largo desde la conexión en su extremo delantero o de en-
25 trada a su extremo de descarga 12, que se une suavemente a la
conexión con el extremo de descarga 10 del paso de agua. El cam-
bio gradual es tal que poco antes de la unión, la superficie de
la envuelta, cerca de su extremo de salida 12, ha comenzado al
menos a abocinarse alejándose del eje de la tobera, por lo
30 que la capa de la corriente fluvial principal que pasa a lo

1 largo de dicha superficie se desvía del eje al comienzo de una vaina divergente generalmente cónica de corriente principal de agua que rodea la porción igualmente divergente de la corriente fluvial que sale del paso de agua.

5 En las figuras 1 y 2, la divergencia de la envuelta 6 en su extremo de descarga 12 es pequeña, apreciándose apenas en el dibujo. En este caso particular, dicha pequeña divergencia o abocinado es suficiente, porque las otras estructuras que rodean la tobera primaria y que se describirán en breve son las causas principales de la generación de la vaina de abocinamiento de la corriente de agua principal. En otras formas el abocinamiento de la tobera primaria es mucho mayor, como en las figuras 3, 4, y 5.

15 La tobera primaria 5, que tiene la envuelta exterior 6 y el revestimiento interior 7 descritos previamente, tiene un espacio o compartimiento entre dichas superficies en el que se colocan los elementos estructurales que soportan las superficies. En una forma preferida de construcción, la tobera primaria se compone de ocho módulos segmentales, cada uno de los cuales es un segmento de un octágono; cada módulo soporta 20 no solamente $1/8$ de la envuelta 6 y $1/8$ del revestimiento 7, sino también tabiques laterales en los que se encuentran los módulos después del montaje. Especialmente para turbinas muy grandes de corriente fluvial, en las que el diámetro del rodete de la turbina podría superar, por ejemplo, 60 pies (18,288 m), 25 la construcción modular facilita mucho la construcción de la tobera. Los módulos separados pueden fabricarse en un astillero, usando la tecnología de fabricación de chapas de acero bien conocida en la fabricación de lanchas. Después de la construcción, cada módulo puede flotarse al lugar del generador de po-

30

1 tencia, y allí pueden montarse.

Los compartimientos de la tobera primaria constituyen una fuente importante de la flotabilidad ajustable de la turbina fluvial. Extrayendo agua de los compartimientos superiores, pero dejando más o menos agua en los compartimientos inferiores, puede establecerse una gama de centros de flotabilidad, según se requiera para las diversas condiciones fluviales.

Dentro del paso de agua de la tobera primaria 5 se facilita un rodete de turbina 14, que tiene un eje central 13 coaxial con la garganta 8 del paso de agua, los álabes 29, y un anillo de refuerzo 17 unido a los extremos exteriores de los álabes 29. El rodete de turbina se ve muy fácilmente en la figura 14. En esta forma de la invención, la turbina se dispone para flujo axial continuo. En otra forma mostrada en la figura 10 17 los álabes de turbina y el anillo de refuerzo se disponen de forma que el flujo entre axialmente, pero gire y salga con un considerable componente radial de flujo. Esta es la forma de rodete de turbina usada con la región de cola en forma de campana en el paso de agua como se explicó previamente.

En cualquier caso, como se muestra en la figura 14, el eje de turbina se monta en soportes soportados en el bloque de soporte 15, que a su vez se soporta centralmente dentro del paso de agua con los puntales 16a y los puntales-paletas 16b. Los puntales-paletas 16b como se muestra en la figura 13, son, como su nombre indica, tanto puntales que soportan el bloque de soporte como paletas que dirigen el agua que fluye axialmente a un recorrido helicoidal, el mejor para chocar sobre los álabes del rodete de turbina en la dirección que consiga la mejor eficiencia de extracción de energía. Por razones de control, dichos puntales-paletas pueden hacerse girar sobre sus propios ejes, para

1 aumentar o disminuir su paso efectivo; los medios de control
pueden ser de numerosas clases, tales como accionadores de
cilindro-pistón hidráulicos, que operan mediante articulacio-
nes mecánicas, o pueden ser motores hidráulicos 16f que operan
5 sobre tornillos 16e que engranan con piñones 16b sobre los
ejes de puntal-paleta 16c, como se muestra en la figura 13.

Es bien sabido que las corrientes fluviales pueden
arrastrar troncos mojados y otros objetos sólidos. Dichos ob-
jetos, si llegasen a los álabes de la turbina, podrían produ-
cir serios daños. Para evitar dichos daños, es una caracterís-
tica de la presente invención, facilitar hacia arriba de la
boca del paso de agua por la tobera primaria 5, un tamiz de
basuras 42 en forma de un cono de cables 43 y 44. El extremo
abierto del cono de cables se yuxtapone al extremo abierto de
15 la entrada del paso de agua 9, y la punta del cono se une al
cable de anclaje 41 que parte del anclaje de arriba 40. En
el extremo abierto del cono, cada cable se engancha separada-
mente con ganchos de seguridad a los enganches de cables (no
detallados) distribuídos alrededor de la periferia de la boca
20 del paso de agua 9. Algunos de los cables designados 43 son
de longitud plena, extendiéndose toda la distancia desde el
cable de anclaje 41 a los ganchos de seguridad de la boca.
Si todos los cables se extendiesen por toda la longitud, sin
embargo, y se separasen sólo suficientemente para impedir la
25 entrada de basuras en el extremo ancho del cono, la densidad
de cables cerca del extremo más pequeño del cono sería dema-
siado grande. Según eso, algunos de los cables (designados 44)
se extienden solamente a lo largo de parte de la longitud y se
fijan, como en 46, a los cables de longitud plena. Aunque so-
30 lamente se muestran cables de dos longitudes (los designados

1 43 son cables de longitud plena) cae dentro del espíritu de
este aspecto de la invención usar varias longitudes con ramas
adicionales según se desee. También será claro que si lo re-
quiriese el tamaño de las basuras, el extremo abierto del ta-
5 miz de basuras podría unirse a la tobera secundaria, más bien
que a la tobera primaria.

El tamiz de basuras en forma de cono de cables in-
troduce inevitablemente algo de resistencia al flujo del agua
a través del paso de agua y la turbina, lo que constituye una
10 situación indeseable. Para minimizar la resistencia al flujo,
el tamiz de basuras se construye con un ángulo interior inclui-
do de cerca de 30° , porque cerca de dicho ángulo la inclina-
ción del eje de cada cable con relación a la línea del flujo
fluvial ofrece una sección transversal elíptica desde el cable
15 realmente redondo, en cuya sección la resistencia al flujo del
fluido es mínima.

Se indicó previamente que el anillo de refuerzo 17
del rodete de turbina 14 se coloca en un rebaje anular 30 en la
garganta 8 del paso de agua. Este detalle y otros relacionados
20 se muestran en la figura 12. Para la mínima resistencia al
flujo del agua es importante que la cara interna del anillo de
refuerzo 17 sea una extensión suave de la superficie del paso
de agua adyacente en la región de la garganta 8.

Un aspecto de la presente invención es el uso del
25 anillo de refuerzo, no solamente como soporte estructural para
los extremos exteriores de los álabes de turbina 29, sino tam-
bién para la transferencia de la carga axial desde los álabes
a la estructura de tobera circundante. Para este fin el lado
descendente del rebaje anular 30 está dotado de una estructura
30 porosa de soporte de agua 27b, y un adecuado suministro de agua

1 a presión 27a mediante los chorros 27, por lo que la desviación
del anillo de refuerzo bajo la presión de la corriente fluvial
contra los álabes de turbina se amortigua en una capa de agua
mantenida en el espacio entre el borde del anillo de refuerzo
5 y la pared adyacente del rebaje anular.

Alternativa o adicionalmente puede haber un juego
de soportes de rodillos mecánicos dispuestos en dicho espacio.
Una ventaja del soporte mecánico es que en caso de que falle
el suministro de agua al soporte de agua, no tendría lugar la
10 destrucción catastrófica de la turbina fluvial.

La figura 12 también muestra que la cara exterior del
anillo de refuerzo 17 está dotada de una ranura 21 en la que
cabalga una cinta o cintas 18. Convenientemente, la cinta 18
es una cinta redonda, muy larga que se extiende aproximadamente
15 $1\frac{2}{3}$ arrollamientos alrededor del anillo de refuerzo, y asciende
por dos canales 20 a la polea motriz 19a y la polea loca 19b,
como se muestra en la figura 2. Naturalmente, no es preciso
que la carga se reciba en una única cinta sinfin, y pueden
usarse múltiples cintas.

20 Las tensiones en las dos partes de la cinta 18 tienen
sus principales componentes vectoriales en la dirección as-
cendente, tendiendo a soportar al menos parte del peso del
rodete de turbina. Por consiguiente se reduce la carga sopor-
tada sobre el soporte axial de rodete de turbina, y es posible
25 una estructura de soporte menos costosa.

El soporte axial de rodete de turbina como se mues-
tra en la figura 14 puede ser de construcción conocida utili-
zando, por ejemplo, soportes de agua 71, 72, 73 como se prac-
tica en los ejes para las hélices de buques.

30 El soporte de agua 71 es un bloque poroso dotado de

1 una cámara y un paso 71a, y un suministro de agua a presión
a través de la línea 74. El soporte de agua 71 se dispone en
la superficie delantera del bloque de soporte fijo 15 sopor-
tado por los puntales 16a y los puntales-paletas 16b dentro
5 de la garganta. La superficie trasera de un saliente soportado
sobre el eje 13 se apoya sobre el soporte de agua 71, por lo
que se absorbe el empuje axial del rodete de turbina. El agua
suministrada continuamente a través del bloque poroso mantie-
ne una película de amortiguamiento para evitar el contacto de
10 metal a metal en la estructura.

Igualmente los bloques porosos 72 y 73 se alimentan
con agua, y actúan como soportes de agua radiales. Es deseable,
naturalmente, que el soporte se encierre en un recinto frontal
muy currentilíneo como se describe en la figura 2. El eje de
15 saliente que se extiende hacia atrás del rodete de turbina
también deberá ser muy currentilíneo.

El rodete de turbina 14 está formado por un cubo
sobre el eje 13, un anillo de refuerzo 17 y un juego de álabes
29 unidos en un extremo al cubo y en el otro al lado interior
20 del anillo de refuerzo. Según los principios hidrodinámicos
convencionales, cada álabe se coloca en un ángulo al eje, en
el cubo, y como el álabe se forma con un alabeo a lo largo
de su longitud, dicho ángulo cambia a lo largo de la longitud
como se indica por las secciones a-a, b-b, y c-c en la figura 14.

25 El álabe mismo para obtener la mayor eficiencia de
la turbina debe diseñarse con sumo cuidado, con el perfil más
efectivo en cada sección radial, y cambiando el perfil desde
el eje al extremo de refuerzo. Una consideración importante
es evitar la cavitación, porque la cavitación no solamente
30 aumentaría la resistencia de rozamiento (convirtiendo por con-

1 siguiente le energía mecánica en calor no aprovechable) sino
que también podría producir erosión destructiva de la superfi-
cie del álabe.

Una ventaja de la presente invención es que el rode-
5 te de turbina se sumergirá a bastante profundidad por debajo
de la superficie del agua, y la carga diferencial del agua
entre la superficie y el borde superior de la turbina tendrá
magnitud considerable; cuanto mayor sea dicha carga, tanto ma-
yor será la presión absoluta en el agua, y tanto más deberá
10 reducirse la presión antes de que tenga lugar la cavitación.

Sin embargo, aun esta ventaja puede ser insuficiente,
y los perfiles de los álabes deben seleccionarse utilizando los
principios hidrodinámicos conocidos de forma que las presio-
nes sobre los lados posteriores de los álabes (en los que
15 las presiones son muy bajas) no bajen tanto que pueda producir-
se cavitación. Los mejores álabes son los que, por su forma,
retardan la formación de crestas negativas de presión. Hacia
los extremos exteriores de cada álabe las secciones son consi-
guientemente más delgadas, y se inclinan para que corten el
20 agua en un ángulo más agudo.

Hacia el extremo axial de cada álabe, la velocidad
relativa es menor para un número dado de revoluciones por mi-
nuto del rodete, y la sección puede ser más gruesa e inclinar-
se más en cuadro a la dirección rotacional.

25 Para la estructura de rodete mostrada en la figura
14, con los extremos centrales soportados en el cubo y los
extremos radialmente exteriores soportados en el anillo de
refuerzo 17, que se soporta a su vez en el rebaje 30 con los
soportes de agua 27b, cada álabe puede considerarse una viga
30 compleja, soportada en ambos extremos, y debe diseñarse consi-

1 guientemente.

5 Para obtener la formas hidrodinámicas deseadas junta-
mente con grandes resistencias y coste razonable, es casi esen-
cial que se utilice la moderna tecnología de los plásticos
reforzados con fibras. Preferiblemente, los álabes se hacen
con construcción de fibra de vidrio/epoxi, con núcleo de es-
puma rígida en las secciones más gruesas. Filamentos continuos
de vidrio se extienden a lo largo de los álabes, para que ten-
gan rigidez a la flexión; para la resistencia a la torsión,
10 cintas de filamentos se extienden diagonalmente a través de
las anchuras de los álabes. Cuando se use un núcleo, puede ser
de poliuretano rígido preconfigurado para establecer la forma
básica del álabe.

15 En los rodetes de turbina muy grandes, en los que
la fuerza de la corriente fluvial ejerce una gran fuerza de
flexión sobre los álabes, puede ser difícil obtener suficiente
resistencia a la flexión manteniendo al mismo tiempo las sec-
ciones de álabe deseables. Algunas soluciones a este problema
son formas de álabe en catenaria, como se muestra en las fi-
20 guras 15, 16, y 16b. En la construcción de la figura 15 el
álabe se forma deliberadamente en forma de U doblada, en la
dirección a la que la corriente tiende a empujarlo. La preconfi-
guración es suficiente para convertir el álabe bajo carga en
una catenaria con el eje de simetría entre sus dos extremos;
25 las fuerzas que hay en él son entonces principalmente tensión
pura, y se elimina la tendencia a doblarse más en la direc-
ción paralela al eje. Dicha construcción aprovecha muy bien
las excelentes características de resistencia de los modernos
materiales compuestos.

30 La construcción de álabe en catenaria descrita ante-

1 riormente puede desarrollarse más, como se muestra en la figura
16. En esta versión cada álabe puede diseñarse de forma que
(cuando esté bajo carga) sea aproximadamente la mitad de una
catenaria simétrica con el eje en la línea central del rodete,
5 y extendiéndose completamente por el diámetro del rodete de
turbina. Con dicho diseño, las fuerzas paralelas al eje se
transforman en tensión en la catenaria, y el empuje sobre el
eje central se elimina; toda la carga del impulso de la co-
rriente fluvial se transfiere directamente al anillo de re-
10 fuerzo y a través de sus soportes de agua 27b a la estructura
de tobera primaria circundante. Habiendo eliminado así todas
las fuerzas de empuje axiales, también es posible eliminar el
soporte central del rodete, colocando soportes de muñón alre-
dedor del exterior del borde del refuerzo, para soportar el ro-
15 dete de turbina tanto radialmente como axialmente. Dichos so-
portes son preferiblemente soportes de agua análogos a 27b,
pero también pueden ser rodillos soportados en bloques de so-
porte como es convencional en el soporte de grandes estructu-
ras horizontales giratorias tales como los molinos de bolas y
20 hornos giratorios. Eliminados tanto los soportes axiales como
los radiales del rodete, se elimina todo el cubo central 15,
sus soportes 71, 72, 73 y sus puntales 16a y 16b como se in-
dica en la figura 16.

Otra fase en el uso del diseño de catenaria del ála-
25 be es curvar el álabe en la dirección circunferencial en la
que es empujado por las corrientes de agua que chocan, así
como en la dirección axial. Dicho diseño se indica en la figu-
ra 16b que muestra de forma fragmentada una vista de frente
de un rodete de turbina. Solamente se muestran dos álabes com-
pletos 29, indicándose los demás por las líneas de puntos que
30

1 se extienden desde el cubo central. Cada uno de los álabes 29
tiene una forma de catenaria como se ve desde dicho punto de
vista, así como la forma de catenaria que se ve en la figura
16. Por consiguiente se eliminan todas las fuerzas de flexión
5 en cualquier dirección, y las fuerzas dentro del álabe son
tensión. Como en la figura 16, al no haber empuje axial, el
cubo 13a sirve solamente de conector para unir entre sí los
extremos centrales de los álabes. Consiguientemente no se ne-
cesita ningún soporte central, y no se muestra ninguno.

10 Esta explicación abarcará ahora las estructuras ex-
ternas a la tobera primaria, comenzando con las mostradas en
la figura 1 y en la figura 2. En la vista lateral de la figura
2 se ven dos paletas de un juego de paletas 63 que se extien-
den radialmente hacia afuera desde la superficie exterior 6
15 de la tobera primaria 5. Dichas paletas en las figuras 1 y 2
no son solamente paletas propiamente dichas para dirigir el
flujo de la corriente fluvial principal por el exterior de la
tobera, sino que en esta forma de la invención son también
estructuras que soportan la tobera secundaria anular 60, coa-
20 xial y en recubrimiento parcial con la tobera primaria 5. Así
soportada la boca 61 de la tobera secundaria forma con el
exterior de la tobera primaria 5, el comienzo de un paso anular
por la superficie restante de la tobera primaria. Las paletas
25 63 se extienden longitudinalmente a través de dicho paso anu-
lar. Aunque las paletas 63 pueden ser rectas como se ilustra
en la Sección EE de la figura 7, preferiblemente todas se do-
blan en hélice, como en la Sección EE de la figura 8, por lo
que la corriente principal en movimiento se dirige para que
comience a fluir como vórtice. El borde descendente doblado
30 de la paleta se describe en la figura 2 en 64, y en la figura

1 9. En algunas circunstancias es deseable poder cambiar la inten-
sidad de dicho movimiento helicoidal, y se preve dicho cambio,
haciendo el borde de salida 64 no como un simple borde fijo
doblado, sino más bien como un "alerón" ajustable como en la
5 sección de la figura 9, sin detallarse los medios de ajuste
convencionales. Dichos medios podrían incluir algunas posibles
alternativas como las siguientes: (1) cables extendidos desde
las palancas sobre los ejes de pivote de los alerones, (2) desli-
zaderas de vaivén sobre carriles doblados, con accionadores
10 de pistón hidráulicos, (3) mecanismo de tornillo sinfin y pi-
ñón sobre los pivotes, con motores hidráulicos para accionar
los tornillos sinfin, de forma semejante a la figura 13, y a
la figura 11.

La tobera secundaria 60, de forma similar a la tobera
15 primaria, se diseña con un revestimiento que forma una super-
ficie interna y que define el paso anular citado anteriormente
fuera de la tobera primaria. La tobera secundaria también tie-
ne una superficie exterior, y un espacio entre el revestimien-
to y la superficie exterior que contiene los puntales y abra-
20 zaderas, y que constituye un compartimiento estanco al agua,
o una pluralidad de compartimientos, que pueden utilizarse
para obtener las características de flotabilidad deseables
de toda la turbina. Como la tobera primaria, la tobera se-
cundaria se hace en segmentos con paredes segmentales así como
25 con revestimiento y superficie exterior. Se prefabrica, se
lleva al lugar como segmentos separados en forma de lancha
y allí se montan en la tobera.

La superficie interior del revestimiento converge
desde su boca 61 hacia la superficie exterior de la tobera
30 primaria adyacente, de forma que el paso anular tenga un área

1 de sección transversal decreciente a medida que se aproxima
al extremo de descarga de la tobera primaria, de forma que el
agua de la corriente principal que fluye por dicho paso se
acelere a mayor velocidad, en la región 62.

5 Cuando el revestimiento de la tobera secundaria des-
ciende más allá del extremo de descarga adyacente de la tobera
primaria, su sección transversal comienza a aumentar; con
otras palabras, la vaina de elevada velocidad del agua de la
corriente principal se guía ahora por el abocinamiento del re-
10 vestimiento a una vaina cónica divergente alrededor de la por-
ción de la corriente fluvial salida de la tobera primaria.

Por principios hidrodinámicos se sabe que la energía
de un sistema de agua corriente está constituido principalmente
por dos componentes, la energía cinética, que varía como el
15 cuadrado de la velocidad lineal, y la energía potencial, que se
mide por la carga estática relativa a cualquier dato preselec-
cionado. Prestando mucha atención a la aerodinámica y carenado
de las superficies de guía, y evitando la separación del flu-
jo manteniendo el abocinamiento de 7° indicado anteriormente,
20 es posible con solamente pequeña pérdida de energía convertida
en calor debido a la turbulencia y fricción, transformar la
energía cinética en energía potencial, y viceversa. Dicha
transformación se expresa en el teorema bien conocido de Ber-
noulli, que es simplemente una forma del equilibrio de energía
25 en el agua en movimiento.

La porción del agua que se aceleró a elevada veloci-
dad, fluyó después por las paletas de la turbina y cedió ener-
gía como salida mecánica mediante la cinta 18 de la turbina,
sale de las paletas de la turbina con energía reducida. La
30 reducción puede ser en la velocidad, en la presión estática,

1 o en ambas, según el diseño de la turbina y paso de agua. En
la turbina axial continua, con la misma sección transversal de
flujo inmediatamente hacia abajo así como inmediatamente hacia
arriba, la velocidad obtenida por la aceleración por la sec-
5 ción de entrada de tobera primaria convergente no puede cam-
biar, porque el flujo volumétrico total es constante. Consi-
guientemente, la presión estática, que ya se bajó considera-
blemente debido a la conversión en energía cinética adicional
de mayor velocidad en la sección convergente, se reduce más
10 en el paso por la turbina, por la transferencia del líquido a
la salida mecánica de la turbina. Mientras la porción de la
corriente fluvial hacia abajo de la turbina aumenta en sección
transversal en la sección divergente su energía cinética resi-
dual se vuelve a transformar parcialmente en energía potencial
15 de mayor presión estática. Cuando la presión se ha elevado así
suficientemente en el cono de agua descendente de abocinamien-
to, puede unirse nuevamente con la corriente principal de
agua circundante.

Con el rodete de turbina del tipo de descarga radial
20 mostrado en la figura 17, es posible que al menos una porción
de la energía cinética se convierta directamente en energía
mecánica, con menos reducción de presión. La razón es que la
cola en forma de campana y de descarga radial al paso de agua
permite que el agua a elevada velocidad lineal que pasa por la
25 turbina caiga a una velocidad lineal inferior porque fluye des-
de una sección transversal más pequeña a otra más grande,
siendo naturalmente constante el flujo de la masa a lo largo
de todo el paso de agua. En la medida en que pueda caer la
velocidad lineal, puede extraerse la energía mecánica equiva-
30 lente sin cambio de presión. Este análisis olvida por el mo-

1 mento, que las características que introduzcan más turbulencia
en el líquido que fluye incrementarán por ello las pérdidas
por rozamiento, por la transformación de parte de la energía
potencial y cinética del sistema en calor. El uso efectivo
5 de la turbina de descarga radial y paso de agua en forma de
campana requiere un diseño estudiado para minimizar las pér-
didas por rozamiento.

 Sin embargo, puede ser difícil mantener el cono de
abocinamiento del agua suficientemente separado de la corrien-
10 te principal circundante, a no ser que se realicen fases es-
peciales. Dichas fases especiales son el resultado de la con-
figuración y estructuras en el exterior de la tobera primaria.
La formación de la vaina protectora del agua de la corriente
principal permite la conversión continuada de la porción que
15 pasa por la turbina de energía cinética a energía de presión.

 La vaina de elevada velocidad desarrollada por la
aceleración de la corriente principal de agua por el paso anu-
lar entre la tobera primaria y secundaria tiene, como resulta-
do de su aceleración, una reducción de presión estática, de
20 forma que se reduce la tendencia de la corriente fluvial prin-
cipal a fluir a la región axial hacia abajo de la tobera, por
lo que es favorable el entorno para la expansión continuada
en la sección transversal en la porción cónica de abocinamiento.

 La superficie exterior de la tobera secundaria 60
25 también se estructura para favorecer la formación y protec-
ción de la vaina cónica divergente de la corriente principal
de agua. Retrocediendo desde el extremo de boca 61, la super-
ficie exterior gradual y suavemente se mueve radialmente hacia
adentro, hacia el eje de turbina, pero a medida que se aproxi-
30 ma al extremo de cola 67, la curvatura se invierte, también

1 gradualmente, y comienza a abocinarse hacia afuera, alejándose
del eje, de tal forma que la corriente principal que pase por
dicha superficie se dirija hacia afuera, para conformarse en
general con el exterior de la vaina cónica que sale del inte-
5 rior de la tobera secundaria.

Para el mismo fin, cerca de la parte delantera de
la superficie exterior de la tobera secundaria puede unirse
un juego de paletas en forma de triángulo que se extienden
radialmente 65, cuyos extremos posteriores se doblan para des-
10 viar a un vórtice la corriente principal que pasa, preferible-
mente en la misma dirección de rotación que la rotación de la
vainas impulsada por las paletas 63.

La tobera secundaria mostrada en la figura 2 tiene
una superficie exterior cuyo diámetro disminuye en la direc-
15 ción del flujo a lo largo de una distancia considerable, antes
de que su diámetro se abocine después como se describió pre-
viamente. Es importante que la corriente principal que fluye
por la región de diámetro decreciente siga "unida" (empleando
un término de hidrodinámica) y aunque el ángulo de limitación
20 de aproximadamente 7° se ha especificado para la velocidad
de convergencia de dicha parte de la tobera, las circunstan-
cias pueden impedir conseguir dicho ángulo pequeño. Si este
fuese el caso, las paletas en triángulo 65 pueden colocarse
en una "inclinación" pendiente, o ángulo de ataque, por lo que
25 cada una hará que se desarrolle un pequeño vórtice en la este-
la de la paleta. Dichos pequeños vórtices tenderán a mantener
unido el flujo de la corriente principal sustituyendo la ener-
gía de capa límite en todo el recorrido al comienzo del abo-
cinamiento de la tobera, o incluso a su borde de salida.

30 En las explicaciones anteriores se ha indicado que

1 esta invención puede realizarse con un abocinamiento simple
de tobera primaria desde la garganta hacia el extremo de des-
carga. También se ha señalado que puede obtenerse mayor efi-
ciencia usando las paletas exteriores, la tobera secundaria,
5 y otras estructuras, así como por la superficie de abocina-
miento externa de la tobera primaria. Hay algunas otras va-
riaciones de la configuración de la tobera primaria a las que
también puede aplicarse la invención.

La figura 3 muestra en semicorte una versión en la
10 que no se utiliza pre-convergidor, cayendo la garganta de la
tobera inmediatamente adyacente a la boca. En esta versión,
el rodete de turbina recibe la porción interceptada de la
corriente fluvial esencialmente a su velocidad predominante,
extrae energía de ella, y después difunde la porción como ya
15 se indicó a una corriente cónicamente divergente de velocidad
decreciente y presión creciente, antes de unirse a la corrien-
te principal.

En la figura 4 se usa un pre-convergidor con la to-
bera primaria, que es lo que distingue la figura 4 de la fi-
20 gura 3. Sin embargo, las toberas de ambas figuras 3 y 4 tienen
una sección de cola de abocinamiento alargada, cuya ventaja
es mantener la suave difusión de la corriente divergente hasta
que se asegure la igualación sustancial de la presión.

En la figura 5 se muestra una tobera primaria que
25 tiene una sección preconvergente relativamente grande y una
sección de cola relativa corta. Dicha versión tiene su super-
ficie exterior contorneada en principio como la tobera prima-
ria de la figura 2.

En las figuras 3, 4, y 5 solamente se han presenta-
30 do las formas de tobera primaria, tanto hacia adentro como

1 hacia afuera. En las figuras 6, 7, y 8 se muestran las adi-
 ciones graduales de estructura que pueden realizarse dentro
 del alcance de la invención, para mejorar más el control del
 flujo de la corriente principal y la formación de la vaina en
5 el exterior. Ya se han explicado todos los aspectos de las
 estructuras. Dichas adiciones pueden hacerse a cualquier forma
 de tobera primaria, como ya se describió.

 Se indicó anteriormente que la cubierta 1 soporta
 algunos accesorios, y de éstos se tratará ahora con mayor de-
10 talle. Encima de la cabina soportada desde la plataforma hay
 una torre de transmisión 24 para soportar los cables de trans-
 misión eléctrica para conducir la fuerza generada con dicha
 turbina de corriente fluvial. Si puede disponerse de cable
 submarino de adecuado voltaje y especificación de potencia,
15 puede sustituirse por todo o parte del cable aéreo.

 El generador 4a se facilita para la finalidad prin-
 cipal de esta invención, a saber, generar grandes cantidades
 de fuerza eléctrica que se utilizarán en tierra. Como la mayo-
 ría de los sistemas de potencia por rejilla se basan en 60
20 hertzios, dicho generador será preferiblemente uno de ellos,
 con un voltaje de salida y número de fases adecuados a la utili-
 zación particular. Para que la fuerza producida pueda alimen-
 tarse a rejillas existentes a las que también alimentan otras
 fuentes de generación, será esencial que la sincronización y
25 frecuencia, así como el voltaje producido, tengan valores al-
 tamente precisos. Para este fin, se facilita en 26 un mecanismo
 de control eléctrico convencional. Las señales que muestren
 desviaciones accidentales se desarrollarán por dicho mecanis-
 mo de control, y se retroalimentarán al sistema de control de
30 excitación y velocidad del generador, para hacer que el genera-

1 dor siga en fase con la rejilla de potencia.

El generador 4a se muestra como una única unidad, pero será plenamente evidente que podrán facilitarse generadores adicionales tales como 4b y con embragues adecuados (no mostrados) y controles eléctricos, excitados desde la misma fuente de energía, que "se conectan" cuando lo requiera la demanda de fuerza. De esta manera cada generador cuando esté funcionando producirá fuerza en las condiciones operativas casi con eficiencia óptima.

10 También se muestra sobre la plataforma 1 el generador 4b generalmente más pequeño, que puede usarse para facilitar potencia de bajo voltaje para la inmediata utilización en conexión con bombas de agua 23, compresores de aire, no mostrados, sistemas de control que incluyen 26 y la fuerza eléctrica que se necesite en y cerca de la plataforma. Para la puesta en marcha y otras aplicaciones, en general será necesario tener un generador complementario excitado por motor, y depósitos de combustibles adecuados. Estos son convencionales, y no se muestran en los dibujos.

20 Uno de los medios para el control de velocidad en el generador 4a es la polea 19a, que puede ser una polea de diámetro variable con medios para ajustar su diámetro "sin parar la máquina" según se requiera en respuesta a las señales procedentes del sistema de control 26. Otros medios se explicarán más adelante. En 19b se muestra una polea loca, por la que la tensión de la cinta 18 puede mantenerse constante, a pesar de los cambios de diámetro de la polea 19a, y a pesar del estiramiento de la cinta. La polea loca 19b puede regularse continuamente y automáticamente por medios de accionamiento convencionales y medios de control no mostrados.

25

30

1 Las bombas de agua 23 se designan en general, pero
en realidad pueden tener más de una única especificación. Por
ejemplo, algunas serán adecuadas para extraer agua de los com-
partimientos de las toberas, otras para bombear agua a los
5 dispositivos de soporte de agua tales como 15 y los chorros
de agua tales como 27.

Mientras que la figura 1 muestra dos unidades de
turbina fluvial de esta invención en relación de lado a lado,
es evidente que unidades únicas, o unidades múltiples de más
10 de dos turbinas pueden usarse sin apartarse del espíritu de
la invención. De hecho, cuando dos o más unidades se acoplan
lado a lado, es posible eliminar completamente los pontones 2,
o al menos reducir su número, porque la adecuada flexibilidad
en el ajuste de la flotabilidad puede obtenerse mediante la
15 división en compartimientos en las distintas toberas.

EJEMPLO

A modo de ejemplo para ilustrar la capacidad de las
turbinas fluviales de esta invención, en la tabla siguiente
se indican algunas dimensiones típicas que podrían aplicarse
20 a una única turbina a usarse en un río de menos de 100 pies
(30,48 m) de profundidad y anchura. Muchos tramos del Misisipí
tienen dicha profundidad, y en muchas ocasiones dicha anchura.

TOBERA PRIMARIA: Diámetro de la boca.....66 pies (20,116 m).
Diámetro de la garganta..40 pies (12,192 m).
25 Diámetro de la salida....48 pies (14,630 m).
Longitud general.....60 pies (18,288 m).
Abocinado de la cola.....7°
Longitud de la cola, gar-
ganta a salida.....28 pies (8,534 m).
30 Abocinado exterior, último 8 pies (2,438 m).

- 1 TOBERA SECUNDARIA: Diámetro de la boca.....90 pies (27,432 m).
Diámetro de la garganta
(en la salida primaria) 68 pies (20,726 m).
Diámetro de la salida...76 pies (23,164 m).
- 5 Paletas de vórtice 65...
altura.....5 pies (1,524 m).
Longitud general.....70 pies (21,336 m).
Abocinado de cola.....7°
Longitud de la cola,
10 garganta a salida.....40 pies (12,192 m).
Convergencia exterior...60 pies (18,288 m).
Abocinado exterior.....10 pies (3,048 m).
Recubrimiento de las to-
beras primaria y secun-
15 daria.....30 pies (9,144 m).
Grosor de la vaina en la
salida de la salida pri-
maria.....9 pies (2,743 m).

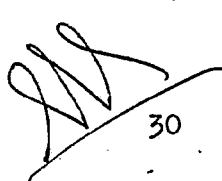
Con una velocidad fluvial ascendente de 7 nudos,
20 se espera que la distribución de fuerza mecánica a los genera-
dores eléctricos sea equivalente a 7.500 KVA.

Varios modos de funcionamiento de la invención se
han explicado en la memoria descriptiva anterior, y otros serán
evidentes. Se comprenderá que varias modificaciones pueden
25 hacerse dentro del alcance de las reivindicaciones, sin apar-
tarse del espíritu de la invención.

En resumen, la Patente de Invención que se solicita
deberá recaer sobre las siguientes:

REIVINDICACIONES

1. Mejoras introducidas en un motor de corriente



1 fluvial del tipo formado de una tobera primaria con eje hori-
zontal longitudinal paralelo a la dirección de la corriente
fluvial, para recoger una porción de la corriente fluvial prin-
cipal, teniendo dicho tobera primaria en secuencia a lo largo
5 de su eje un extremo de entrada conectado a un paso de agua
que atraviesa, que conduce a una garganta y después mediante
una cola a un extremo de descarga, y que soporta coaxialmente
dentro de la garganta un rodete de turbina de entrada axial
al que se conectan medios para transferir la energía giratoria
10 mecánica a medios de utilización externos, comprendiendo la
mejora lo siguiente:

(a) El abocinamiento del paso de agua desde la gar-
ganta al extremo de descarga para iniciar y establecer una sec-
ción transversal gradualmente creciente de la porción recogida
15 da de dicha corriente fluvial desde el momento en que pasa
por dicho rodete de turbina, y

(b) teniendo el abocinamiento y estructuración del
exterior de dicha tobera primaria medios para iniciar y esta-
blecer la formación de una vaina cónica divergente de la co-
rriente fluvial principal alrededor de dicha porción recogida
20 cuando dicha porción sale del extremo de descarga de dicha
tobera primaria,

(c) la provisión en dicha estructuración de un juego
de paletas que se extienden radialmente sobre la superficie
25 exterior de dicha tobera primaria, teniendo cada paleta de
dicho juego un borde de salida doblado helicoidalmente, doblán-
dose dichos bordes de salida doblados en la misma dirección
helicoidal, para inducir por ello rotación helicoidal a dicha
vaina cónica divergente.

2. Las mejoras de la reivindicación 1, con las que

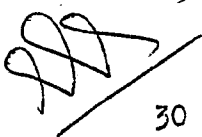
1 se facilita un tamiz de basuras en el río hacia arriba del ex-
tremo de entrada de la tobera primaria, comprendiendo el tamiz
de basuras una disposición cónica de cables sobre el eje hori-
zontal, uniéndose la punta de dicho cono a un cable de anclaje
5 ascendente y formando la base del cono un extremo abierto de
al menos sección transversal tan grande como el extremo de en-
trada de la tobera primaria, al que dicho extremo abierto se
yuxtapone y une.

3. Las mejoras de la reivindicación 2, en las que
10 el cono tiene un ángulo incluido de aproximadamente 30° .

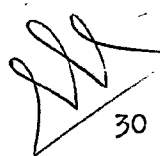
4. Las mejoras de la reivindicación 1, que tienen
una tobera secundaria con un paso que tiene una boca, gargan-
ta y salida soportados coaxialmente en relación circundante y
de recubrimiento parcial con la cola de dicha tobera primaria,
15 formando el espacio libre entre el revestimiento del paso de
la tobera secundaria y la superficie exterior de la tobera
primaria un paso anular para el flujo de la corriente princi-
pal de agua por la superficie exterior recubierta de la tobera
primaria.

5. Las mejoras de la reivindicación 4, en las que
20 la superficie exterior de la tobera secundaria está dotada de
un juego de paletas en forma de triángulo que se extienden
hacia afuera desde la superficie y se forman en fragmentos de
al menos una hélice, girando cada hélice en la misma dirección
25 que las demás.

6. Las mejoras de la reivindicación 1, colocadas en
una corriente fluvial, y (1) sujetadas desde un anclaje ascen-
dente mediante (2) un cable de anclaje que conecta desde dicho
anclaje a la punta de un tamiz de basuras en forma de una dis-
posición cónica horizontal de cables que se extienden al menos
30



1 sobre parte de la longitud inclinada de dicha disposición
desde dicha punta a un extremo abierto que forma la base de
dicha disposición, terminando cada cable en un enganche alre-
dedor de la periferia de (4) la boca de dicha tobera primaria
5 de la reivindicación 1, teniendo dicha tobera primaria (5) un
paso de agua que converge desde dicha boca a (6) una gargan-
ta de menor sección transversal que dicha boca, estando dotada
dicha garganta de (7) un rebaje anular, abocinándose dicho
paso de agua desde dicha garganta a (8) un extremo de descar-
10 ga retirado de dicha garganta la distancia de al menos la mi-
tad del diámetro de dicha garganta, siendo el ángulo de aboci-
nado inferior a 15° , preferiblemente unos 7° , (9) un rodete
de turbina de flujo axial montado coaxialmente en (10) una
estructura de soporte de agua soportada sobre (11) puntales
15 y (12) puntales-paletas dentro de dicho paso de agua en dicha
garganta, teniendo dicho rodete de turbina paletas que se ex-
tienden desde el cubo a (13) un borde de anillo de refuerzo
colocado con dicho rebaje anular de la garganta y que puede
girar contra (14) los soportes de agua colocados hacia abajo
20 de dicho borde y que se apoyan sobre él, soportando dicho
borde al menos (15) una ranura de polea en su cara exterior,
(16) una cinta sinfin que cabalga en dicha ranura y avanza
mediante (17) canales que se extienden hacia arriba a (18)
medios de polea de diámetro variable que accionan (19) gene-
25 radores eléctricos, teniendo dicha tobera primaria (20) una
superficie exterior coaxial con dicho paso de agua, teniendo
dicha superficie exterior (21) una boca unida de forma estanca
al agua a dicha boca del paso de agua, y (22) un extremo de
descarga unido igualmente de forma estanca al agua a dicho
30 extremo de descarga del paso de agua por lo que (23) un com-



1 partimiento estanco al agua se forma entre dicho paso de agua
y dicha superficie exterior, (24) medios de bomba conectados
a dicho compartimiento para sacar de forma controlable agua
del mismo, teniendo dicha superficie exterior de la tobera
5 primaria (25) una superficie curvada suavemente que se abocina
junto a su borde de descarga en un ángulo que se aproxima al
ángulo de abocinamiento antes citado del paso de agua, (26)
un juego de puntales-paletas que se extienden radialmente hacia
afuera desde dicha superficie exterior, estando dotados dichos
10 puntales-paletas de (27) aletas en forma de alerón unidas ar-
ticuladamente a los bordes de salida de dichos puntales-paletas
y de (28) medios de control para ajustar el ángulo del juego
de dichas aletas, (29) una tobera secundaria montada externa-
mente a dichos puntales-paletas, coaxial con la tobera prima-
15 ria y en relación de recubrimiento parcial con el extremo de
descarga de la superficie exterior de la tobera primaria, te-
niendo dicha tobera secundaria (30) una boca, (31) una gargan-
ta y (32) un extremo de descarga y formando con la tobera pri-
maria recubierta (33) un paso anular entre las mismas, tenien-
20 do dicho paso anular una sección transversal en su boca mayor
que la sección transversal en su garganta en la relación de área
de 1:1 a 3:1, abocinándose hacia afuera dicho paso desde su
garganta al extremo de descarga en (34) un ángulo análogo al
ángulo de abocinado del paso de agua dentro de la tobera pri-
25 maria, uniéndose (35) la superficie exterior de dicha tobera
secundaria en forma estanca al agua a la boca y extremo de
descarga de la misma y formando entre los mismos un comparti-
miento estanco al agua, (36) medios de bomba conectados a di-
cho compartimiento para controlar su contenido de agua, avan-
zando suavemente (37) la superficie exterior de dicha tobera


30

1 secundaria desde la boca al extremo de descarga de la tobera
secundaria, y abocinándose al menos en la región próxima al
extremo de descarga, con un ángulo de abocinado que se aproxima
5 al ángulo de abocinado del paso adyacente, soportando dicha
tobera secundaria en su extremo de descarga (38) un juego de
aletas en forma de pétalo unidas articuladamente a dicho extre-
mo de descarga y dotadas de (40) medios de control para esta-
blecer un grado deseado de abocinado y soportando dicha tobera
secundaria junto a su extremo de boca sobre su superficie ex-
10 terior (41) un juego radialmente vertical de paletas en forma
de triángulo inclinadas para caer dentro de al menos una única
hélice alrededor de la superficie exterior.

7. Las mejoras de la reivindicación 1, en las que
el rodete de turbina soporta en su periferia exterior un anillo
15 de refuerzo, la garganta del paso de agua tiene un rebaje anu-
lar de cooperación que recibe el anillo de refuerzo, colocán-
dose dicho anillo dentro de dicho rebaje y soportándose rota-
tivamente en el mismo sobre apoyos radiales y de empuje colo-
cados dentro de dicho rebaje.

20 8. Las mejoras de la reivindicación 7, en las que
dichos apoyos son del tipo de apoyo de agua y en el funciona-
miento se alimentan con lubricante de agua a presión.

9. Las mejoras de la reivindicación 7, con las que
se facilita un tamiz de basuras en el río hacia arriba del
25 extremo de entrada de la tobera primaria, comprendiendo el
tamiz de basuras una disposición cónica de cables sobre el
eje horizontal, uniéndose la punta del cono a un cable de an-
claje ascendente, y formando la base del cono un extremo abier-
to de al menos una sección transversal tan grande como el ex-
30 tremo de entrada de la tobera secundaria, al que dicho extremo



1 abierto se yuxtapone y une.

10. Las mejoras de la reivindicación 9, dotadas de un tamiz de basuras que comprende una disposición cónica de cables, en cuya disposición algunos de los cables se extienden
5 por toda la longitud de la disposición desde la punta del cono hasta la base del cono, mientras que otros se extienden solamente a lo largo de parte del recorrido desde la base del cono hacia la punta y se fijan en sus extremos ascendentes a los cables adyacentes de longitud plena, para mejorar por ello la
10 distribución de la densidad de los cables.

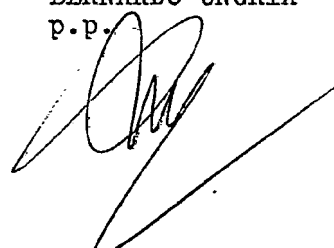
11. Se reivindica por último como objeto sobre el - que ha de recaer la patente de invención que se solicita: MEJORAS INTRODUCIDAS EN UN MOTOR DE CORRIENTE FLUVIAL.

15 Todo conforme queda descrito y reivindicado en la presente memoria descriptiva que consta de cuarenta y dos páginas mecanografiadas y dibujos que se acompañan.

Madrid, 14 de Octubre de 1.976

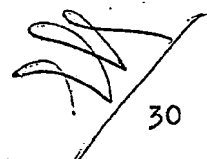
BERNARDO UNGRIA

P.P.

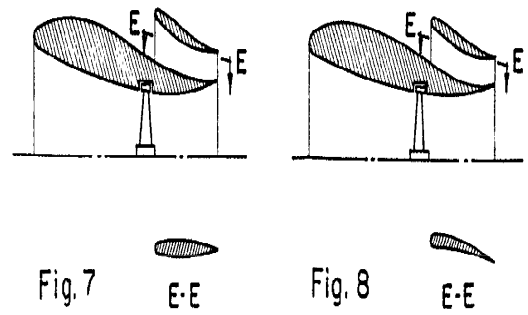
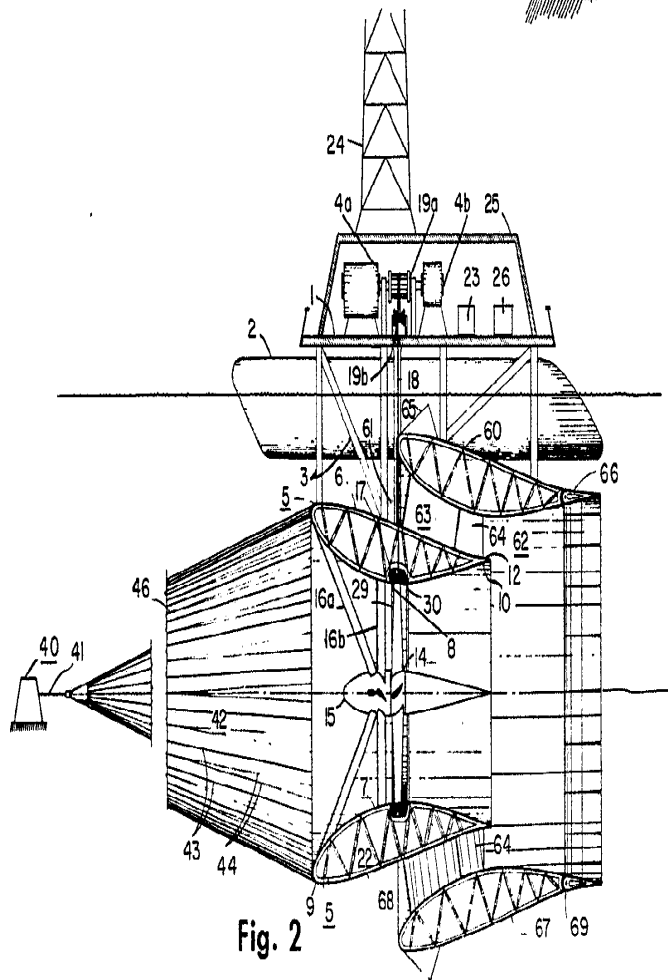
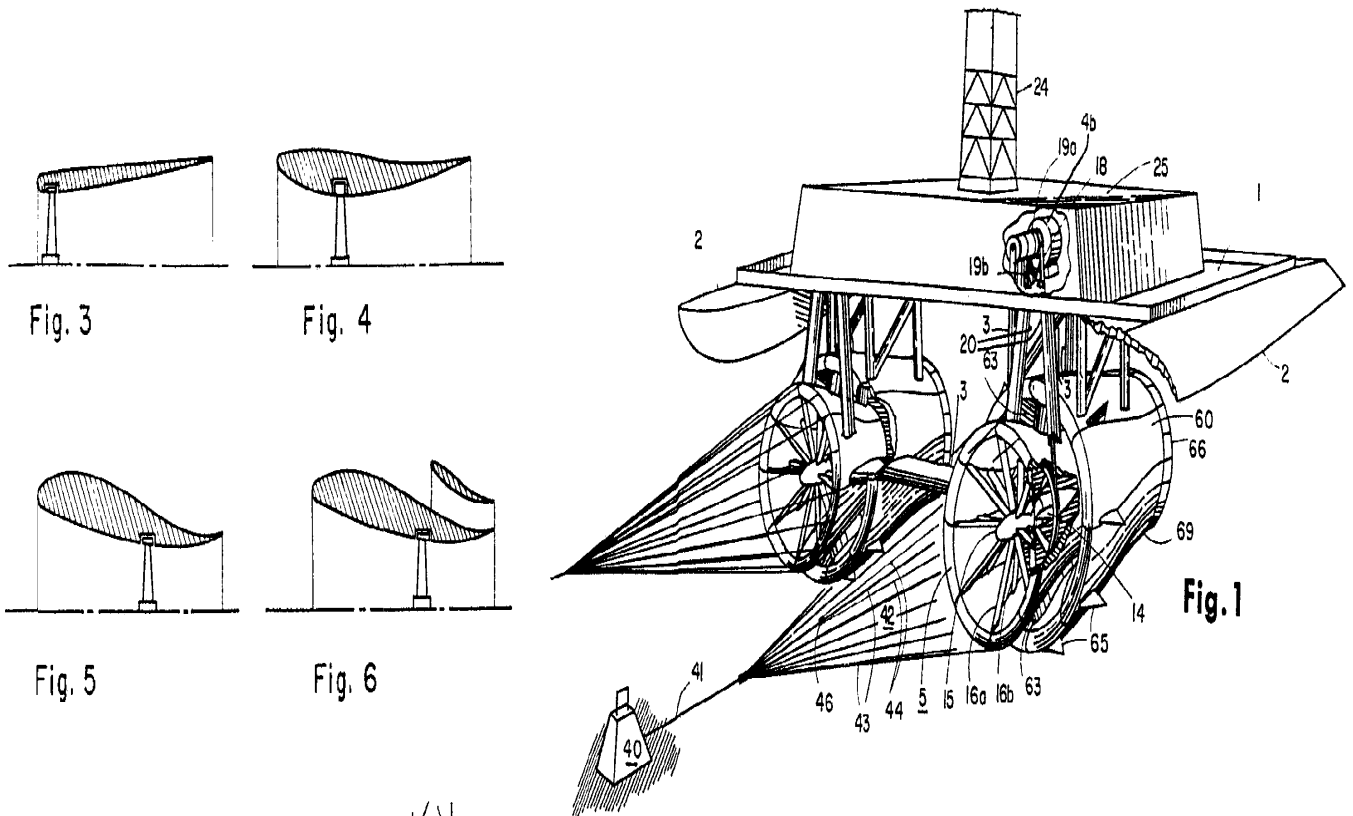


20

25



30



ESCALA VARIABLE
 Madrid, 14 de Octubre de 1.976
 BERNARDO UNGRIA
 p.p.

DAVID F. THOMPSON
WILLIAM J. MOUTON, Jr.

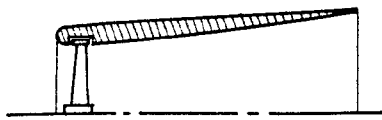


Fig. 3

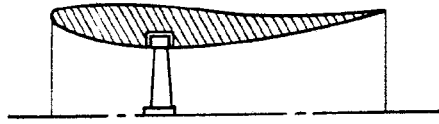


Fig. 4

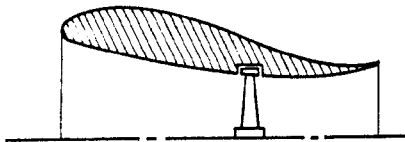


Fig. 5

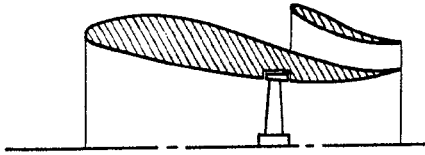


Fig. 6

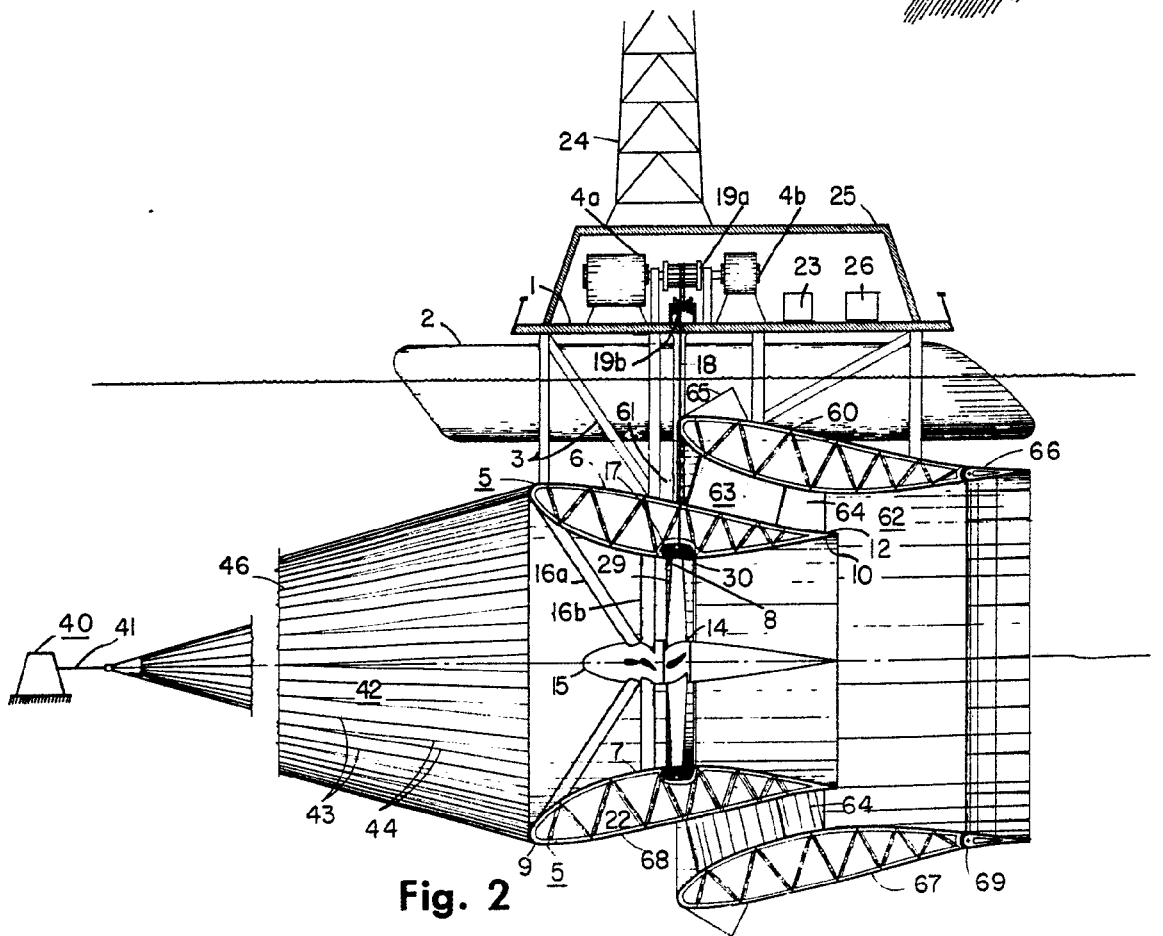
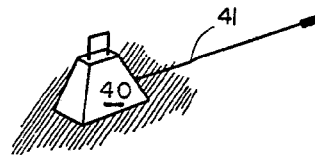
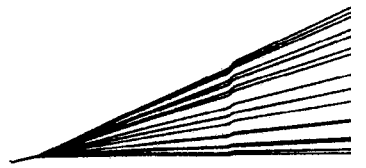
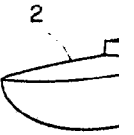


Fig. 2

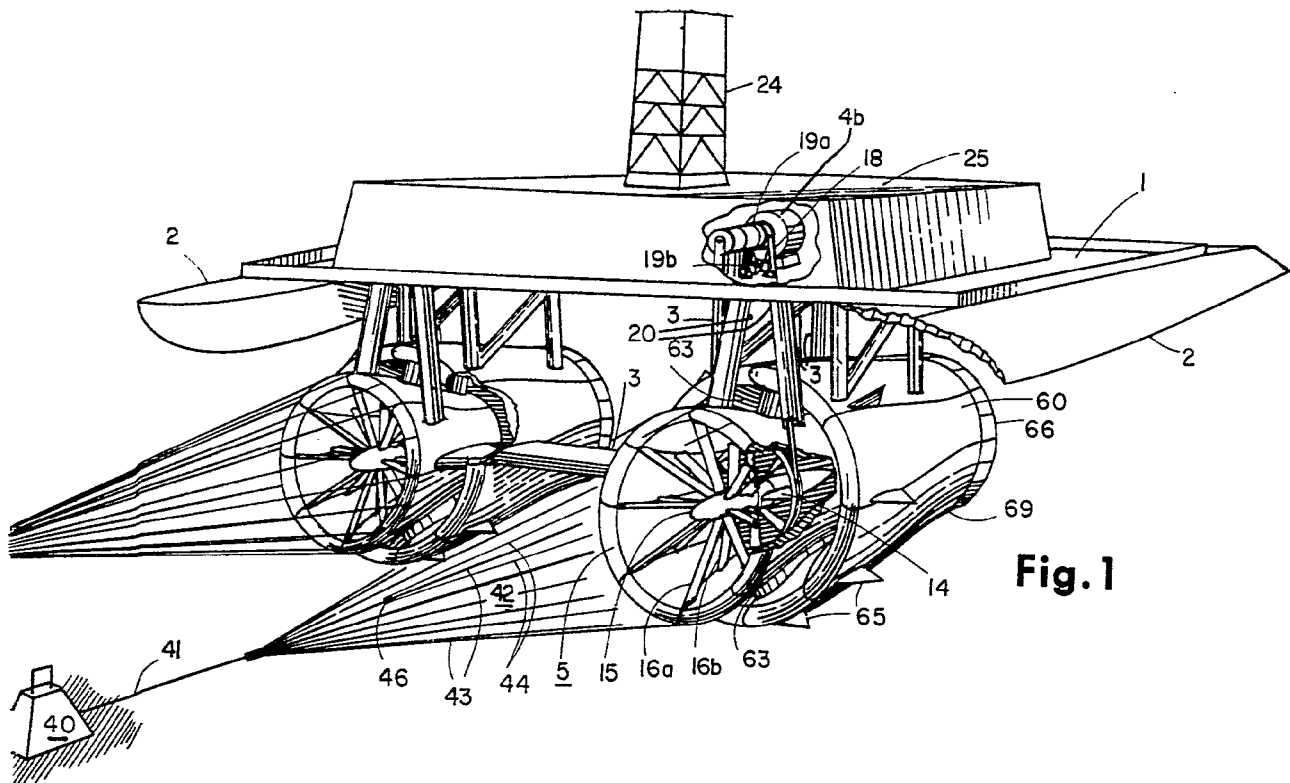


Fig. 1

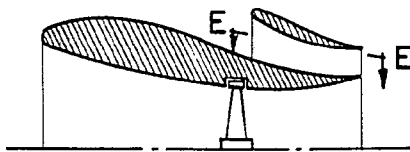
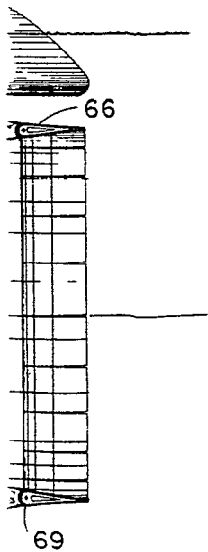


Fig. 7

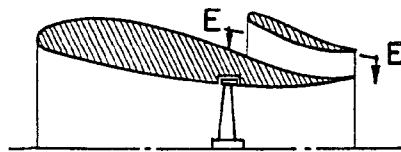


Fig. 8



ESCALA VARIABLE
Madrid, 14 de Octubre de 1.976
BERNARDO UNGRIA
p.p.

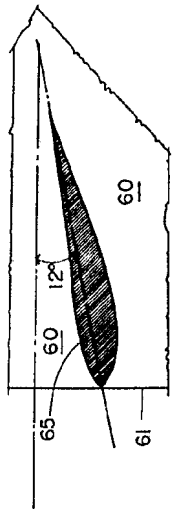


Fig. 10

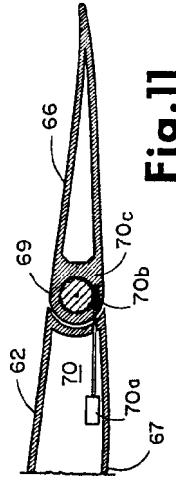


Fig. 11

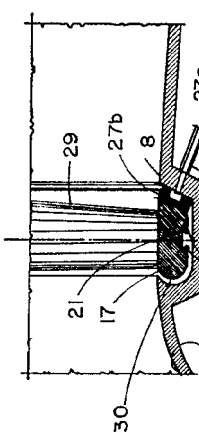


Fig. 12

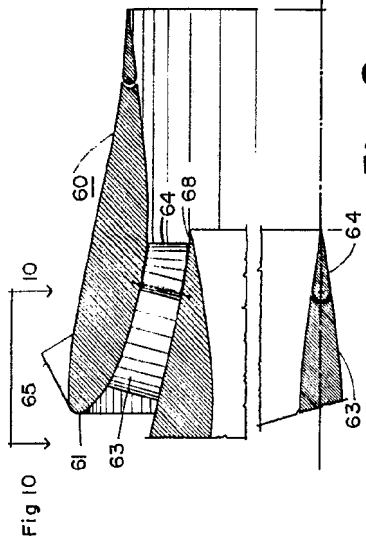


Fig. 9

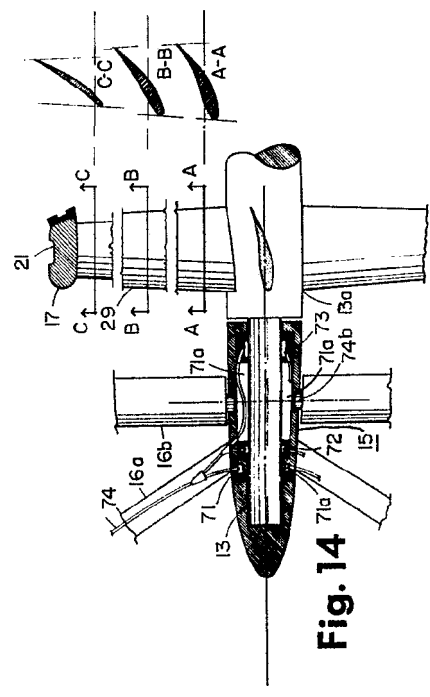


Fig. 14

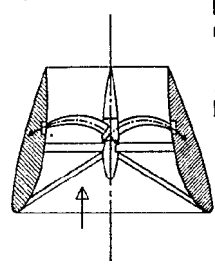


Fig. 15

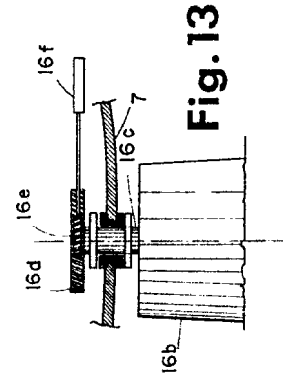


Fig. 13

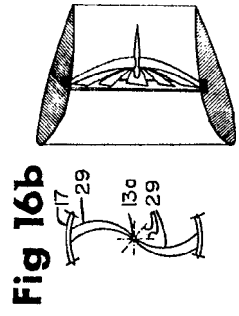


Fig. 16b

Fig. 16

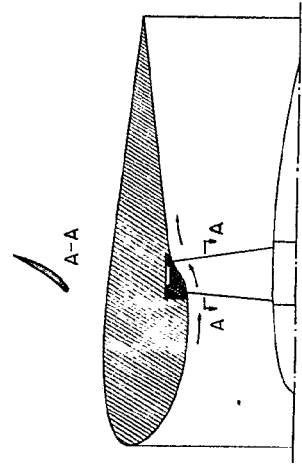


Fig. 17

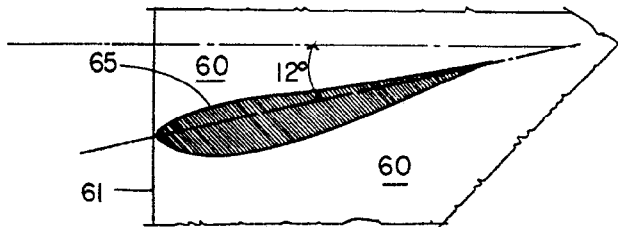


Fig. 10

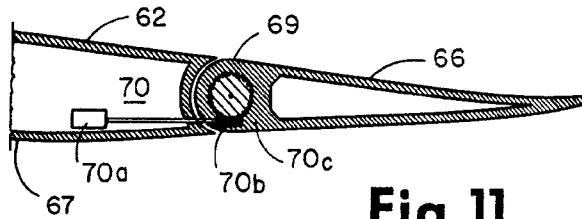


Fig. 11

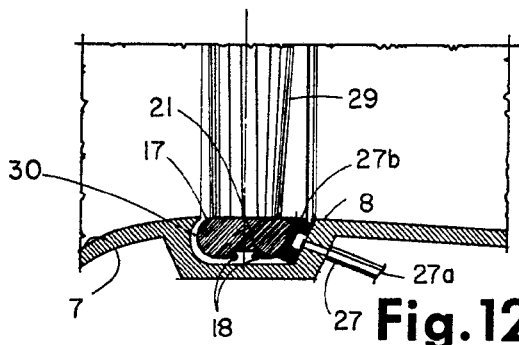


Fig. 12

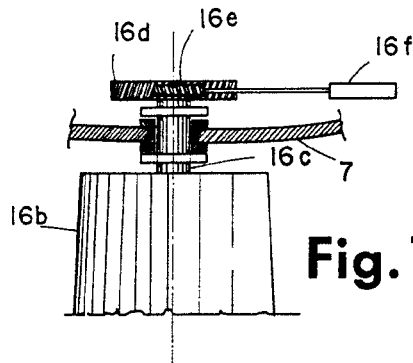
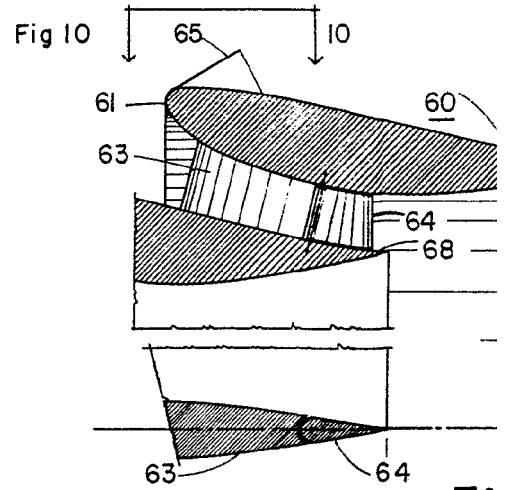


Fig. 13



Fi

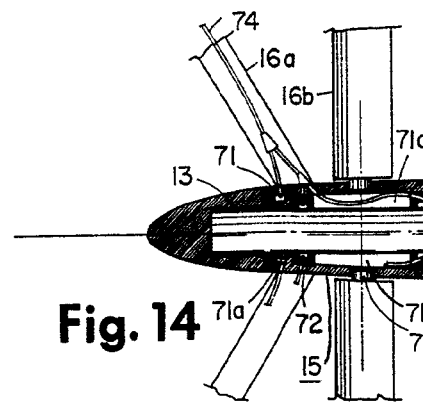
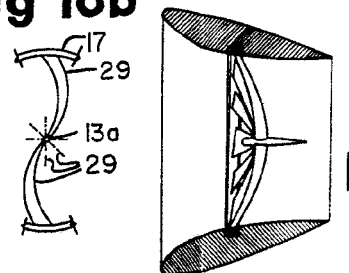


Fig. 14

Fig 16b



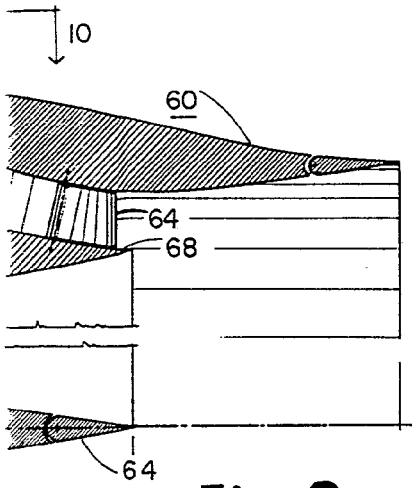


Fig. 9

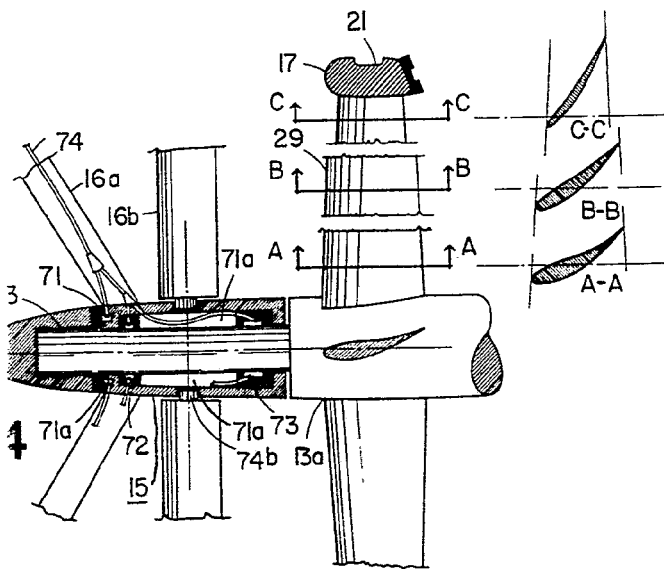


Fig. 15

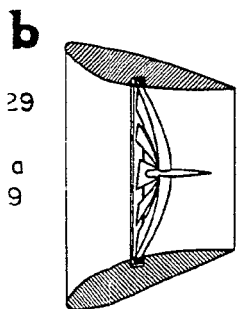


Fig. 16

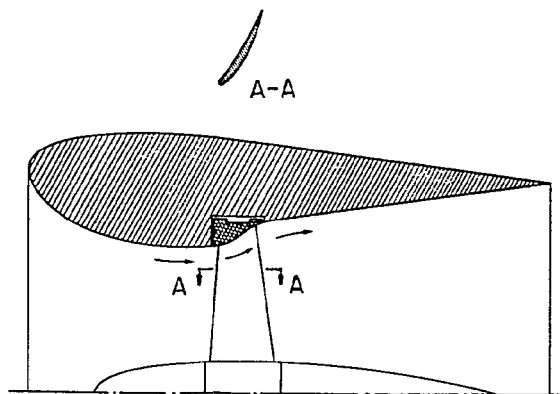


Fig. 17

ESCALA VARIABLE
 Madrid, 14 de Octubre de 1.976
 BERNARDO UNGRIA