

MINISTERIO DE INDUSTRIA
REGISTRO DE LA PROPIEDAD INDUSTRIAL



ESPAÑA

19 ES	17 21	NUMERICAL 07885	10 A1
22	FECHA DE PRESENTACION 15.4.77.		

PATENTE DE INVENCION

30 PRIORIDADES:		
31 NUMERO	32 FECHA	33 PAIS
47 FECHA DE PUBLICIDAD	51 CLASIFICACION INTERNACIONAL B65H 1/10	62 PATENTE DE LA QUE ES DIVISIONARIA nº 443.857 del 24.12. 75
64 TITULO DE LA INVENCION METODO PARA REDUCIR LA CAVITACION Y EL RUIDO RESULTANTE ASOCIADOS CON LA ROTACION DE UNA ESTRUCTURA DE PALA DE HELICE NO HELICOIDAL		
71 SOLICITANTE (ES) BOLT, BERANEX AND NEWMAN. INC.		
DOMICILIO DEL SOLICITANTE 50 Moulton Street CAMBRIDGE, Massachusetts 02138 Estados Unidos		
72 INVENTOR (ES) Neal A. Brown y John A. Norton, estadounidenses. /		
73 TITULAR (ES)		
74 REPRESENTANTE D. BERNARDO UNGRIA GOIBURU		

**POOR
QUALITY**

EXTRACTO DE LA DESCRIPCION

1 El invento se refiere a la reducción de la cavitación
y del ruido correspondiente producidos por las palas de hélice
en sistemas tales como propulsores marinos reversibles situados
5 en conductos y parecidos, mediante la utilización de técnicas
nuevas que incluyen una configuración de pala inclinada hacia
adelante en su radio externo y en unas relaciones particulares
entre el espesor de la pala y la longitud de la cuerda del arco,
asociadas con esta configuración.

DESCRIPCION GENERAL DEL INVENTO

10 El invento se refiere a una hélice y a sistemas de pa
las de propulsión similares y, más generalmente, a métodos para
reducir la cavitación y el ruido correspondiente en estructuras
propulsoras submarinas y similares, y se refiere más particular-
15 mente a la reducción de la cavitación y del ruido correspondien-
te generados por unidades propulsoras y parecidas del tipo de hé
lice de paso controlable y reversible situada en un conducto.

Es bien conocido que el ruido de cavitación generado
por dichas unidades propulsoras interfiere gravemente con el fun
20 cionamiento de los sistemas acústicos de localización y de nave-
gación en barcos de sondeo oceánicos, torres de perforación flotan
tes, buques minadores, barcos de instalación de tuberías y otros
barcos equipados de manera parecida. La erosión producida por la
cavitación puede producir también graves desperfectos a las pie-
25 zas del propulsor tales como las palas, los conductos y los mon-
tantes, o puede incluso producir el fallo de dichas piezas.

La hélice montada en conductos del tipo de paso contro
lable y reversible (CRP) mencionada más arriba, que se describe
por ejemplo en "Diseño, Comprobación de Modelo y Aplicación de
30 Propulsores de Proa del Tipo de Paso Controlable", por L. Pehrsson

1 y R. G. Mende, Society of Naval Architects and Marine Engineers,
New York Metropolitan Section, Congreso del 29 de Septiembre de
1.960, es un tipo de propulsor muy interesante en razón de la sen-
cillez de su control y de la utilización de una maquinaria de ac-
5 cionamiento eléctrica del tipo de corriente alterna, de dimensio-
nes reducidas, peso ligero y velocidad constante. Se controla
la magnitud y la dirección de la fuerza de empuje por medio del
control del paso de la hélice. Las palas de un propulsor CRP son
planas; es decir que no están alabeadas y que están constituidas
10 por secciones de hoja simétricas y no curvas, porque es preciso
que funcionen con la misma eficacia en cualquier dirección de ge-
neración de la fuerza de empuje, manteniendo sin embargo una ro-
tación unidireccional. Sin embargo, cuando el paso se ajusta pa-
ra producir la fuerza de empuje, la pala con ángulo de paso cons-
15 tante crea una distribución de carga muy diferente de la de una
pala helicoidal. La pala plana tiene un paso excesivo cerca de
su extremidad y un paso insuficiente cerca del cubo, y por tanto
la carga resultante se concentra en los radios externos a espensas
de la carga en los radios internos, pudiendo esta carga lle-
20 gar a ser negativa. Aunque esta distribución de carga no habi-
tual puede no disminuir sustancialmente el rendimiento del propul-
sor, da lugar a una cavitación que produce una mayor erosión de
las piezas del propulsor y, más particularmente, genera ruido.
Esta cavitación más importante se debe al paso excesivo de las
25 piezas externas de las palas, que presentan ángulos de ataque im-
portantes que dan lugar a la cavitación en el borde delantero del
lado de aspiración. Con relación a una hélice abierta, este fe-
nómeno es agravado por la aplicación de la carga en la extremidad
de la hélice propulsora situada en un conducto.

30 Para evitar el ruido de cavitación, severas limitacio-

1 nes han sido impuestas a la fuerza de empuje máxima, ya sea redu-
ciendo la velocidad, ya sea disminuyendo el paso de las unidades
propulsoras, lo que da lugar a inconvenientes evidentes. Otros
medios de combatir los efectos del ruido generado por el propul-
5 sor sobre los sistemas de localización acústicos consiste en au-
mentar la potencia acústica de las balizas o de los transponde-
dores del sistema de localización, lo que da lugar a un incremen-
to del coste, del peso y del tamaño, o a una reducción de su vi-
da útil. Igualmente, se han montado hidrófonos del sistema de
10 localización instalado en barcos, de modo que puedan sobresalir
o retroceder respecto al casco, y estos hidrófonos han sido pro-
vistos de diferentes deflectores para reducir su sensibilidad al
ruido generado por el propulsor, igualmente con el inconveniente
de un mayor coste, de una mayor vulnerabilidad a los desperfec-
15 tos, y la imposición de limitaciones indeseables al diseño de ins-
talación de un barco, así como la posibilidad de que se produz-
can interferencias con los sistemas de anclaje auxiliares, según
se describe por ejemplo en " Torre de Perforación con Anclaje Di-
námico, Sedco 445" por F. B. Williford y A. Anderson, Artículo
20 No. OTC 1832, Conferencia de Tecnología Offshore, Dallas, Texa ,
1.973, y en "Informe de Medición de Ruidos Realizados Durante la
Parte 18 del Programa de Perforación en Mar Profundo" (para la
Global Marine Inc. y el Scripps Institute of Oceanology), Univer-
sidad de California, por W. P. Schneider, Septiembre de 1.971.

25 Otro procedimiento propuesto para reducir el ruido de
cavitación y la erosión de algunos propulsores consiste en aumen-
tar la holgura entre la extremidad de las palas y el conducto.
Sin embargo, se ha demostrado que este procedimiento da lugar a
una reducción de la capacidad de producción de fuerza de empuje
30 de la unidad, como se describe por ejemplo en "Análisis del Dise

1 ño de Hélices Situadas en Conductos", por J. D. Van Manen y N. W.
C. Oosterveld, The Society of Naval Architects and Marine Engi-
neers, TRANSACTIONS Volúmen 74, 1.969, página 522, e incluso es-
te procedimiento puede llegar a ser ineficaz para reducir el rui-
5 do debido a la introducción de un torbellino de extremidad gene-
rador de cavitación.

La utilización de palas de hélice finas ha sido también
propuesta como medio para reducir la cavitación, según se descri-
be, por ejemplo en "Diseño de Hélices Marinas", por T. P. O'Brien,
10 Hutchinson y Co. Ltd., Londres, 1.962. Sin embargo, se ha com-
probado que esta técnica es eficaz solamente para reducir la ca-
vitación del tipo de burbujas y no disminuye la cavitación de bor-
de de ataque producida por la carga del ángulo de ataque, siendo
esta fuente de cavitación que es la más importante, la que cons-
15 tituye el objeto del invento. Además, la reducción del espesor
disminuye la tolerancia a los cambios del ángulo del ataque ya que
produce una cavitación de borde delantero.

Sin embargo, ya que se ha establecido que las hélices
abiertas diseñadas con una inclinación hacia atrás importante en
20 la forma de la pala, pueden presentar un funcionamiento mejorado
por lo que ha cavitación se refiere, con relación a las formas de
pala más tradicionales, en el diseño de hélice inclinadas hacia
atrás es necesario reducir sustancialmente el paso en los radios
externos para evitar una sobrecarga y la cavitación prematura que
25 se produciría si se mantuviera la distribución de paso de una pa-
la no inclinada. Esstas técnicas se describen por ejemplo en "Hé-
lices fuertemente inclinadas" por R. A. Cumming, Wm. B. Morgan y
R. J. Boswell, de Society of Naval Architects and Marine Engi-
neers, TRANSACTIONS, Volumen 30, 1.972, página 98; sin embargo,
30 este tipo de compensación del paso no puede aplicarse a las palas

1 de una hélice de propulsión tipo CRP ni a otras estructuras que
presentan el problema tratado en el presente invento porque, en-
tre otros motivos, es preciso que el funcionamiento sea bidirec-
cional. Por tanto, la inclinación hacia atrás aumentaría toda-
5 vía más las sobrecargas de las regiones de extremidad de las pa-
las, agravando el problema existente.

Sin embargo, de acuerdo con el invento, en resumen, se
ha descubierto que un nuevo tipo de estructura inclinada hacia
adelante de la periferia de las palas en la región de sus radios
10 externos, conjuntamente con relaciones de espesor/longitud de
cuerda generalmente más importantes que las que se han utilizado
hasta la fecha en secciones aerodinámicas o secciones de palas
similares, reduce notablemente la cavitación así como el ruido
que la acompaña y los demás fenómenos perjudiciales en sistemas
15 propulsores del tipo CRP o parecidos, sin que se produzcan las di-
ficultades o limitaciones mencionadas más arriba. Por tanto, el
objeto principal del invento consiste en proporcionar una estruc-
tura de palas nueva y mejorada así como un método para reducir
la cavitación y el ruido que la acompañan, así como otros fenóme-
20 nos perjudiciales en estas aplicaciones.

Otro objeto del invento consiste en proporcionar igual-
mente una nueva estructura de palas de aplicación más general.

Otro objeto del invento consiste en proporcionar una
técnica nueva y mejorada para aplicaciones marítimas y relaciona-
25 das, con el objeto de reducir la cavitación producida por la héli-
ce y el ruido resultante.

Otros objetos se explicarán más adelante y se reseñan
más particularmente en las reivindicaciones adjuntas.

Se describirá ahora el invento con referencia a los di-
30 bujos adjuntos, en los cuales:

1 La figura 1 es una vista en alzado frontal de un modo
de realización preferido, que se da a título ilustrativo, aplicado
do al sistema de propulsor tipo CRP mencionado más arriba;

5 La figura 2 es una representación gráfica del espesor
de la pala en función del radio; y

La figura 3 es una vista de desarrollo de una sección
de pala típica.

10 Antes de comentar el ejemplo ilustrativo que se repre-
senta en las figuras 1, 2 y 3, conviene hacer un resumen del des-
cubrimiento básico y de las características del invento que resul-
tan de una forma de pala con un contorno o una periferia sustan-
cialmente inclinada hacia adelante en la región de sus radios ex-
ternos, y unas secciones de pala con espesores o relaciones de
15 espesor/longitud de cuerda sustancialmente más importantes que
las que se encuentran en la práctica corriente -- particularmen-
te en los radios externos.

20 La forma de pala según el invento se caracteriza, por
tanto, por un grado importante de inclinación hacia adelante no ha-
bitual con el objeto de desplazar la carga hidrodinámica desde la
región de extremidad sensible a la cavitación hasta la región de
raiz no crítica, reduciendo así la posibilidad de que se produz-
ca cavitación, según se ha indicado más arriba. El rendimiento
del propulsor que utiliza esta forma de pala es igual al de los
propulsores tradicionales.

25 Las secciones de pala de hélice delgadas y con borde
vivo no toleran los cambios respecto al ángulo de ataque óptimo
previsto ya que tienden a producir la cavitación en el borde de
lantero con un pequeño cambio de la carga. Las secciones gruesas,
con bordes delanteros de forma redonda cuidadosamente diseñados,
30 tales como la serie NACA 66 que se utilizan ahora de manera cre-

1 ciente en hélices marinas (véase por ejemplo "Envolturas de Pre
sión Mínima para Secciones Modificadas NACA-66, con NACA $a=0,8$;
Secciones Camber y Buships Tipo I y Tipo II", por T. Brockett,
U. S. Navy, informe de estanque de modelos No. 1780, por David
5 Taylor, Febrero de 1.966), son mucho más tolerantes al incremen
to del ángulo de ataque. Sin embargo, esta tolerancia aumenta
con el incremento de la relación espesor/longitud de cuerda, es
decir que la gama de ángulos de ataque para un funcionamiento
exento de cavitación en el borde delantero con un valor de cavi
10 tación constante aumenta rápidamente con el espesor. Se ha com
probado que es conveniente utilizar relaciones de espesor muy su
periores a las que se utilizan corrientemente, con el fin de evi
tar la cavitación en el borde delantero en las aplicaciones del
invento.

15 La tolerancia del ángulo de ataque y la reducción co
rrespondiente de la cavitación en el borde delantero, sin embar
go, se obtiene a expensas de la cavitación de espesor en los nú
meros de cavitación más bajos o en los valores de fuerza de empu
je más elevados. Sin embargo, se ha descubierto que la pala par
20 ticular inclinada hacia adelante según el invento alivia la so
brecarga aplicada a la pala en un grado suficiente para permitir
una cierta reducción del espesor de la pala, evitando así la ca
vitación de espesor pero sin sacrificar la tolerancia de ángulo
de ataque necesaria para obtener una reducción de la cavitación
25 del borde delantero. La resultante reducción de peso de la pa
la es interesante porque reduce las fuerzas centrífugas aplica
das a los tornillos que sujetan la pala en el cubo CRP. En re
sumen, se necesitan a la vez importantes relaciones de espesor/
longitud de cuerda y la forma de pala inclinada hacia adelante
30 para diseñar de manera satisfactoria la pala de una hélice de

1 propulsión tipo CRP capaz de funcionar con una reducida cavitación en el borde delantero y por tanto un ruido y problemas de erosión reducidos.

5 Aunque se hayan propuesto anteriormente palas de ventilador de forma inclinada, según se describe, por ejemplo, en las Patentes de los Estados Unidos Nos. 2.212.041 y 2.269.287, estas palas están destinadas a aportar una solución a problemas totalmente diferentes y no son adecuadas para solucionar los problemas relacionados con el invento. Por lo que al ventilador de
10 la primera Patente, se indicará a título ilustrativo, que no solamente el espesor de la chapa metálica de la pala produce cavitación y no tiene utilidad para las finalidades del invento (el cual utiliza preferentemente una relación espesor mínimo/longitud de cuerda t/c no inferior a 6% aproximadamente), sino que de
15 hacer funcionar el ventilador en sentido inverso, produciría una cavitación intolerable. Por lo que a las construcciones de ventilador del tipo descrito en la última Patente, que se utilizan también para una aplicación y una función diferentes, las secciones de pala tienen su diseño de espesor, con bordes delanteros
20 finos, diametralmente opuesto al que exige la solución de los problemas del invento, con una inclinación inadecuada para estos problemas (las palas de hélice según el invento tienen preferentemente un ángulo de inclinación hacia adelante de por lo menos 35-45°) y haciéndolas funcionar en sentido inverso producen igualmente
25 importantes efectos de cavitación.

Según se describe por ejemplo en la Patente de los Estados Unidos No. 1.123.202 se ha propuesto anteriormente inclinar hacia adelante las palas para solucionar un problema de rendimiento diferente en unas hélices marinas, pero en este caso también ese procedimiento es diferente de la solución y de los des-
30

1 cubrimientos relacionados con el presente invento que permiten
suprimir la cavitación y que facilitan el funcionamiento en sen-
tido inverso. Este procedimiento anterior carecía también de
las adecuadas relaciones mínimas t/c, proporcionaba una superfi-
5 cie de pala totalmente inadecuada (en el invento se utiliza pre-
ferentemente una superficie de pala igual por lo menos a 50%
aproximadamente de la superficie del disco que rodea la hélice),
estaba provista de secciones con borde cortante generadoras de
cavitación, y en el caso de funcionar en dirección inversa era
10 capaz de generar una cavitación importante.

Una forma de pala preferida para las finalidades del
invento se representa en las figuras 1, 2 y 3, ilustrándose en
la figura 1 el contorno periférico de la forma de pala inclinada
hacia adelante. El borde delantero 1 de la pala B está situado
15 a la derecha en la figura 1, y el borde posterior 2 está situa-
do en la izquierda, representándose la pala B (y una o varias pa-
las suplementarias B') en un conducto de propulsión 13. La pala
B incluye una región 3 inclinada hacia adelante entre el 60% y
el 100% del radio en la extremidad de la pala. En la región ex-
terna 4, entre el 85% y el 100% del radio de la extremidad de la
20 pala, el borde delantero 1 está orientado con un ángulo agudo
de aproximadamente 45° respecto a la dirección radial. En la
región 5 entre el 85% y el 60% del radio en la extremidad de la
pala, existe una zona de transición progresiva del contorno del
25 borde delantero desde la parte externa orientada hacia adelante
hasta una posición radial o no inclinada. En los radios situa-
dos en la región 6, entre 60% del radio en la extremidad de la
pala y el radio del cubo, el borde delantero 1 está inclinado ha-
cia atrás para situar la superficie de la pala de una manera acep-
30 table con relación al eje de rotación 7 de la pala y del brazo

1 de soporte de pala 8, siendo la pala asimétrica en cada lado del eje 7.

5 El contorno del borde posterior 2 es esencialmente un facsimil del contorno del borde delantero salvo cerca de la extremidad de la pala y cerca del cubo. El ángulo subtense por la longitud de la cuerda de la sección de pala en un radio cualquiera, alrededor de la línea de eje 9 como centro, es aproximadamente constante con un valor de $52,5^{\circ}$ en este modelo. Esta característica particular no es esencial para obtener la mejora reivindicada aquí aunque sea ventajosa en algunos diseños.

10 El borde 10 de la extremidad de la pala tiene la forma de una superficie cilíndrica sustancialmente circular alrededor del eje 9 del árbol cuando el plano de la pala es perpendicular al eje. Esta configuración reduce al mínimo la holgura entre
15 la extremidad de la pala y el conducto cilíndrico 13 que la rodea. El eje de rotación de la pala pasa a través de la posición situada en el centro de la cuerda de la sección de extremidad 11 para mantener el espacio mínimo cuando se hace girar la pala para cambiar el ángulo de paso. La intersección del borde delantero 1
20 con la extremidad de la pala en 12, presenta preferentemente una forma aproximadamente elipsoidal cuyo radio más pequeño es aproximadamente igual al radio del saliente de la sección de pala en su extremidad y con un radio mayor algo más importante. Los bordes formados por la intersección de las dos superficies frontales
25 de la pala con la superficie de extremidad en 15 están redondeados y tienen un radio igual aproximadamente al 10% del espesor máximo de la sección de extremidad.

30 En la tabla de la figura 2 se da una representación gráfica del espesor t de la pala con relación al radio R de la pala. En la columna derecha de esta tabla se enumeran las rela

1 ciones t/c de espesor de sección de pala/longitud de cuerda,
frente a sus radios apropiados, los cuales son los que se prefie
ren con este modelo de pala. En la columna de la izquierda se
indican las relaciones t/R de espesor de sección de pala/radio.
5 de extremidad de pala de hélice, frente a sus radios apropiados
que son también los que se prefieren para este modelo de pala
que se da a título ilustrativo. Las distribuciones de espesor y
longitud de cuerda han sido objeto de cálculos de diseño basados
en el tamaño del propulsor, las condiciones de funcionamiento y
10 la fuerza de empuje necesaria, y los valores ilustrados represen
tan un modo de realización que puede ser utilizado en la prácti
ca. Además, se observará que las relaciones de espesor en los
radios externos son considerablemente más importantes que las
que se encuentran en la práctica corriente o en la técnica ante
15 rior.

En la figura 3 se representa una vista de desarrollo
de la sección de pala 16 que se parece a una forma aerodinámica
o sección de pala (llamada a veces en lo que sigue forma hidrodin
20 mática), que es diferente de las secciones de pala de hélice fi
nas y simétricas entre la parte delantera y la parte posterior,
que se utilizan generalmente en las aplicaciones de propulsores,
según se ha descrito más arriba. Por tanto, la pala tiene una
superficie central no alargada, no helicoidal y sustancialmente
plana con secciones hidrodinámicas no curvas.

25 Se han efectuado pruebas de modelo en instalaciones de
tunel de agua con presión controlada para comparar un propulsor
provisto de una hélice del modelo de las figuras 1, 2 y 3 con el
mismo propulsor provisto de una hélice del diseño tradicional
existente que está provista de palas dotadas de bordes no incli
30 nados o radiales con pequeñas relaciones de espesor/longitud de

1 cuerda.

En los reglajes de paso de fuerza de empuje máxima adecuados para los dos modelos de palas y con el número de cavitación adecuado, el modelo de pala de hélice tradicional ha sido
5 sometido a una cavitación constante en el borde delantero del lado de aspiración a partir aproximadamente del 50% de su radio hasta la extremidad; en ambas direcciones de funcionamiento. Se produjo también cavitación en un torbellino aparente situado hacia atrás a partir del punto de intersección de la extremidad de
10 borde delantero y en el intervalo formado entre la extremidad de la pala y la pared del conducto.

Por el contrario, durante el funcionamiento en una dirección tal que los soportes de conducto se sitúen río abajo respecto a la hélice, la hélice dotada de la forma de pala según el
15 invento, que se ilustra en las figuras 1, 2 y 3, no produjo cavitación, salvo de manera limitada, solamente en el intervalo entre la extremidad de la pala y la pared del conducto, y en un grado mucho menor que la forma tradicional. Haciendo funcionar la hélice con los soportes situados río arriba respecto a ella, se
20 obtuvo esta misma mínima cavitación de intervalo de extremidad de pala, también con una pequeña zona de cavitación en el lado de aspiración del borde delantero, cuando, y solamente cuando cada pala B, B' pasaba directamente detrás del soporte más grueso o a través de su estela. Por tanto, el ruido subacuático generado, así como los desperfectos debidos a la erosión, disminuyen de
25 manera notable. Además, se ha comprobado que el diseño de pala inclinado hacia adelante según el invento necesita una potencia idéntica o inferior para obtener la misma fuerza de empuje. Las mismas pruebas efectuadas con una pala de diseño de borde radial
30 no inclinado con relaciones de espesor superiores a las que se

1 indican en la figura 2, han demostrado además que producen una
cavitación de espesor o de burbujas netamente inaceptables.

5 Los peritos en la materia se darán cuenta que pueden
efectuar varias modificaciones en las aspas de hélice de propul-
sión de acuerdo con los principios descritos aquí sin sa-
lirse del espíritu y del alcance del invento tal como está de-
finido en las reivindicaciones adjuntas:

10 En resumen la patente de invención que se solicita de-
berá recaer sobre las siguientes:

REIVINDICACIONES

15 1. Método para reducir la cavitación y el ruido resul-
tante asociados con la rotación de una estructura de pala de
hélice plana no helicoidal, por ejemplo en un aparato propul-
sor marino situado en un conducto y en aparatos parecidos, que
consiste en inclinar por lo menos las porciones de radios ex-
ternos del borde delantero de la estructura de pala hacia ade-
lante respecto al eje de la pala para aliviar la sobrecarga
20 inherente de la extremidad de la pala, y ajustar el grado de in-
clinación hacia adelante para que sea suficiente para reducir
el espesor de la sección hidrodinámica de la estructura de pa-
la, reduciendo los efectos de la cavitación de espesor, propor-
25 cionando sin embargo una suficiente tolerancia de ángulo de -
ataque para evitar la cavitación en el borde delantero.

30 2. Método según la reivindicación 1, caracterizado por
que el borde delantero se encorva por debajo de la inclinación
delantera en una transición progresiva hasta una posición no
inclinada, y a continuación se inclina hacia atrás con rela-

B

1 ción a dicho eje.

3. Método según la reivindicación 1, caracterizado por que el ángulo de inclinación hacia adelante se ajusta para que sea por lo menos del orden de 35-45°.

5 4. Método según la reivindicación 1, caracterizado por que la relación de espesor/cuerda de la sección hidrodinámica de la pala no es inferior al 6%, aproximadamente.

10 5. Método según la reivindicación 1, caracterizado por que la superficie de la pala se ajusta para que sea por lo menos del orden de aproximadamente 50% de la superficie del conducto que rodea la hélice.

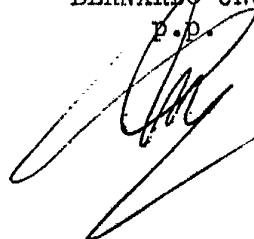
15 6. Se reivindica por último como objeto sobre el que ha de recaer la patente de invención que se solicita: METODO PARA REDUCIR LA CAVITACION Y EL RUIDO RESULTANTE ASOCIADOS CON LA ROTACION DE UNA ESTRUCTURA DE PALA DE HELICE NO HELICOIDAL.

20 Todo conforme queda descrito y reivindicado en la presente memoria descriptiva que consta de quince páginas mecanografiadas y dibujos adjuntos.

Madrid, 15 Abril de 1977

BERNARDO UNGRIA

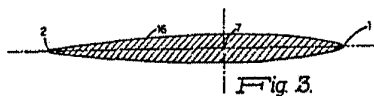
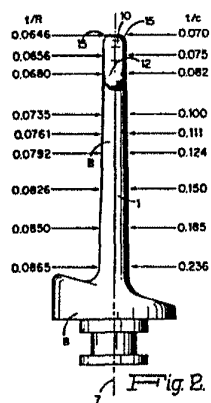
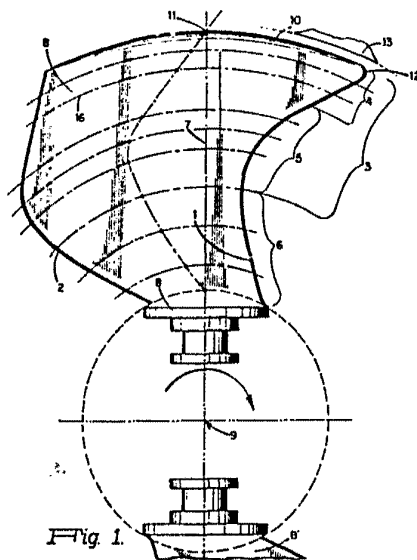
P.D.



25

30

26



ESCALA VARIABLE
Madrid, 15 de Abril de 1977

BERNARDO UNGRIA

p. p.