

379615



379615

SECCION TECNICA
CLASIFICACION
CLASE B63
SUBCLASE B

- 1 -

MEMORIA DESCRIPTIVA

que se acompaña  
a la solicitud de  
registro de una PATENTE DE INVENCION por veinte  
años en España, a favor de NIPPON KOKAN KABUSHIKI  
KAISHA, de nacionalidad japonesa, domiciliada en  
1-3, 1 chome, Otemachi, Chiyoda ku, TOKYO (JAPON)

por:

"PERFECCIONAMIENTOS INTRODUCIDOS EN LA CONSTRUCCION  
DE CASCOS PARA BARCOS"

-----

Este invento se refiere a formas de cascos de barcos de entera y perfecta estructura.

Como es bien conocido en este arte, existen actualmente dos tipos principales de proas para barcos de estructura o forma perfecta, a saber, los tipos llamados de proas bulbosas y proas no-bulbosas. En cualquier caso, la proa puede tener una diversidad de formas y la ejecución propulsora de cada proa tiene sus méritos y deméritos. Esto presenta problemas en la determinación de una forma de casco adecuada para un barco nuevo.

La resistencia total del casco de un barco comprende muchos elementos que tienen muy diferentes causas físicas. Cuando la resistencia total del casco de un barco de plena forma se analiza como, o principalmente consiste de, resistencia glutinosa y resistencia a las olas, la mayor parte de la resistencia total es la resistencia viscosa o glutinosa. Sin embargo, la teoría en el terreno de la resistencia viscosa no se ha desarrollado lo suficiente para facilitar un estudio y consideración prácticamente útiles en el diseño de las partes delanteras, o proel, de un barco.

Se ha observado que con las actuales formas de casco completo, ninguna de las formas de proas usuales que pueden presentar baja resistencia, o ejercer una elevada propulsión, con el barco tanto en condiciones de plena carga como lastrado.

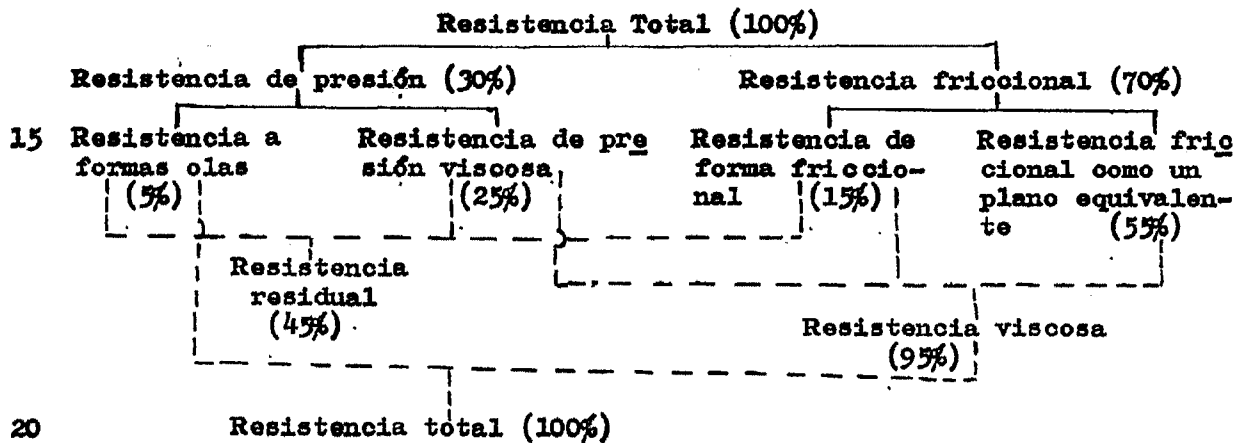
La forma de proa generalmente conocida como proa cilíndrica presenta la mínima resistencia en condiciones de plena carga cuando ha sido diseñada para que se adapte a la parte principal del casco, pero en condiciones lastradas es inferior, en lo que se refiere a resistencia, a una proa bulbosa bien diseñada adecuada a las partes principales del casco, esta última proporciona resistencia baja en condiciones de lastrada. La resistencia y ejecución propulsiva de la proa bulbosa son, sin embargo, muy sensibles a los cambios del



calado de proa debido a la alteración de la carga o a otras condiciones, y así pues en casos extremos el casco de proa bulbosa puede presentar los peores resultados en todas las pruebas comparativas.

5 Las ventajas de una proa cilíndrica radican en la excelente acción propulsiva en condiciones de plena carga, y también en el reducido coste de construcción resultante del hecho de que cualquier curvatura doble en las superficies de la proa se extienden sobre zonas muy grandes.

10 Con más detalle; la resistencia total del casco de un barco puede derrumbarse, por lo general, de la manera siguiente, según la causa de los diversos elementos de resistencia:



Las líneas partidas del diagrama arriba representado indican la forma conveniente de clasificar los elementos de resistencia.

25 Las cifras entre paréntesis señalan el orden cuantitativo de cada elementos de resistencia de un barco de forma totalmente típica en un rango de velocidad baja, pero, desde luego, estas cifras son variables hasta cierto grado dependiendo del tamaño, la forma, el calado y la velocidad de un barco determinado.

30 La "resistencia friccional como un plano equivalente" porción de la resistencia friccional de piel está relacionada solamente con la superficie mojada del casco y así pues solamente los elementos

componentes de la resistencia residual pueden ser considerados que ofrecen posibilidades para hacer disminuir la resistencia total. Considerando la mitad delantera del casco, de todos los elementos de resistencia residual la resistencia a la formación de olas y la resistencia friccional contribuyen significativamente a la resistencia residual.

Se ha demostrado, tanto en teoría como en los ensayos realizados, que tanto la resistencia a la formación de olas como la resistencia de frotamiento vienen grandemente determinadas por el ángulo de incidencia de una línea de corriente principal contra el plano de flotación, conforme ahora se ilustrará.

En cuanto a la resistencia a la formación de olas, la bien conocida fórmula integral de Michell da (véase Fig. 1 para hoces coordinadas)

$$R_w = \frac{4 \rho g K_0}{\pi} \int_0^{\pi/2} (P^2 + Q^2) \sec^3 \theta d\theta \quad (1)$$

donde  $R_w$  = Resistencia a la formación de olas

$$K_0 = \frac{g}{U^2}$$

$U$  = Velocidad hacia delante del barco relativa al agua

$$P) = \iint \frac{dy}{dx} \exp(K_0 z \sec^2 \theta) \frac{\cos(K_0 x \sec \theta)}{\sin(K_0 x \sec \theta)} dx dz$$

$\rho$  : densidad de agua

$g$  : aceleración gravitacional

$\theta$  :

Esta fórmula (1) muestra directamente que la tangente  $\frac{dy}{dx}$  del ángulo entre la línea de flotación y la velocidad de proel es un factor importante en la resistencia a formación de olas. Una fórmula teórica comparable prácticamente útil todavía no ha sido establecida, pero existe la fórmula siguiente para dar el factor  $K_{2f}$

(Ref. "La forma, la estructura, afecta a la resistencia viscosa de

379615



los barcos", por Ichiro Tanaka, Revista de la Sociedad de Arquitectos Navales de Japan, Vol. 113).

K<sub>2f</sub> = 2( $\frac{B}{L}$  C<sub>w</sub> - 1)  $\frac{B}{L}$  ..... (2)

5

K<sub>2f</sub> = Resistencia forma friccional/ Resistencia friccional como un plano equivalente

L : Longitud del barco

B : Respiradero del barco

C<sub>w</sub> : Coeficiente del plano de flotación (Zona del plano de flotación / L x B)

En la fórmula arriba mencionada (2) no existe el factor tangencial claramente indicado como  $\frac{Y}{X}$  de la fórmula (1), pero si consideramos que B/L representa la tangente media del ángulo entre el agua y la corriente, y la naturaleza del factor C, resultará evidente que la tangente entre la línea de flotación y la línea principal de corriente sigue dominando.

Además, conforme a la teoría de la mínima resistencia a las olas (Ref: "Barcos de mínima resistencia de onda", H. Maruo y otros; Revista de la Sociedad de Arquitectos Navales del Japón, Vol. 114), se ha demostrado teóricamente que una forma de casco que tenga una resistencia de onda mínima tiene una estructura de proa totalmente cilíndrica con embotadura limitada del borde de la proa cuando el calado es profundo. Esto teóricamente da importancia a la superioridad de una proa cilíndrica en condiciones de plena carga.

Uno de los objetivos del presente invento es el de proporcionar una forma o estructura de casco que tenga sustancialmente los méritos y virtudes del modelo de casco de proa cilíndrica sin que resulte significativamente inferior a un modelo de casco bulboso incluso en condiciones de lastrado.

Sobre la base de las teorías arriba mencionadas y resultados experimentales, hemos considerado la idea de hacer la proa casi cilíndrica en la parte de la línea de flotación de carga y de llevar

una menor porción de la proa hacia delante para reducir el embotamiento del borde de proa sobre esta parte, prestando especial atención a la óptima combinación de la variación de embotadura del borde de proa con el calado y el ángulo que la línea de flotación que las partes inmediatamente siguientes del casco formá con la dirección hacia adelante.

El término "embotadura", cuando se utiliza más abajo y en las reivindicaciones siguientes en relación con el borde delantero de la proa, significa el respiradero de medio gálibo del casco en el punto de contacto entre una línea de flotación paralela a la línea de quilla y una tangente a esa línea de flotación cuya tangente está en un ángulo de 60° a la línea central del casco. La Figura 2 ilustra esta definición, siendo Y la embotadura en la sección transversal ilustrada en la misma.

El invento proporciona un casco de barco de estructura o forma entera, teniendo un coeficiente de escuadre o de 0.75 o más y una longitud de 120 metros o más entre las perpendiculares, en el cual

(1) la embotadura  $Y_f$  (como de ahora en adelante la definiremos) de la parte del borde delantero de la proa en la región de la línea de flotación de plena carga se encuentra dentro de los siguientes límites:

$$\frac{B}{45} \leq Y_f \leq \frac{B}{15}$$

(B es el máximo respiradero de gálibo del casco)

(2) dicha parte del borde delantero de la proa se extiende perpendicularmente por debajo de la línea de flotación de plena carga en el borde delantero de la proa en, por lo menos, 15% del calado de plena carga, con substancialmente la misma embotadura.

(3) por debajo de dicha parte del borde delantero una parte sobresaliente se extiende hacia delante, desde la misma en una distancia  $\ell$  en la que

$$0.02 L_{pp} \leq \ell \leq 0.04 L_{pp} \quad (L_{pp} \text{ es la longitud entre perpendiculares})$$



(4) la embotadura ( $Y_b$ ) del borde delantero de esa parte de la porción sobresaliente más de  $l/3$  hacia adelante de la parte perpendicular es considerablemente constante y

$$0 < Y_b \leq \frac{Y_f}{3}$$

5 A fin de que este invento pueda ser mejor comprendido e interpretado, se describirá a continuación una información detallada, por vía de ejemplo, con relación a los dibujos que se acompañan.

En los dibujos:

10 La Figura 1 es un diagrama que ilustra un sistema coordinado para el casco de un barco, y ha sido mencionado más arriba.

La Figura 2 es un diagrama que ilustra la medición de la embotadura de un modelo de casco del presente invento, y ha sido mencionado más arriba.

15 La Figura 3 es una vista lateral de la parte de proa de un modelo de casco que incorpora el presente invento.

La Figura 4 es un gráfico que ilustra diagramáticamente la variación de la embotadura de la parte de proa de la Fig. 3 con calado.

20 La Figura 5 es un gráfico que ilustra diagramáticamente los resultados de las pruebas del modelo sobre proa cilíndrica convencional y estructuras de casco de proa bulbosa, así como un híbrido o combinación de ambos tipos, y

25 Las Figuras 6 y 7 son diagramas que ilustran los resultados de pruebas sobre modelos comparativos en las tres estructuras o formas de la Fig. 5 y dos de acuerdo con el presente invento, las Figuras relativas a las condiciones de plena carga y lastradas, respectivamente.

30 Ahora bien, las consideraciones que caracterizan y fundamentan una estructura de casco de acuerdo con el invento serán presentadas a continuación:

(I) La forma del plano paralelo de flotación de la proa en la proximidad de la línea de flotación de plena carga:

5 Aquí es mejor tener una mayor embotadura en el borde delantero, reduciendo de esta manera el ángulo de la inmediatamente siguiente línea de flotación que conduce al máximo respiradero del casco. De esta manera, los trastornos y dificultades locales en la proximidad del extremo de proa resulta mayor en comparación con una forma más fina, pero, cuando el calado es profundo, el caudal a lo largo de la superficie del casco se considera que es virtualmente bi-dimen-  
10 sional, y las influencias de tales molestias o dificultades no son grandes. Por lo tanto, la reducción del ángulo de la línea de flotación inmediatamente próxima a la parte de proa resultará justificada.

15 (II) La forma del plano de flotación de la proa en la proximidad de la línea de flotación lastrada:

Aquí las condiciones son diferentes y es mejor reducir las alteraciones locales en la proximidad del borde delantero porque, a medida que el calado se hace menos profundo, las influencias de las alteraciones locales se hacen mayores y su alcance o distancia tam-  
20 bién se prolonga porque la corriente o caudal se hace más tri-dimencional. La posición del borde delantero en la posición de línea de flotación lastrada no afecta a la longitud de un barco  $L_{pp}$ , conforme determinan las disposiciones usuales, así pues, al efecto de reducir el ángulo de la línea de flotación inmediatamente próxima, el  
25 eje delantero puede aquí proyectarse hacia delante del perpendicular avance en cuanto ello sea permisible para usos prácticos, produciendo así una proyección hacia delante que no es bulbosa, sino que más bien tiene la forma de una aleta de proyección avanzada.

(III) Cambio de embotadura del borde de proa con calado.

30 Este apartado se refiere a región o parte del borde de proa



entre las líneas de flotación de carga y de lastre. El razonamiento del apartado (I) es aplicable a la región inmediatamente debajo de la línea de flotación de plena carga. Así pues, la parte o porción de proa cilíndrica puede continuar perpendicularmente hasta una cierta profundidad por debajo de la línea de flotación de plena carga. El alcance de la porción perpendicular debajo de la línea de flotación de plena carga deberá ser determinada de acuerdo con la profundidad en la cual la poco deseable influencia del término  $\exp(K_0 Z \sec^2 \theta)$  resultante de la existencia de una parte bulbosa en la fórmula anteriormente citada (1) se hace pequeña, si han de mantenerse las ventajas de una proa cilíndrica en condiciones de plena carga. Entonces, los principios del apartado (II) pueden ser aplicados a la parte superior de la proyección de avance, haciéndola menos embotada, menos roma, y puede formarse como un lomo o cumbrera ligeramente convexo hasta aproximadamente la altura de la superficie de onda generada en la velocidad de servicio en condiciones lastradas. Esto hace preciso una rápida disminución en la embotadura del borde delantero de la proa en la dirección hacia abajo, pero ello puede ser dispuesto mediante el adecuado pareado de las líneas alrededor de la proa.

Se han llevado a cabo pruebas sobre modelos de transportador a granel del tipo-23, teniendo seis diferentes ejemplos de forma de proa. En pruebas de comparación, un modelo de proa cilíndrica convencional (forma de casco CY) presentó la mayor acción propulsiva en condiciones de calado de plena carga, mientras que el modelo bulboso fino (forma de casco B) resultó ser mejor en condiciones de calado lastrado.

Por lo tanto, se han hecho ensayos y tentativas para combinar la estructura o forma de proa, en las proximidades de la línea de calado de plena carga del modelo de casco CY, con la estructura de

proa en las proximidades de la línea de calado lastrada del modelo de casco B, para determinar si un modelo de barco de tal híbrida -o combinada- forma resultará beneficiosa para ambas.

Utilizando solamente los principios de los apartados (I) y (II) más arriba citados, fué elaborado un nuevo modelo de estructura de casco de barco CF, con vistas al dibujo perfecto y bello de las líneas y se realizaron pruebas de resistencia en tres condiciones de carga, junto con las formas originales, o paternas, de los cascos CY y B en el canal de agua circulante de los Solicitantes y el tanque de remolcado de la Universidad Nacional de Yokohama. Los resultados de estas pruebas pueden verse en las Figuras 5, 6, 7, que se refieren, respectivamente, a calado de prueba (de menor profundidad), condición de lastrado y en condiciones de plena carga.

En cada caso la ordenada es Cr, el coeficiente de resistencia residual, y la abcisa es Fn, número de Froude. Sin embargo, excepto en las condiciones de calado de prueba, la acción realizada por el nuevo modelo CF, queda entre las de las dos primeras u originales formas de casco y los resultados esperados no se consiguieron.

En consecuencia, otros dos modelos de barcos, uno con la estructura de casco CF<sub>2</sub>, en el cual el radio de curvatura del borde de la proa en la línea de flotación de agua a plena carga "R" era de 2 mts., el mismo que había sido el de la forma de casco CY, y otro con la estructura de casco CF<sub>3</sub> (R = 3 metros), ambos ajustándose y cumpliendo los requisitos del presente invento, fueron construidos utilizando el principio tercero, apartado (III), además de los apartados (I) y (II).

En la estructura de casco CF<sub>2</sub>, el anteriormente citado Y<sub>f</sub> era de B/22.8,  $\lambda$  era 0.027L e Y<sub>b</sub> era un poco menos de Y<sub>f</sub>/3, mientras que en la forma o estructura CF<sub>3</sub>, Y<sub>f</sub> fué B/15.2,  $\lambda$  fué 0.027L y la Y<sub>b</sub> fué un poco menor que la de Y<sub>f</sub>/3.



Ambos modelos CF<sub>2</sub> y CF<sub>3</sub> respondieron satisfactoriamente a las condiciones:

- a) coeficiente de escuadreo  $\geq 0.75$
- b) longitud entre perpendiculares ( $L_{pp}$ )  $\geq 120$  metros
- 5 c) embotadura  $Y_f$  (conforme aquí se define) de borde delantero o de proa en línea de flotación de plena carga está entre  $\frac{B}{45}$  y  $\frac{B}{15}$
- d) la longitud de la parte sobresaliente ( $l$ ) está entre  $0.02L_{pp}$  y  $0.04L_{pp}$  (véase Figura 3)
- 10 e) la embotadura de la parte sobresaliente que proyecta el borde de proa más de  $\frac{l}{3}$  se encuentra entre 0 y  $\frac{Y_f}{3}$  (véase Figura 4)
- f) la embotadura  $Y_f$  se extiende por debajo de la línea de flotación, por lo menos un 15% del calado a plena carga (véase Figuras 3 y 4)
- 15

Los gráficos de las Figuras 6 y 7 señalan que las estructuras de casco CF<sub>2</sub> y CF<sub>3</sub> sobrepasaron las formas de sus parentales u originales cascos en condiciones, tanto de lastre como a plena carga.

La temperatura del agua en las pruebas de comparación, incluyendo la forma de casco CF, fué diferente de la de las pruebas de comparación que comprendían el modelo de casco CF<sub>2</sub> y el modelo de casco CF<sub>3</sub>, pero la estructura de casco CY que era común para ambas pruebas señaló casi el mismo coeficiente de resistencia residual. Así pues, el respectivo coeficiente de resistencia residual de los cinco barcos de modelo vienen colectivamente indicados por medio de comparación en las Figuras 6 y 7.

Así pues, un modelo de casco conforme al presente invento tiene las ventajas, simultaneamente, de una proa cilíndrica y de una proa bulbosa, y, como podrá apreciarse por los resultados de las pruebas arriba mencionadas, permite una disminución de la resisten-

cia de agua ofrecida por el casco tanto en condiciones de plena carga como lastradas.

Descrita suficientemente la naturaleza de la invención, se hace constar expresamente que cualquier modificación de detalles que se introduzca en la misma, se considerará incluida dentro de esta protección, en tanto que no altere o modifique esencialmente su finalidad característica.

Por último, se declaran de novedad y propia invención las reivindicaciones consignadas en la siguiente

10

N O T A

1ª.- PERFECCIONAMIENTOS INTRODUCIDOS EN LA CONSTRUCCION DE CASCOS PARA BARCOS, caracterizados esencialmente porque la embotadura  $Y_f$ , de la parte del borde delantero de la proa en la región de la línea de flotación de plena carga, queda reflejada dentro de los siguientes límites:

15

$$\frac{B}{45} \leq Y_f \leq \frac{B}{15}, \text{ siendo B el máximo respiradero de gálibo del casco.}$$

2ª.- PERFECCIONAMIENTOS INTRODUCIDOS EN LA CONSTRUCCION DE CASCOS PARA BARCOS, según la anterior reivindicación, caracterizados esencialmente porque dicha porción del borde delantero de proa, se extiende perpendicularmente por debajo de la línea de flotación de plena carga en el borde delantero de la proa en, por lo menos 15% del calado de plena carga con esencialmente la misma embotadura.

20

3ª.- PERFECCIONAMIENTOS INTRODUCIDOS EN LA CONSTRUCCION DE CASCOS PARA BARCOS, según las anteriores reivindicaciones, caracterizados esencialmente porque debajo de dicha porción del borde delantero de la proa, una parte sobresaliente se extiende hacia adelante, desde ella en una distancia  $l$  en la que

25

$$0.02 L_{pp} \leq l \leq 0.04 L_{pp}, \text{ siendo } L_{pp} \text{ la longitud en-}$$

30



tre perpendiculares.

4.- PERFECCIONAMIENTOS INTRODUCIDOS EN LA CONSTRUCCION DE  
CASCOS PARA BARCOS, según las anteriores reivindicaciones, carac-  
terizados esencialmente porque la embotadura  $Y_b$  del borde delante-  
ro de proa de esa parte de porción sobresaliente de más de  $\frac{1}{3}$  de-  
lante de la región perpendicular, es esencialmente constante y:

$$0 < Y_b \leq \frac{Y_f}{3}$$

5.- PERFECCIONAMIENTOS INTRODUCIDOS EN LA CONSTRUCCION DE  
CASCOS PARA BARCOS.

10. Todo según se indica en la presente memoria, que consta de  
trece páginas escritas a máquina y las hojas de planos que se acom-  
pañan.

Madrid, 13 de Mayo de 1.970

EL AGENTE OFICIAL,



FIG. 1

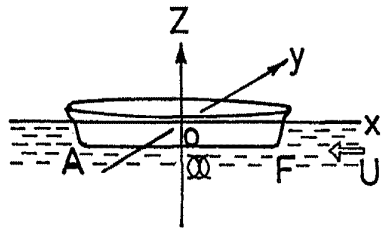


FIG. 2

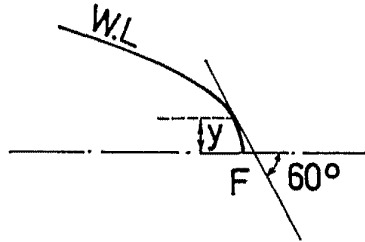


FIG. 3

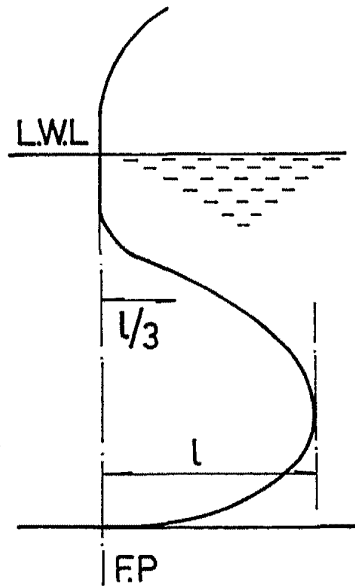
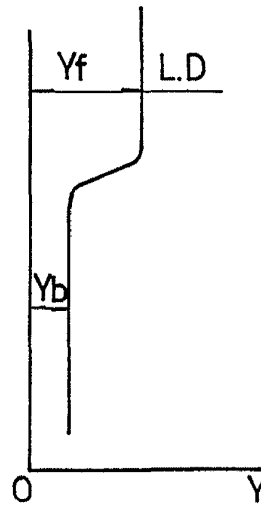


FIG. 4

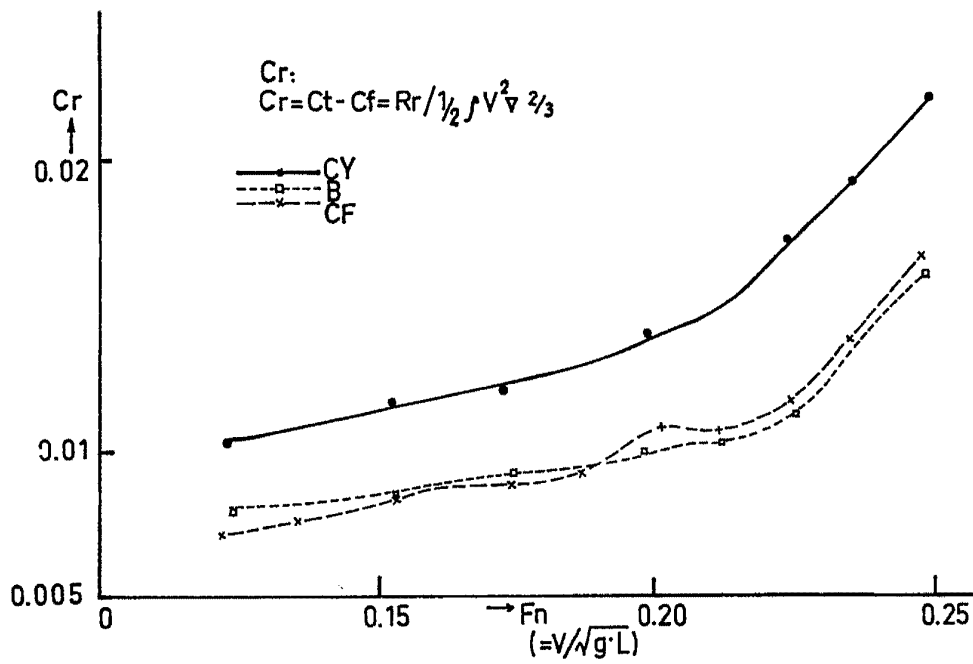


Madrid, 13 de Mayo de 1970  
JOSE MARIA DEL CORRAL,

ESCALA VARIABLE



FIG. 5



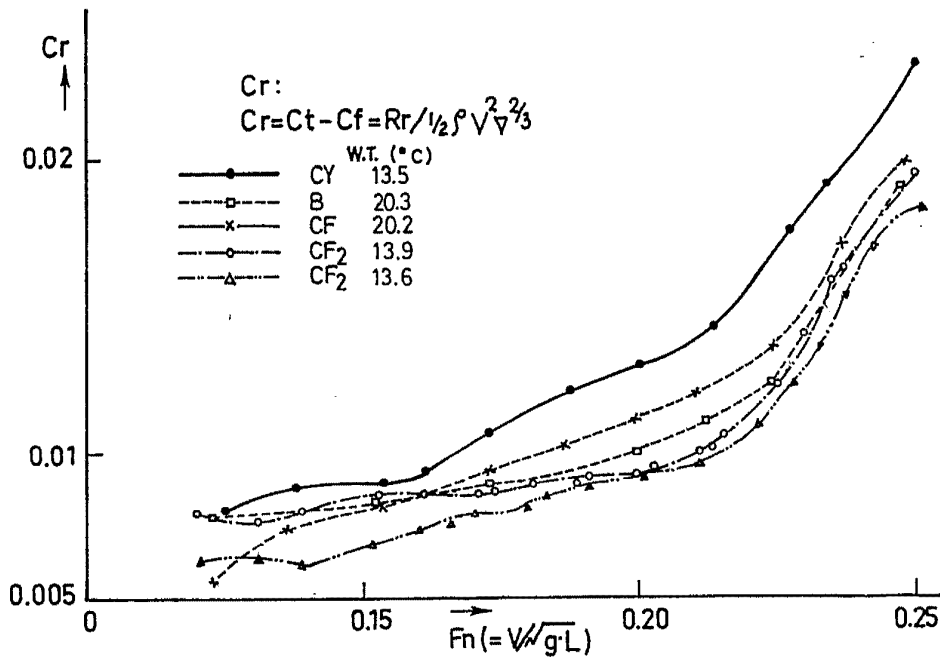
Habana, 13 de Mayo de 1970

INGENIERO EN MECANICA,

ESCALA VARIABLE



**FIG. 6**

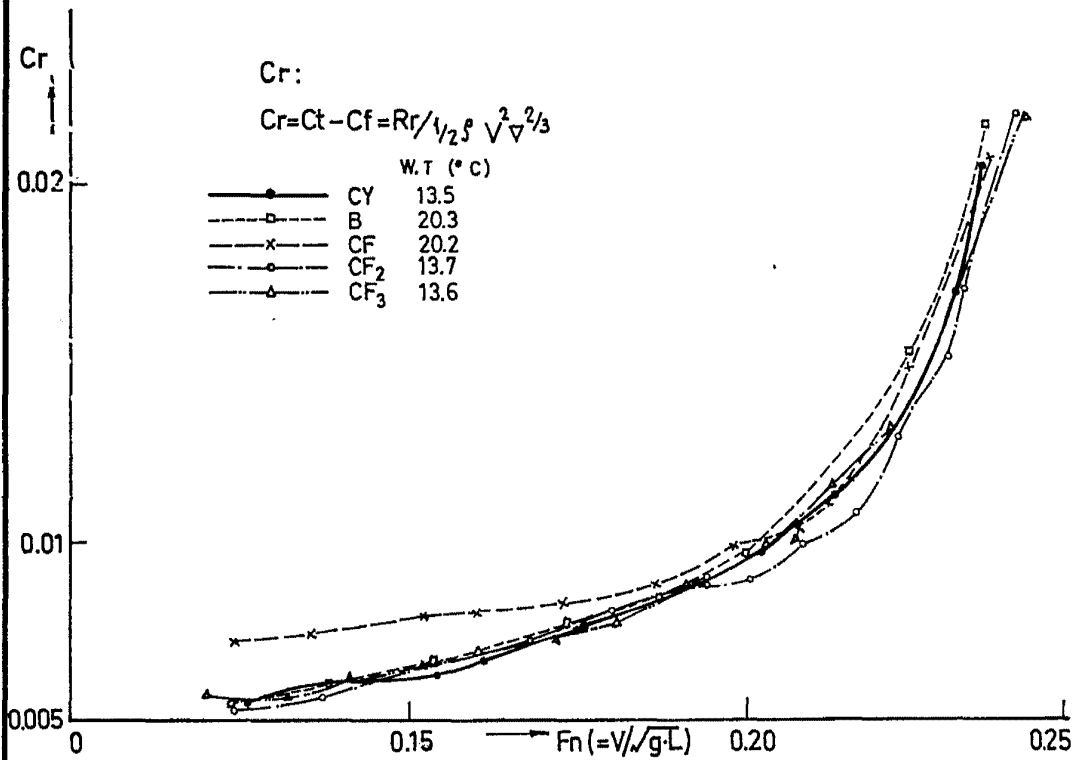


ESCALA VARIABLE

Madrid, 13 de Mayo de 1970  
 JOSE MARIA DEL CORRAL,



FIG. 7



Madrid, 13 de Mayo de 1.970  
JOSE MARIA DEL CORRAL,

ESCALA VARIABLE'