

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 387 872**

51 Int. Cl.:

B63H 5/16

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **10164448 .2**

96 Fecha de presentación: **31.05.2010**

97 Número de publicación de la solicitud: **2298640**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **23.03.2011**

54 Título: **Unidad entubada de estator de preturbulencias**

30 Prioridad:
17.09.2009 KR 20090087978

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
03.10.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
03.10.2012

73 Titular/es:
**Daewoo Shipbuilding&Marine Engineering Co.,
Ltd.
85 Da-dong Jung-gu
Seoul 100-180, KR**

72 Inventor/es:
**Jang, Young Hun;
Jun, Dong Su;
Kim, Yong Soo y
Choi, Young Bok**

74 Agente/Representante:
Aznárez Urbieto, Pablo

ES 2 387 872 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Unidad entubada de estator de preturbulencias

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

1. Campo de la invención

5 La presente invención se refiere en general a unidades entubadas de estator de preturbulencias y más particularmente a una unidad entubada de estator de preturbulencias en la que un estator de preturbulencias y un tubo están dispuestos de tal modo que se puede lograr un acoplamiento óptimo entre ellos, mejorando así el rendimiento de propulsión de la hélice de un barco.

2. Descripción de la técnica relacionada

10 Por regla general, el estator de preturbulencias está dispuesto sobre el henchimiento de popa de un barco delante de una hélice. Este estator tiene múltiples palas que están dispuestas alrededor del henchimiento de popa y se extienden en longitudes predeterminadas en direcciones radiales. El estator varía el ángulo de afluencia con el que el fluido delante de la hélice fluye hacia ésta, mejorando así la eficacia de propulsión de la hélice. Dicho de otro modo, el estator de preturbulencias es un dispositivo para recuperar pérdida de energía con respecto a la dirección de rotación. El documento JP 58 139 395 U constituye el estado anterior de la técnica más cercano y describe el preámbulo de la reivindicación 1.

15 No obstante, el estator convencional puede provocar daños en las palas atribuibles a cavitaciones o daños a la hélice debidos a cavitaciones vorticiales de extremo de pala, que se generan en los extremos exteriores de las palas. Además, un aumento en la contracorriente que actúa sobre la hélice debido al estator, reduce la velocidad de rotación de la hélice. Por consiguiente, teniendo en cuenta estos problemas, la hélice ha de ser rediseñada. Por ello existen muchas limitaciones para aplicar a barcos existentes un estator de preturbulencias (en lo sucesivo simplemente "estator").

20 Entretanto, alrededor del estator se ha dispuesto un tubo cilíndrico acoplado con los extremos exteriores de sus palas. El tubo acelera el fluido delante de la hélice cuando el funcionamiento de ésta genera una fuerza de succión, generando así un empuje adicional en el propio tubo, en la dirección de avance del barco. Así, el tubo acelera y rectifica el flujo de fluido delante de la hélice, mejorando el rendimiento de propulsión de la hélice y reduciendo las fluctuaciones de presión de casco inducidas por la hélice. Sin embargo, si el tubo cilíndrico es grande, existe la posibilidad de que se produzcan problemas de daños estructurales y es muy difícil asegurar la estabilidad estructural.

25 En técnicas convencionales se han propuesto diversas estructuras consistentes en una combinación del estator y el tubo. Sin embargo, no se ha desarrollado ninguna técnica que permita realizar un acoplamiento óptimo entre el estator y el tubo y de este modo aumentar al máximo la eficacia de propulsión y asegurar la estabilidad estructural del tubo.

RESUMEN DE LA INVENCION

30 Por consiguiente, la presente invención se ha realizado teniendo en cuenta los problemas arriba mencionados, que se producen en el estado anterior de la técnica. Un objeto de la presente invención consiste en proporcionar una unidad de estator, en la que un estator de preturbulencias, que varía el ángulo de afluencia del fluido a la hélice para mejorar el rendimiento de propulsión, y un tubo, que acelera y rectifica el flujo de fluido atraído hacia la hélice para mejorar adicionalmente el rendimiento de propulsión, están configurados y dispuestos de tal modo que se realiza un acoplamiento óptimo entre ellos, aumentando así al máximo el rendimiento de propulsión de la hélice.

35 Otro objeto de la presente invención consiste en proporcionar una unidad de estator que presenta la disposición óptima entre el estator y el tubo, reduciendo así los daños atribuibles a cavitaciones generadas en la hélice, disminuyendo al mínimo las vibraciones del barco generadas por cavitaciones, y asegurando de forma fiable la resistencia estructural con la que el tubo está soportado en el casco del barco.

40 Para lograr el objeto arriba indicado, la presente invención proporciona una unidad de estator que incluye: un estator de preturbulencias sobre el henchimiento de popa de un casco, teniendo el estator al menos una pala que se extiende en dirección radial con respecto a un eje central de una hélice; un tubo cilíndrico acoplado con un extremo exterior de la pala del estator; y un soporte que fija el tubo al casco. Un eje central del tubo se extiende excéntricamente hacia arriba y hacia la derecha del eje central de la hélice con respecto a una dirección indicada de popa a proa.

45 Preferentemente, la excentricidad del eje central del tubo en relación con el eje central de la hélice se puede ajustar con respecto a un diámetro D_p de la hélice, de modo que la excentricidad hacia arriba (H_c) cumpla la condición $0 < H_c < 0,3 D_p$ y la excentricidad hacia la derecha (B_c) cumpla la condición $0 < B_c < 0,2 D_p$. Además, el diámetro interior (D_d) del tubo puede cumplir la condición $0,5 D_p \leq D_d \leq 1,0 D_p$ con respecto al diámetro (D_p) de la hélice.

50 El tubo puede tener: una parte curvada inclinada en una superficie interior de un borde delantero del tubo, teniendo la inclinación de la parte curvada inclinada un ángulo entre 20° y 30° ; una parte lineal inclinada en una superficie interior de un borde trasero del tubo, presentando la inclinación de la parte lineal inclinada un ángulo de entre 2° y 6° ; y una parte lineal horizontal formada entre la parte curvada inclinada y la parte lineal inclinada, estando conectada la parte lineal

horizontal con el extremo exterior de la pala del estator. El ángulo de inclinación de la parte curvada inclinada y de la parte lineal inclinada se puede ajustar con respecto a una línea que se extiende desde la parte lineal horizontal en una dirección paralela a la parte lineal horizontal.

5 Además, las longitudes de la parte curvada inclinada, la parte lineal horizontal y la parte lineal inclinada pueden corresponder a 0,4 veces, 0,2 veces y 0,4 veces, respectivamente, la longitud de la cuerda del tubo. La distancia entre el extremo del borde trasero del tubo y una línea central de palas de la hélice en la dirección longitudinal del casco se puede ajustar con respecto al diámetro D_p de la hélice de tal modo que se cumpla la condición $0,1 D_p < H < 0,3 D_p$.

10 El soporte puede incluir: un elemento de soporte superior que conecta una superficie exterior del tubo con una parte inferior del casco; y un elemento de soporte superior que conecta una superficie interior del tubo con una parte inferior del henchimiento de popa.

15 La pala del estator puede consistir en múltiples palas dispuestas de tal modo que, sobre la base del eje central de la hélice, dos palas estén situadas a babor y una pala esté situada a estribor, o dos palas estén situadas a babor y dos a estribor. Al menos una pareja de las palas de babor/estribor del estator puede estar a nivel con el eje central de la hélice, y la pala o las palas restantes del estator pueden estar inclinadas hacia arriba con respecto al eje central de la hélice.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

Los arriba indicado y otros objetos, características y ventajas de la presente invención se entenderán más claramente a partir de la siguiente descripción detallada en relación con los dibujos adjuntos, en los que:

20 la FIGURA 1 es una vista en perspectiva que ilustra la instalación de una unidad de estator entubado de acuerdo con una realización de la presente invención;

las FIGURAS 2A y 2B son respectivamente una vista lateral que muestra la instalación de la unidad de estator entubado y una vista en sección parcial de un tubo que muestra el acoplamiento entre un estator, un tubo y un casco de acuerdo con la presente invención;

25 las FIGURAS 3 y 4 son vistas frontales que ilustran la disposición entre el estator y el tubo de las FIGURAS 1 y 2 en la dirección de popa a proa;

la FIGURA 5 es una vista que muestra una relación excéntrica del eje central del tubo con respecto al eje central de una hélice;

la FIGURA 6 es una vista que muestra las longitudes de las palas del estator correspondientes a la disposición del tubo, que es excéntrico con respecto al eje central de la hélice;

30 la FIGURA 7 es una vista que muestra la sección transversal del tubo de acuerdo con la presente invención;

la FIGURA 8 es un gráfico en el que se comparan las distribuciones de las contracorrientes cuando solo está instalado el estator y cuando están instalados tanto el estator como el tubo;

la FIGURA 9 consiste en gráficos que muestran comparativamente los volúmenes de las cavitaciones formadas cuando solo está instalado el estator y cuando están instalados tanto el estator como el tubo;

35 la FIGURA 10 es un gráfico que muestra comparativamente los aumentos de empuje y las presiones fluctuantes cuando no está instalado el estator ni el tubo, cuando solo está instalado el estator y cuando están instalados tanto el estator como el tubo;

40 la FIGURA 11 es un gráfico que compara la distribución de la contracorriente cuando el eje central del tubo está desplazado excéntricamente hacia arriba con respecto al eje central de la hélice con la distribución que se produce cuando el eje central del tubo está alineado con el eje central de la hélice;

la FIGURA 12 es un gráfico que compara la distribución de la contracorriente cuando el eje central del tubo está desplazado excéntricamente hacia la derecha y hacia arriba con respecto al eje central de la hélice con la distribución que se produce cuando el eje central del tubo está desplazado excéntricamente solo hacia arriba con respecto al eje central de la hélice;

45 la FIGURA 13 consiste en vistas que muestran comparativamente las distribuciones de la variación de la velocidad de la corriente dependiendo de los perfiles de las secciones transversales de los tubos de la técnica convencional y de la presente invención; y

la FIGURA 14 es un gráfico que muestra comparativamente los efectos de rectificación del flujo de fluido dependiendo de la distancia entre el borde trasero del tubo y el eje de la hélice.

DESCRIPCIÓN DE LAS REALIZACIONES PREFERENTES

A continuación se describe detalladamente una unidad de estator entubado de acuerdo con una realización preferente de la presente invención con referencia a los dibujos adjuntos.

5 Como muestran los dibujos, la popa de un casco presenta un henchimiento de popa 10. Una hélice 12 está dispuesta de forma giratoria sobre el mismo, de modo que la hélice 12 pueda girar por la fuerza de transmisión proporcionada por un motor. Un estator 14 está dispuesto sobre el henchimiento de popa 10 delante de la hélice 12 y se extiende en dirección radial con respecto a un eje central X de la hélice 12. Alrededor del estator 14 está dispuesto un tubo cilíndrico 16 que está acoplado con el extremo exterior de dicho estator.

10 Preferentemente, el estator 14 comprende al menos una o más palas que se extienden en dirección radial con respecto al eje central X de la hélice 12. Las palas del estator 14 pueden estar dispuestas de varias maneras diferentes. Por ejemplo, en relación con el eje central X de la hélice 12, las palas pueden estar dispuestas de tal modo que dos palas estén situadas a babor y una pala esté situada a estribor, o dos palas estén situadas a babor y dos a estribor. Como muestran las FIGURAS 3 y 4, en la realización de las palas de babor/estribor del estator 14, al menos una pareja de palas está a nivel con el eje central X de la hélice 12, y las palas restantes del estator 14 están inclinadas hacia arriba en un ángulo de aproximadamente 45° con respecto al plano horizontal que incluye el eje central X de la hélice 12.

15 El tubo 16 está fijado al casco por medio de un soporte 18. Como muestran las FIGURAS 2 a 4, el soporte 18 incluye un elemento de soporte superior 18a que conecta la superficie exterior del tubo 16 con la parte inferior del casco, y un elemento de soporte inferior 18b que conecta la superficie interior del tubo 16 con la parte inferior del henchimiento de popa 10.

20 La FIGURA 5 muestra una relación excéntrica del eje central Y del tubo 16 con respecto al eje central X de la hélice 12. Cuando la hélice 12 es una hélice típica con rotación en el sentido de las agujas del reloj, el eje central Y del tubo 16 está situado en posición excéntrica hacia arriba y hacia la derecha del eje central X de la hélice 12 con respecto a la dirección de popa a proa. La excentricidad del eje central Y del tubo 16 con respecto al eje central X de la hélice 12 se ajusta de tal modo que se cumplan las condiciones $0 < Hc < 0,3 Dp$ y $0 < Bc < 0,2 Dp$. En este contexto, Dp indica el diámetro de la hélice 12; Hc indica la excentricidad hacia arriba que presenta el eje central Y del tubo 16 con respecto al eje central X de la hélice 12; y Bc indica la excentricidad hacia la derecha que presenta el eje central Y del tubo 16 con respecto al eje central X de la hélice 12.

25 Además, las longitudes de las palas del estator 14 se determinan en función de la relación de excentricidad del eje central Y del tubo 16 con respecto al eje central X de la hélice 12. Cuando las dos palas están situadas tanto a babor como a estribor con respecto al eje central X de la hélice 12, como muestra la FIGURA 6, las longitudes de las palas del estator 14 se ajustan de tal modo que se cumplan las condiciones $3 Dp \leq D1 \leq 0,7 Dp$, $0,6 Dp \leq D2 \leq 1,0 Dp$ y $0,5 Dp \leq D3 \leq 1,2 Dp$. En este contexto, $D1$, $D2$ y $D3$ indican respectivamente las longitudes de las palas del estator 14. Cuando las palas del estator 14 se extienden desde la superficie exterior circunferencial del henchimiento de popa 10 en direcciones radiales con respecto al eje central X de la hélice 12, de tal modo que sus longitudes cumplen las condiciones arriba indicadas, dos palas están orientadas a nivel con el eje central X de la hélice 12 y las otras dos palas están inclinadas hacia arriba con respecto al plano horizontal que incluye el eje central X de la hélice 12. Además, el diámetro interior Dd del tubo 16 se ajusta con respecto al diámetro Dp de la hélice 12 de tal modo que se cumpla la desigualdad $0,5 Lp \leq Dd \leq 1,0 Dp$.

30 La FIGURA 7 muestra la sección transversal del tubo 16. El tubo 16 tiene una estructura hueca producida de tal modo que unas barras 16a están dispuestas respectivamente en un borde delantero y un borde trasero del tubo 16, y unas placas están unidas entre sí por dentro y por fuera con respecto a las barras 16a. Por lo tanto, las placas que forman el tubo 16 se pueden unir entre sí más fácilmente utilizando las barras 16a.

35 En este caso, la superficie interior del tubo 16 incluye, en orden de posición desde el borde delantero hasta el borde trasero, una parte curvada inclinada 16b, una parte lineal horizontal 16c y una parte lineal inclinada 16d que están integradas entre sí. La parte lineal horizontal 16c está conectada con los extremos exteriores de las palas del estator 14. Como la parte lineal horizontal 16c es paralela al eje central X de la hélice 12, se facilita el acoplamiento del tubo 16 con el estator 14.

40 Además, las longitudes horizontales $L1$, $L2$ y $L3$ (sobre la línea en que se extiende la parte lineal horizontal) de la parte curvada inclinada 16b, la parte lineal horizontal 16c y la parte lineal inclinada 16d, respectivamente, son 0,4 veces, 0,2 veces y 0,4 veces la longitud de la cuerda del tubo 16.

45 En relación con la línea en que se extiende la parte lineal horizontal 16c, el ángulo de inclinación α definido por la parte curvada inclinada 16b en la superficie interior del borde delantero del tubo 16 se ajusta de tal modo que presente un valor entre 20° y 30°, y el ángulo de inclinación β definido por la parte lineal inclinada 16d en la superficie interior del borde trasero del tubo 16 se ajusta de tal modo que presente un valor entre 2° y 6°.

Por lo tanto, gracias al ángulo de inclinación α de la parte curvada inclinada 16b en el borde delantero del tubo 16, la parte curvada inclinada 16b puede guiar suavemente el fluido al interior del tubo 16 y de este modo reducir la presión de fluido alrededor de la entrada del tubo 16, aumentando así la velocidad de la corriente de fluido. Además, gracias al ángulo de inclinación β de la parte lineal inclinada 16d, la parte lineal inclinada 16d guía el fluido de tal modo que éste puede fluir a la hélice 12 después de haber aumentado la velocidad de corriente alrededor de la salida del tubo 16. Por consiguiente, el tubo 16 puede acelerar y rectificar el flujo de fluido, reduciendo así las fluctuaciones de presión de casco inducidas por la hélice.

Además, como muestra la FIGURA 2A, la distancia H entre el extremo del borde trasero del tubo 16 y la línea central de las palas de la hélice 12 se ajusta de tal modo que se asegure la separación mínima entre el tubo 16 y la hélice 12, que impida que el tubo 16 interfiera con las palas de la hélice, y de forma que la distancia H no sea mayor de 0,3 veces el diámetro D_p de la hélice 12. Preferentemente, el valor mínimo de la distancia H es mayor o igual a 0,1 veces el diámetro D_p de la hélice 12. Además, el valor máximo de la distancia H es menor o igual a 0,3 veces el diámetro D_p de la hélice 12. La razón para ajustar el valor máximo de la distancia H consiste en evitar que se acelere la corriente de fluido e impedir que se degrade el efecto rectificador del tubo 16.

A continuación se explica el funcionamiento y el efecto de la unidad de estator entubado de acuerdo con la presente invención.

Como se indica más arriba, el estator 14 que presenta las palas está dispuesto sobre la superficie exterior circunferencial del henchimiento de popa 10 situado en la popa del casco. El tubo 16 está instalado de tal modo que el eje central Y del mismo está dispuesto en una posición excéntrica hacia arriba y hacia la derecha del eje central C de la hélice 12, y los extremos de las palas del estator 14 están acoplados con la superficie interior del tubo 16. Además, el tubo 16 está fijado de forma segura al casco y al henchimiento de popa 10 por medio del soporte 18. El tubo 16 cambia el ángulo de afluencia con el que el fluido es atraído desde el estator 14 hacia la hélice 12, reduciendo así una pérdida de energía cinética del fluido y aumentando la energía cinética axial del mismo con lo que mejora notablemente el rendimiento de propulsión de la hélice 12.

La razón por la que la estructura en la que el eje central Y del tubo 16 está en posición excéntrica hacia arriba y hacia la derecha del eje central Y de la hélice 12, consiste en que la cavitación se produce principalmente en la hélice 12, en una sección situada entre las posiciones de las 11 y las 3 de las agujas del reloj con respecto al eje central X de la hélice 12 en la dirección de popa a proa. Dicho de otro modo, debido a la estructura excéntrica del tubo 16 de acuerdo con la presente invención, la velocidad de la corriente de fluido se puede aumentar en las arriba mencionadas de entre las 11 y las 3 de las agujas del reloj, reduciendo así la cavitación.

Esto se puede entender más claramente mediante el gráfico de la FIGURA 8, que compara las distribuciones de las contracorrientes cuando solo está dispuesto el estator 14 sobre el henchimiento de popa 10 y cuando están instalados tanto el estator 14 como el tubo 16 que está situado en posición excéntrica hacia arriba y hacia la derecha. Aquí, la excentricidad hacia arriba H_c y la excentricidad hacia la derecha B_c que presenta el eje central Y del tubo 16 con respecto al eje central X de la hélice 12 están ajustadas del modo arriba descrito.

Más concretamente, la FIGURA 8 ilustra el caso (expresado en rojo) en el que únicamente está dispuesto el estator 14 y el caso (expresado en azul) en el que están instalados tanto el estator 14 como el tubo 16, que está situado en posición excéntrica hacia arriba y hacia la derecha. Con referencia a la FIGURA 8, en lo que respecta a las distribuciones de velocidad V_x de la contracorriente axial de la hélice 12 en una porción de un 50% y una porción de un 70% del radio de la pala, se ha de interpretar que en el caso de la estructura que tiene tanto el estator 14 como el tubo 16 que está situado en posición excéntrica hacia arriba y hacia la derecha se produce un aumento de la velocidad axial hacia una hélice 12 de aproximadamente un 15% en comparación con el caso en el que solo está dispuesto el estator 14.

Además, como muestra la FIGURA 9, al comparar el volumen de cavitación formado en el caso en el que solo está instalado el estator 14 y el formado en el caso en el que están instalados tanto el estator 14 como el tubo 16, se observa que el estator entubado reduce el volumen de la cavitación formada en un 60%, ya que el tubo 16 rodea los extremos exteriores de las palas del estator 14 y de este modo desempeña la función de aceleración y rectificación de la corriente de fluido. Dado que el tubo 16 está fijado firmemente al casco y al henchimiento de popa 10 por medio del soporte 18, esto permite aumentar adicionalmente la estabilidad estructural del tubo 16.

A consecuencia de ello, las fluctuaciones de presión del casco inducidas por la hélice se pueden reducir al 50%. De este modo, la presente invención puede reducir notablemente las fluctuaciones de presión del casco transmitidas al casco por generación de cavitación, mejorando así las características de vibraciones del casco. Además, esto se puede interpretar más claramente mediante el gráfico de la FIGURA 10, que muestra comparativamente el efecto en el empuje y la fluctuación de presión en el caso en el que no están instalados ni el estator 14 ni el tubo 16, en el caso en el que solo está instalado el estator 14 y en el caso en el que están instalados tanto el estator 14 como el tubo 16. Es decir, la recuperación de pérdida de energía del estator 14 con respecto a la dirección de rotación, un efecto generador de empuje adicional del tubo y un efecto de aceleración de la corriente afluente del tubo aumentan el empuje de la hélice 12. Además, el tubo 16 reduce la fluctuación de presión en la hélice 12.

Por otro lado, en las FIGURAS 11 y 12 se comparan las distribuciones de velocidad V_x de las contracorrientes axiales en la hélice 12 en el caso en el que el eje central Y del tubo 16 solo está desplazado excéntricamente hacia arriba con respecto al eje central X de la hélice 12 y en el caso en el que el eje central Y del tubo 16 está desplazado excéntricamente hacia la derecha y hacia arriba con respecto al eje central X de la hélice 12.

5 Más concretamente, en el caso de la hélice 12 típica que gira en el sentido de las agujas del reloj con respecto a la dirección indicada desde la popa del casco, las cavitaciones se generan principalmente en una sección entre -10° y 50° del área de rotación completa de la hélice 12, es decir, en una sección situada entre las 11 y las 3 de las agujas del reloj con respecto al eje central X de la hélice 12 en la dirección de popa a proa. Por ello, para aumentar la velocidad axial del fluido atraído hacia la hélice 12 en dicha sección, el eje central Y del tubo 16 se ajusta de tal modo que esté situado
10 excéntricamente hacia arriba y hacia la derecha del eje central X de la hélice 12.

De este modo se puede aumentar la velocidad axial del fluido atraído a la hélice 12 en la sección comprendida entre -10° y 50° del área de rotación completa de la hélice 12, reduciendo así la generación de cavitaciones. Gracias a ello se puede reducir notablemente la fluctuación de presión aplicada al casco por las cavitaciones generadas en la hélice 12.

15 Dicho de otro modo, los efectos de mejora de la distribución de velocidades del fluido atraído hacia la hélice 12, resultantes del desplazamiento excéntrico del eje central Y del tubo 16 hacia arriba y hacia la derecha con respecto al eje central X de la hélice 12, se pueden apreciar analizando las distribuciones de velocidad V_x de las contracorrientes axiales en la hélice 12 en el caso de la FIGURA 11, en la que el eje central Y del tubo 16 está desplazado excéntricamente solo hacia arriba con respecto al eje central X de la hélice 12, y el caso de la FIGURA 12, en el que el
20 eje central Y del tubo 16 está desplazado excéntricamente hacia la derecha y hacia arriba con respecto al eje central X de la hélice 12.

En primer lugar, la FIGURA 11 es un gráfico en el que la distribución de velocidades V_x de la contracorriente axial, en el caso en el que el eje central Y del tubo 16 está desplazado excéntricamente hacia arriba con respecto al eje central X de la hélice 12, se compara con dicha distribución en el caso en el que el eje central Y está alineado con el eje central X. Es evidente que la velocidad axial del fluido en el caso de la estructura con el eje en posición excéntrica hacia arriba
25 aumenta alrededor de una sección correspondiente a 0° del área de rotación completa de la hélice 12, en comparación con la de la estructura con el eje alineado. Por otro lado, es evidente que la velocidad axial del fluido en el caso de la estructura con el eje en posición excéntrica hacia arriba se reduce alrededor de una sección correspondiente a 50° del área de rotación completa de la hélice 12 en comparación con la de la estructura con el eje alineado.

30 La FIGURA 12 es un gráfico en el que la distribución de velocidades V_x de la contracorriente axial, en el caso en el que el eje central Y del tubo 16 está desplazado excéntricamente hacia la derecha y hacia arriba con respecto al eje central X de la hélice 12, se compara con dicha distribución en el caso en el que solo está desplazado excéntricamente hacia arriba. Se puede observar que la velocidad axial del fluido en el caso de la estructura con el eje en posición excéntrica hacia arriba y hacia la derecha aumenta alrededor de una sección correspondiente a 50° del área de rotación completa de la hélice 12, en comparación con dicha velocidad en el caso de la estructura con el eje en posición excéntrica hacia
35 arriba.

En conclusión, se puede apreciar que en el caso de la presente invención, en la que el eje central Y del tubo 16 está desplazado excéntricamente hacia la derecha y hacia arriba con respecto al eje central X de la hélice 12, la velocidad axial del fluido atraído hacia la hélice 12 aumenta en comparación con dicha velocidad en el caso en el que el eje central Y está alineado con el eje central X o solo está desplazado excéntricamente hacia arriba con respecto a éste. Un
40 aumento de la velocidad axial del fluido atraído hacia la hélice 12 reduce la generación de cavitaciones y mitiga la fluctuación de presión aplicada al casco. En particular, en la presente invención, un aumento de la velocidad axial del fluido atraído hacia la hélice 12 se enfoca a una sección del área de rotación completa de la hélice 12, en la que principalmente se generan las cavitaciones, aumentando así al máximo los efectos de la presente invención arriba mencionados.

45 Además, con referencia a la FIGURA 7, que muestra la sección transversal del tubo 16, la parte curvada inclinada 16b formada en el borde delantero del tubo 16 con un ángulo de inclinación α puede guiar la afluencia suave de fluido al interior del tubo 16, promoviendo así un aumento de la velocidad de la corriente del fluido. Esto se puede apreciar mediante las vistas de la FIGURA 13, en las que se comparan las variaciones de la velocidad de la corriente de fluido entre la presente invención y la técnica convencional. En concreto, tal como muestran los perfiles de las variaciones de la velocidad de la corriente de fluido que se forman alrededor de los tubos, el tubo 16 de la presente invención aumenta
50 la velocidad de la corriente del fluido en un 5% en comparación con la velocidad en el caso de la técnica convencional. El aumento de la velocidad de la corriente de fluido muestra el efecto de aceleración y rectificación del flujo de fluido del tubo 16, con lo que se reprime la generación de cavitaciones en la hélice 12 y, en consecuencia, se mitigan las fluctuaciones de presión de casco inducidas por la hélice.

55 Además, con referencia a la FIGURA 14, que ilustra el efecto de rectificación en función de la distancia H entre el extremo del borde trasero del tubo 16 y el eje central X de la hélice 12, se puede observar que el efecto de rectificación aumenta al máximo cuando la distancia H es menos de 0,3 veces el diámetro D_p de la hélice 12. Más concretamente, cuando la distancia H es mayor o igual a 0,3 veces el diámetro D_p de la hélice 12, la distribución de las velocidades V_x disminuye rápidamente en comparación con el caso en el que la distancia es igual 0,2 veces dicho diámetro. Esto

demuestra el deterioro del rendimiento de propulsión y el efecto de reducción de la fluctuación de presión. Por consiguiente, en la presente invención, la distancia H entre el extremo del borde trasero del tubo 16 y el eje central X de la hélice 12 se ajusta en el intervalo entre la distancia mínima con la que no se produce ninguna interferencia entre la hélice 12 y el tubo 16 y la distancia máxima con la que no se induce ningún deterioro de la velocidad de la corriente.

- 5 Tal como se describe más arriba, en una unidad de estator entubado de acuerdo con la presente invención, dicho estator está dispuesto delante de una hélice de un barco para variar el ángulo con el que el fluido es atraído hacia la hélice cuando el barco está en movimiento, mejorando así el rendimiento de propulsión. Delante de la hélice está dispuesto un tubo para acelerar y rectificar el flujo del fluido atraído hacia la hélice, lo que permite mejorar adicionalmente el rendimiento de propulsión. Para realizar el acoplamiento óptimo entre el tubo y el estator, el tubo se
- 10 acopla con este último de tal modo que el eje central del tubo esté situado en una posición excéntrica con respecto al eje central de la hélice. De este modo se puede aumentar al máximo el rendimiento de propulsión de la hélice.

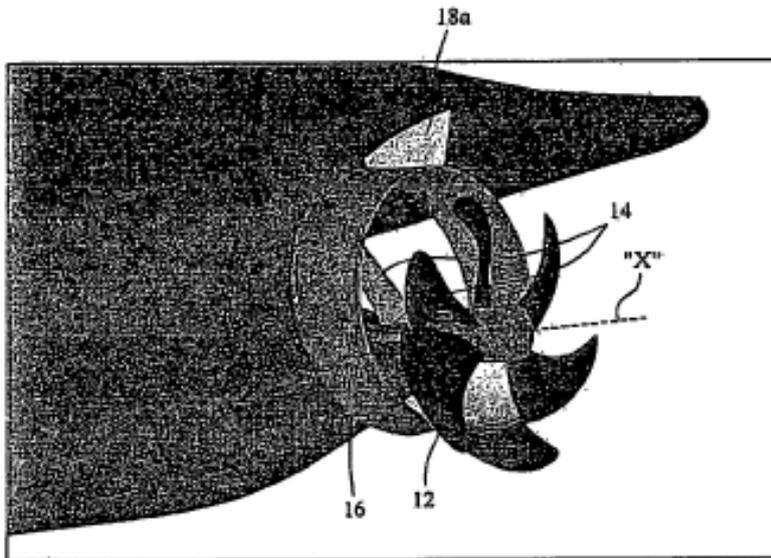
Además, gracias a la realización de la disposición óptima entre el estator y el tubo, la presente invención puede reducir el volumen de las cavitaciones generadas en la hélice, lo que permite mitigar la fluctuación de presión de la hélice aplicada al casco del barco y, en consecuencia, reducir al mínimo las vibraciones del barco.

- 15 Aunque se ha descrito la realización preferente de la presente invención con fines ilustrativos, los expertos en la técnica entenderán que se pueden realizar diversas modificaciones, adiciones o sustituciones sin salirse del alcance definido en las reivindicaciones adjuntas.

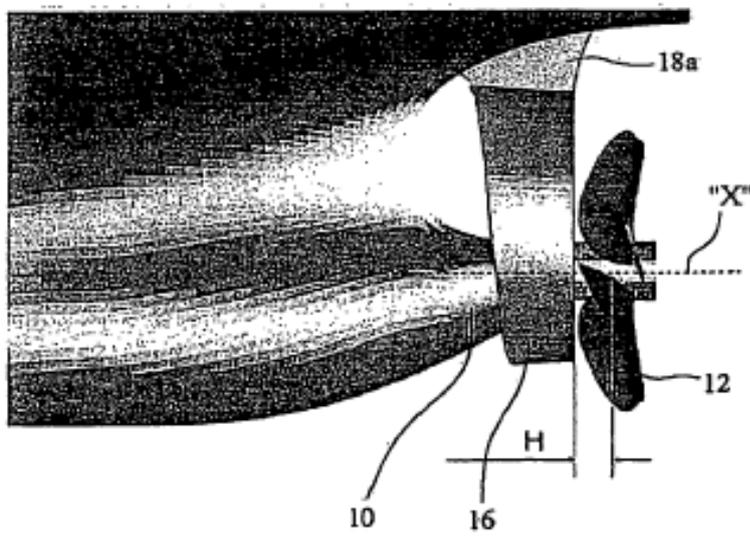
REIVINDICACIONES

1. Unidad entubada de estator de preturbulencia, que comprende:
- 5 un estator de preturbulencia que se puede disponer sobre un henchimiento de popa de un casco, teniendo dicho estator al menos una pala que se extiende en una dirección radial con respecto al eje central de una hélice;
- un tubo cilíndrico acoplado con un extremo exterior de la pala del estator de preturbulencia, y
- un soporte para fijar el tubo al casco, **caracterizada porque**
- el eje central del tubo está en posición excéntrica hacia arriba y hacia la derecha del eje central de la hélice con respecto a la dirección de popa a proa.
- 10 2. Unidad entubada de estator según la reivindicación 1, en la que la excentricidad del eje central del tubo en relación con el eje central de la hélice se ajusta con respecto al diámetro D_p de la hélice de tal modo que la excentricidad hacia arriba cumple la condición $0 < H_c < 0,3 D_p$ y la excentricidad hacia la derecha (Bc) cumple la condición $0 < B_c < 0,2 D_p$.
- 15 3. Unidad entubada de estator según la reivindicación 2, en la que el diámetro interior (D_d) del tubo cumple la condición $0,5 D_p \leq D_d \leq 1,0 D_p$ con respecto al diámetro (D_p) de la hélice.
4. Unidad entubada de estator según la reivindicación 1 o 2, en la que el tubo tiene:
- una parte curvada inclinada en una superficie interior de un borde delantero del tubo, estando inclinada dicha parte curvada inclinada con un ángulo de inclinación entre 20° y 30° ;
- 20 una parte lineal inclinada en una superficie interior de un borde trasero del tubo, estando inclinada dicha parte lineal inclinada con un ángulo de inclinación entre 2° y 6° ; y
- una parte lineal horizontal formada entre la parte curvada inclinada y la parte lineal inclinada, estando conectada la parte lineal horizontal con el extremo exterior de la pala del estator;
- estando ajustado el ángulo de inclinación de la parte curvada inclinada y de la parte lineal inclinada con respecto a una línea que se extiende desde la parte lineal horizontal en una dirección paralela a la parte lineal horizontal.
- 25 5. Unidad entubada de estator según la reivindicación 4, en la que las longitudes de la parte curvada inclinada, de la parte lineal horizontal y de la parte lineal inclinada respectivamente, corresponden a 0,4 veces, 0,2 veces y 0,4 veces, la longitud de la cuerda del tubo.
- 30 6. Unidad entubada de estator según la reivindicación 1 o 2, en la que la distancia entre el extremo del borde trasero del tubo y una línea central de palas de la hélice en la dirección longitudinal del casco se ajusta con respecto al diámetro D_p de la hélice de tal modo que se cumple la condición $0,1 D_p < H < 0,3 D_p$.
7. Unidad entubada de estator según la reivindicación 1 o 2, en la que el soporte incluye:
- un elemento de soporte superior que conecta una superficie exterior del tubo con una parte inferior del casco; y
- 35 un elemento de soporte superior que conecta una superficie interior del tubo con una parte inferior del henchimiento de popa.
8. Unidad entubada de estator según la reivindicación 1 o 2, en la que la pala del estator consiste en múltiples palas dispuestas de tal modo que, sobre la base del eje central de la hélice, dos palas están situadas a babor y una pala está situada a estribor, o dos palas están situadas a babor y dos palas están situadas a estribor, estando al menos una pareja de las palas de babor/estribor del estator a nivel con el eje central de la hélice, y estando la pala o las palas restantes del estator inclinadas hacia arriba con respecto al eje central de la hélice.
- 40

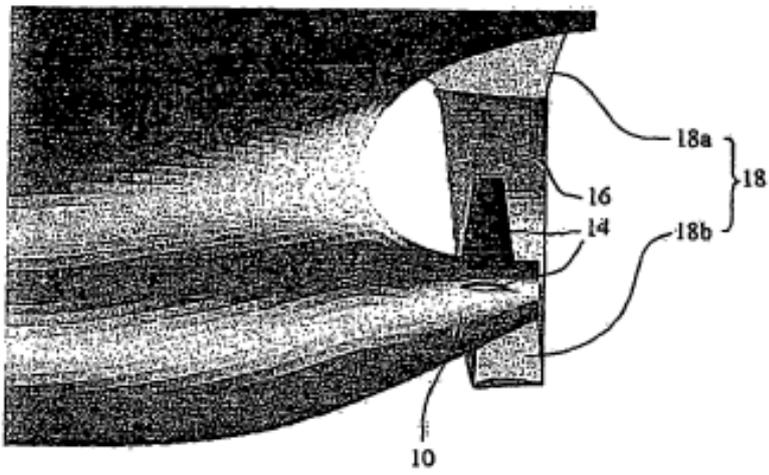
[Fig. 1]



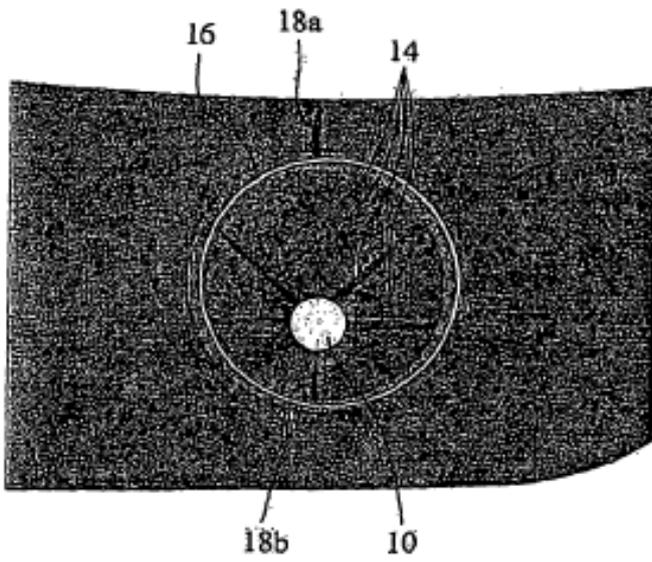
[Fig. 2a]



[Fig. 2b]



[Fig. 3]



[Fig. 4]

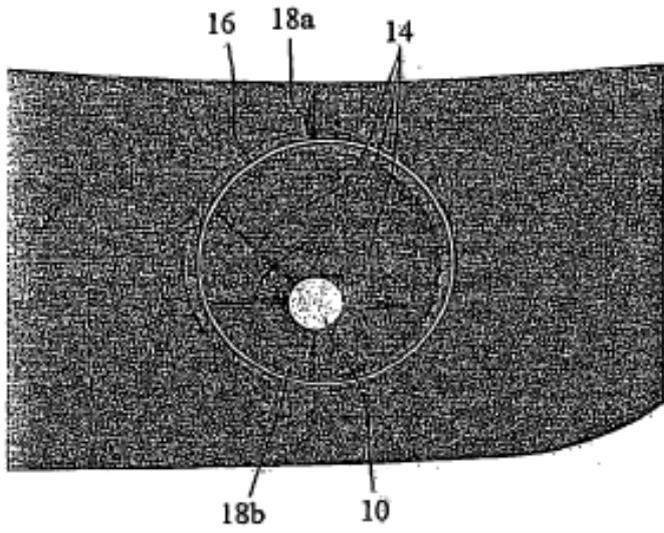
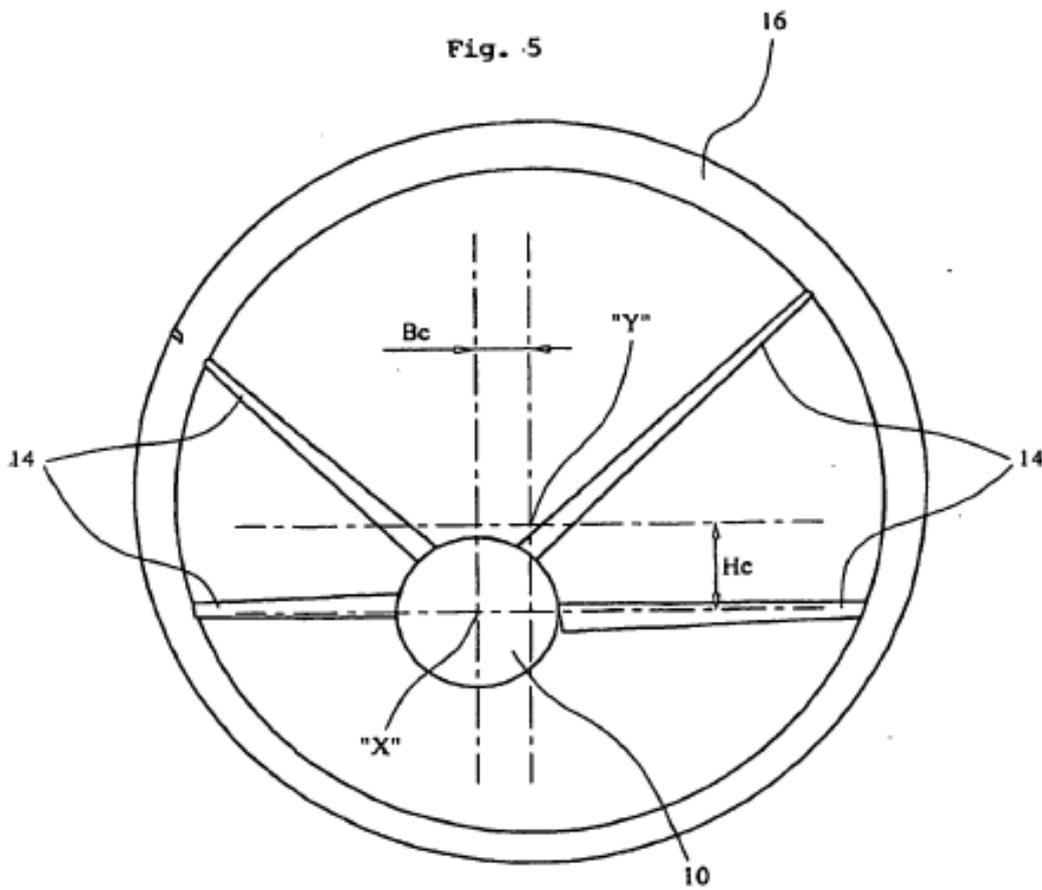
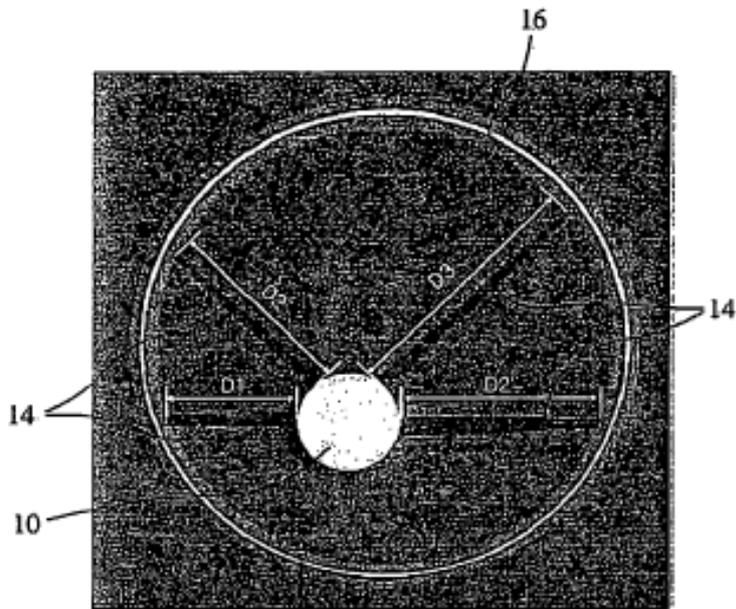


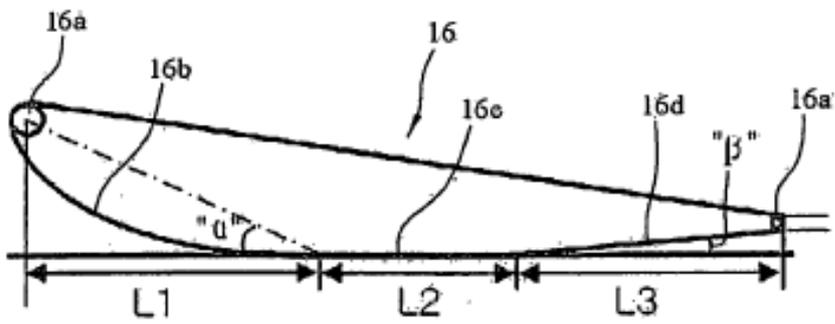
Fig. 5



[Fig. 6]



[Fig. 7]



[Fig. 8]

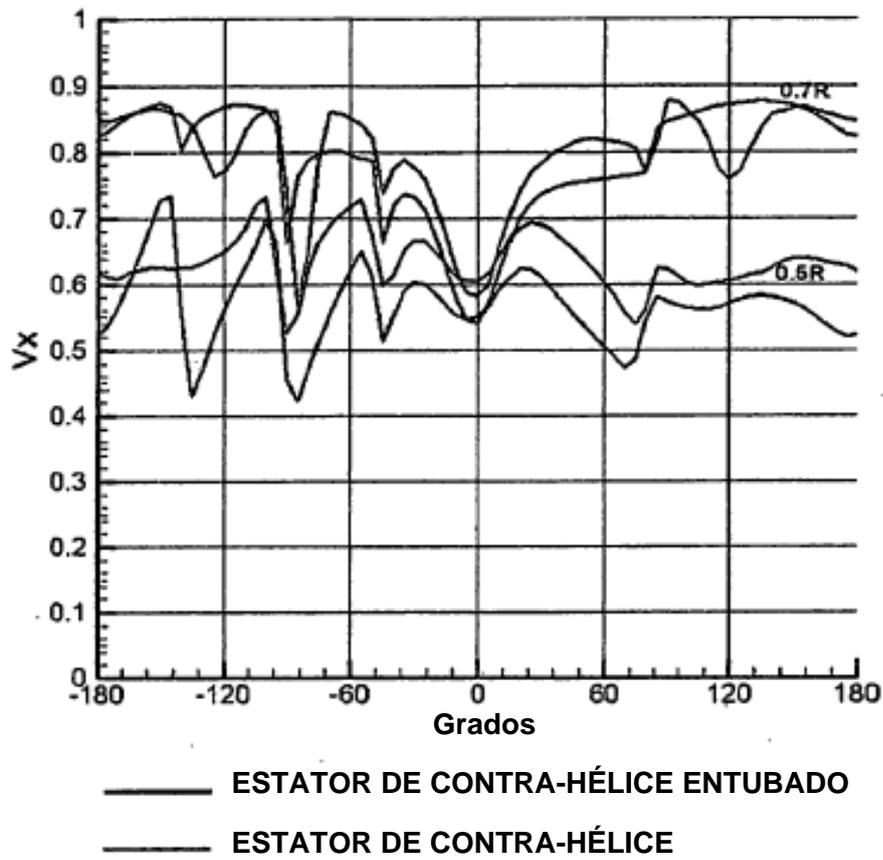
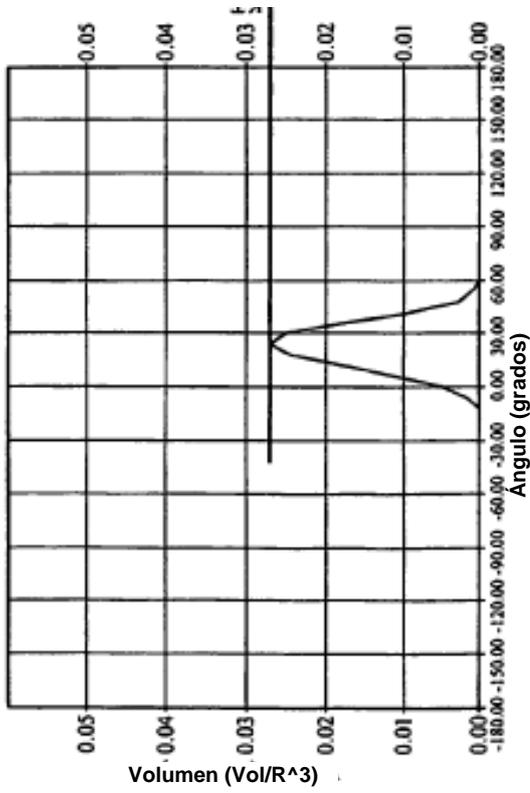


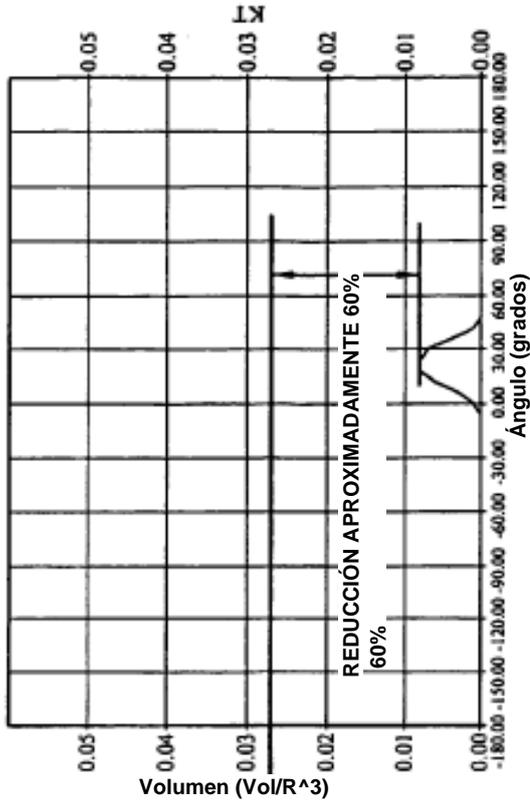
Fig. 9

Volumen de Cavitación y Variación de KT



ESTATOR DE CONTRA-HELICE

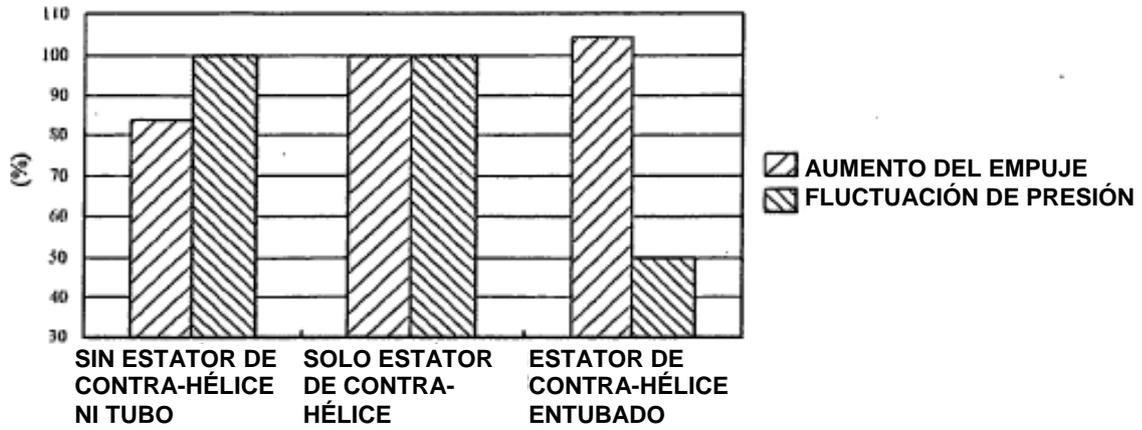
Vc/Volumen de Cavitación y Variación de KT



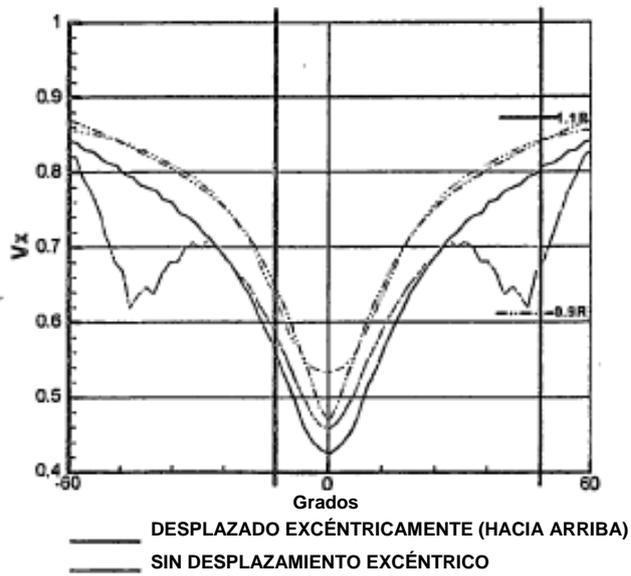
ESTATOR DE CONTRA-HELICE ENTUBADO

[Fig. 10]

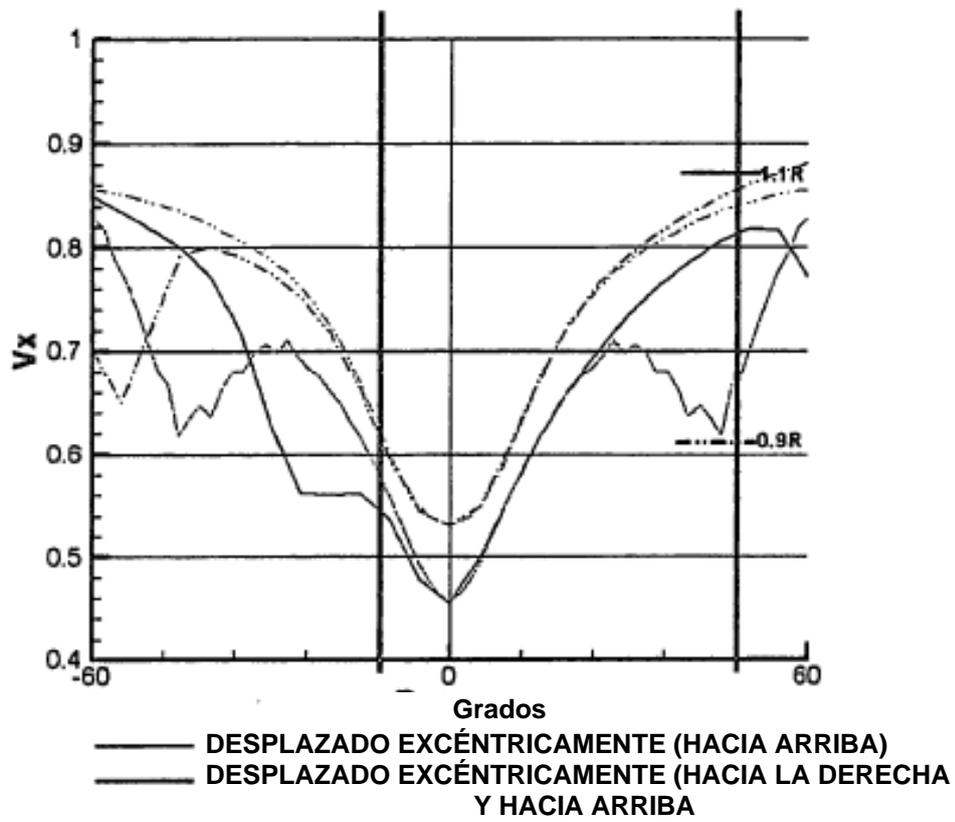
EMPUJE Y FLUCTUACIÓN DE PRESIÓN



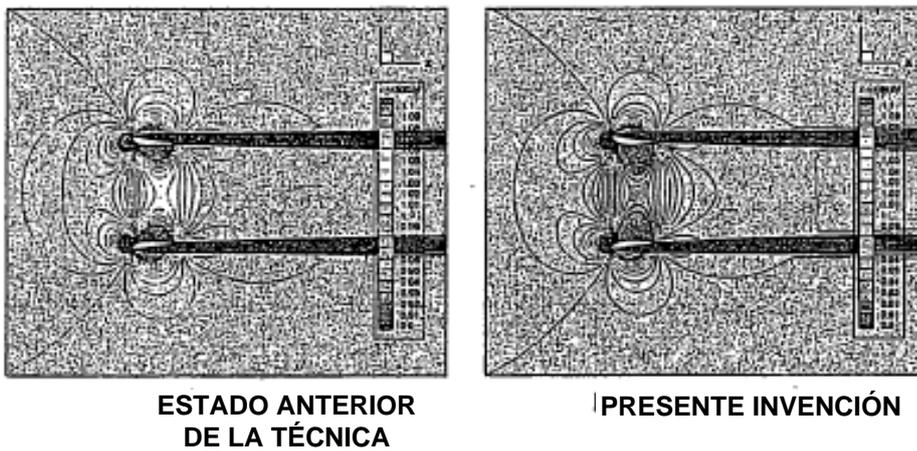
[Fig. 11]



[Fig. 12]



[Fig.13]



[Fig. 14]

