

409585



409585

F.c. 15-9-75

Int. Cl.<sup>2</sup> B 64 C

*Memoria Descriptiva*

*sobre:*

Perfeccionamientos en secciones hidrodinámicas  
utiles como hidroaletas para sustentación de  
embarcaciones.

==.=.=.=.=.=.=.=.=.=.=.=.=.=.=.=.

*Solicitante:* THE BOEING COMPANY, entidad norteamericana, residente  
en P.O. Box 3999, Seattle, Washington, EE.UU. de A.

==.=.=.=.=.=.=.=.=.=.=.=.=.=.=.=.

La presente invención se refiere a secciones hidro  
dinámicas y a un procedimiento para diseñar dichas seccio-  
nes hidrodinámicas como hidroaletas.

Las hidroaletas son bien conocidas como medio de  
5. sustentación de embarcaciones durante la navegación para dar

**POOR  
QUALITY**

409585



- 2 -

- mejores características de funcionamiento y reducir la demanda de energía si se compara con las embarcaciones de casco tradicional. Hasta ahora se han propuesto diversos diseños para las secciones hidrodinámicas para utilizarse en dichas aplicaciones. Estos diseños se han desarrollado para hélices de aviones y secciones de ala con el fin expreso de retardar el efecto de compresibilidad que se creía perjudicial para el funcionamiento del avión. Una comparación de las pruebas de túnel aerodinámico de las secciones hidrodinámicas de la tecnología anterior indica que se consigue una notable mejora en la relación entre la sustentación y la resistencia al avance o rendimiento aerodinámico con un número de Reynolds bajo mediante un diseño con el que se retarden los efectos de compresibilidad. Una de dichas secciones hidrodinámicas se conoce como serie NACA 16-XXX que ha demostrado tener las características más deseables de las secciones hidrodinámicas de la tecnología anterior incluyendo una baja supervelocidad en la superficie superior.

- Algunas de las características de la serie 16-XXX no son deseables cuando se consideran desde el punto de vista de aplicación hidrodinámica a plena escala de números de Reynolds, a saber, la gran presión negativa cerca del borde de ataque y el pronunciado gradiente de presión positiva en el borde posterior que hace a la sección susceptible a las variaciones de flujo incluyendo cavitación y separación de capa límite. La sensibilidad del flujo a las imperfecciones superficiales puede afectar perjudicialmente también la calidad de marcha y funcionamiento del vehículo. Las secciones aerodinámicas propuestas anteriormente para utilizarse en el medio ambiente donde operan las hidroaletas no ofrecen similarmente potencial

409585

- 3 -



de mejora notable en capacidad de funcionamiento y calidad de marcha.

5. La aplicación de sistemas de hidroaletas a las embarcaciones son bien conocidas por la tecnología; no obstante, con anterioridad a éste invento, el esfuerzo principal en el desarrollo de la tecnología se ha encaminado hacia el establecimiento de sistemas de control y métodos de unión de las hidroaletas, diseño de puntales, sistemas de propulsión y otros similares.

10. El método del presente invento para diseñar secciones hidrodinámicas, descrito en la presente memoria, utiliza programas analíticos de ordenador escritos para resolver problemas que surgen en las industrias del espacio aéreo y acuático junto con datos experimentales obtenidos durante el funcionamiento de sistemas hidrodinámicos conocidos hasta ahora. Para definir las características de distribución de presión y de capacidad límite que se creen convenientes para aplicación hidrodinámica sin restricciones con objeto de establecer la sección hidrodinámica deseada, se estableció un perfil de presión para una sección hidrodinámica que viajará a través de un líquido a una velocidad de diseño dada donde el perfil tiene una zona de presión positiva en el borde de ataque de la sección, una zona de presión negativa sobre una superficie superior de la sección con un segmento retorcido en el perfil de presión en un segmento dispuesto hacia atrás de la superficie superior que proporciona presiones negativas reducidas para controlar la cavitación, una zona de presión positiva sobre toda la superficie inferior de la sección de nuevo con un segmento retorcido en el perfil de presión sobre un segmento dispuesto hacia atrás de la superficie inferior donde se ob-

15.

20.

25.

30.

409585



- 4 -

- servan presiones positivas reducidas, de nuevo para controlar la cavitación. También se ha de establecer una zona de presión positiva en el borde posterior de la sección. Habiendo cumplido el perfil de presión el criterio de diseño arriba expuesto,
5. se desarrolló analíticamente una sección hidrodinámica que tuviera estas características empleando técnicas de ordenador. Una sección hidrodinámica que demostró cumplir con el criterio de diseño es una sección que tiene una mayor parte de la superficie inferior plana con una mayor parte de la superficie superior definida por una pluralidad de arcos circulares.
- 10.

- Los objetos, atributos y características de este invento resultarán más evidentes por una evaluación de la descripción detallada que sigue, de la modalidad de preferencia,
15. tomando como referencia los dibujos adjuntos, en los que:

La figura 1 ilustra un perfil de presión para una sección aerodinámica típica de la tecnología anterior a este invento.

- La figura 2 ilustra un esquema de perfil de presión de una sección hidrodinámica típica de la tecnología anterior a este invento.
- 20.

La figura 3 ilustra un esquema de perfil de presión para utilizarse en el diseño de una sección de aleta hidrodinámica según este invento.

- La figura 4 ilustra un plano hidrodinámico real donde se produce cavitación.
- 25.

La figura 5 ilustra un plano hidrodinámico linealizado que ilustra las condiciones límite observadas en operaciones hidrodinámicas.

- La figura 6 ilustra gráficamente una parte de la
- 30.



transformación conforme utilizada en el diseño de las secciones hidrodinámicas de éste invento.

5. La figura 7 ilustra otra representación gráfica de una etapa ulterior en la transformación conformal utilizada para resolver el problema de diseño expuesto en la presente memoria.

La figura 8 ilustra una sección de hidroaleta que cumple con muchos de los criterios de diseño para la sección hidrodinámica de éste invento.

10. La figura 9 ilustra un ejemplo de la serie NACA 16-XXX de hidroaletas para fines comparativos.

La figura 10 es una representación gráfica de las características de funcionamiento de la sección hidrodinámica ilustrada en la figura 8; y

15. La figura 11 es una distribución de presión bidimensional calculada para la sección hidrodinámica ilustrada en la figura 8.

20. El método para establecer una sección con las mejoras citadas utiliza programas analíticos de ordenador disponibles y datos experimentales para definir las características de distribución de presión y capa límite que se creen deseables para una aplicación hidrodinámica sin restricciones. Comenzando con una sección sin arquear, se definió una distribución de presión con ciertas demandas que diferían del perfil de presión conocido para hidroaletas como las de la serie NACA 16-XXX ilustrada en las figuras 2 y 9. La presión negativa cerca del borde de ataque de las secciones de la serie 16-XXX son grandes, lo que las hace susceptibles a cavitación del borde de ataque debido a fluctuaciones del ángulo de ataque. Para mejorar esta situación se alteró el coeficiente y

25.

30.

409585



- 6 -

gradiente de presión sobre la parte delantera de la sección propuesta.

5. Los gradientes de presión sobre la parte trasera de la sección de la serie 16-XXX permanece negativa hasta el 60% de la cuerda y después aumenta rápidamente según se aproxima el borde posterior. Este tipo de distribución de presión es particularmente sensible a la separación turbulenta en toda la gama de números de Reynolds debido a la deceleración rápida del flujo desactiva la capa límite por lo que ya no puede seguir la superficie. Esto se agravaría además cuando se utilizara la aleta hipersustentadora, al ser más propenso el flujo a separarse en el lado de la sección opuesta a la desviación de la aleta hipersustentadora. Para la sección del ejemplo, la distribución de presión sobre la parte trasera de la cuerda se ajustó para decelerar gradualmente el flujo, reduciéndose, por lo tanto la posibilidad de separación turbulenta. La distribución de presión resultante contiene una región cóncava o retorcida sobre la parte trasera de la sección. Esta región cóncava característica es el resultado del criterio de evitar o retardar la separación turbulenta. El alcance y gradiente de las presiones en esta región depende de la gama de números de Reynolds que necesita la sección para funcionar. Otro efecto de esta distribución es estabilizar el lugar de la transición laminar a turbulenta en una posición más favorable en la sección desde el punto de vista de resistencia al avance del perfil.
- 10.
- 15.
- 20.
- 25.

30. La figura 3 ilustra el campo de presión alrededor de la sección hidrodinámica de éste invento. Para una superficie sustentadora que funcionara a su ángulo de ataque de diseño cerca de la superficie libre, éste invento incorpora las



características indicada a continuación:

5. 1) La presión se reduce gradualmente a través de la superficie superior desde la posición de presión de remanso 21 cerca del borde de ataque 20 hasta una sección negativa cerca del centro 22. La magnitud de la presión negativa mínima está definida por la presión del vapor del fluido. La presión en la parte posterior 24 de la sección aumenta gradualmente desde la presión negativa mínima cerca del centro hasta un valor positivo cerca de la región de remanso del borde posterior 26.
10. 2) La distribución de presión en la parte posterior de la sección contiene una parte cóncava o retorcida. La finalidad de esta parte retorcida es estabilizar la región de transición de la capa límite haciéndola insensible a las fluctuaciones en el flujo debido a velocidades orbitales de la onda; también actúa para evitar la separación del flujo. La forma y extensión de la parte retorcida están definidas por la gama de números de Reynolds en la que se ha diseñado la sección para funcionar.
15. 3) La presión en la superficie inferior 30 se reduce gradualmente desde la presión de remanso cerca del borde de ataque hasta un valor positivo mínimo cerca de la parte media de la sección. La distribución de la presión en la parte posterior se reduce gradualmente desde la presión positiva mínima cerca de la parte media hasta el borde posterior 28. La distribución de la presión de la superficie inferior puede contener también una parte retorcida. La magnitud de la presión de la superficie inferior está determinada por la sustentación que se desea desde la sección. Como la succión mínima sobre la superficie superior está limitada por la presión
- 20.
- 25.
- 30.

409585



del vapor, la superficie inferior genera una parte notable de la sustentación.

5. 4) La distribución de la presión en ambos lados de una sección de puntal simétrica será similar a la distribución de la presión de la superficie superior de la aleta hidrodinámica.

La figura 1 ilustra la distribución de la presión sobre una sección aerodinámica típica para comparación.

10. La figura 2 ilustra la distribución de la presión sobre una sección hidrodinámica típica para comparación.

La teoría expuesta a continuación describe un método de obtener secciones con las características deseadas.

#### TEORIA LINEALIZADA

15. Considerando que existe un flujo uniforme bidimensional, incompresible, e irrotacional en todas partes en los planos físicos por fuera de la cavidad de la aleta hidrodinámica, se puede suponer que existe una función de velocidad compleja,  $\omega = V_x - iV_y$ , donde  $\omega$  es la función de velocidad total completa  $V_x$  es el componente de velocidad horizontal total e  $V_y$  es el componente de velocidad vertical total. La función de velocidad total comple  $\omega$  se conoce de la mecánica elemental de los fluidos y se puede obtener como sigue:

20. Supongamos que  $\phi$  y  $\psi$  son el potencial de velocidad y la función de la corriente de un fluido bidimensional uniforme, incompresible, irrotacional. Definiendo  $Q = \phi + i\psi$  como el potencial complejo y tomando las derivadas con respecto a  $x$ , se obtiene lo que sigue:

$$\frac{\partial Q}{\partial x} = \frac{\partial \phi}{\partial x} + i \frac{\partial \psi}{\partial x} = \frac{dQ}{dz} \frac{\partial z}{\partial x} = \frac{dQ}{dz}$$



puesto que de  $z = x + iy$ ,  $\partial z / \partial x = 1$

Introduciendo  $V_x$  y  $V_y$ , los componentes de velocidad,

$$V_x = -\frac{\partial \phi}{\partial x}, \quad V_y = \frac{\partial \psi}{\partial x}$$

5. y sustituyendo, se obtiene la relación siguiente:

$$-\frac{dQ}{dz} = V_x - iV_y$$

Donde  $-\frac{dQ}{dz}$  se llama la velocidad compleja  $\omega$ .

10. Como  $\phi$  y  $\psi$  satisface las ecuaciones de Cauchy-Riemann,  $\omega$  las debe satisfacer también puesto que  $V_x$  y  $V_y$  son, ambas, funciones analíticas de  $\phi$  y  $\psi$ . Por lo tanto,  $\omega$  es una función analítica de la variable compleja,  $z = x + iy$ , donde  $(x,y)$  son las coordenadas rectangulares en el campo de flujo ilustrado en la figura 4. Así

15.

$$\omega(z) = V_x(x,y) - iV_y(x,y)$$

Una descripción total de los conceptos arriba expuestos se puede encontrar en trabajos normales sobre la mecánica de los fluidos. Volviendo a escribir  $\omega$  como sigue:

20.

$$\omega(z) = V^{\infty} [ 1 + u(x,y) - iv(x,y) ],$$

sigue que una nueva función  $\omega(z) + u(x,y) - iv(x,y)$ , que se llama la velocidad de perturbación compleja, es también una función analítica en la misma región que  $\omega(z)$ .  $\omega(z)$  satisface las ecuaciones de Cauchy-Riemann, por lo que se satisfacen la ecuación de continuidad.

25.

$$\frac{\partial u(x,y)}{\partial x} = -\frac{\partial v(x,y)}{\partial y}$$

30.

y la condición de flujo irrotacional

409585

- 10 -



$$\frac{\partial u(x,y)}{\partial y} = \frac{\partial v(x,y)}{\partial x}$$

Observese que

$$5. \quad u(x,y) = \frac{V_x(x,y) - V_{\infty}}{V_{\infty}}, v(x,y) = \frac{V_y(x,y)}{V_{\infty}}$$

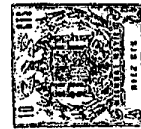
10. por lo que  $u$  y  $v$  son cantidades sin dimensiones y son razones de los componentes de velocidad inducida de la aleta hidrodinámica a la velocidad de la corriente libre; asimismo todas las mediciones de longitud se normalizan con respecto a la cuerca  $C$ .

15. Las suposiciones básicas de la teoría linealizada consisten en que las magnitudes de las velocidades de perturbación,  $(u,v)$  debidas a la presencia de ambas en la corriente principal, son pequeñas en comparación con la magnitud de la velocidad de la corriente libre  $V_{\infty}$ . Como consecuencia de la suposición de la pequeña perturbación, las condiciones del flujo en las superficies reales del cuerpo y cavidades se pueden evaluar sobre el plano horizontal  $y=0$  alineado con la velocidad de la corriente libre. Las condiciones límite de este problema se pueden determinar como sigue: A  $Z=\infty$ , esta condición es exacta. Para simplificar la condición límite en el límite de la cavidad y en la superficie anegada de la hidroaleta supondremos que tanto la curvatura de la sección transversal como el ángulo de ataque son magnitudes pequeñas de primer orden. Los cuadrados y potencias superiores de estas cantidades se pueden despreciar. En estas condiciones, como  $\alpha=0$ , la cavidad, que parte de un lugar arbitrario en el sentido de la cuerda sobre la superficie superior y el borde posterior de la superficie inferior de la hidroaleta, se extiende hasta el infini-

20.

25.

30.



- nito con una configuración esbelta. Es razonable suponer que, a excepción de los efectos gravitacionales que se dejan a un lado, la cavidad se alinea en la dirección del flujo no perturbado. En el límite de la cavidad se alinea en la dirección del flujo no perturbado. En el límite de la cavidad se supone que la velocidad del flujo es igual a la velocidad de la corriente libre y, por lo tanto,  $u=0$ . En la superficie anegada de la hidroaleta, el flujo debe ser tangente a la superficie sólida; de aquí que  $\frac{\partial y}{\partial x} = \frac{V}{1+u} \approx V$  donde,  $y$  es la coordenada de la hidroaleta.
- 5.
- 10.

- En la superficie libre,  $y=h$  la ecuación de Bernoulli linealizada se convierte en  $u = \lambda - g / \sqrt{V_{\infty}^2} \approx 0$  cuando el número de Froude basado en la altura de la onda,  $\lambda$ , es muy grande. En la superficie anegada, empleando la ecuación de Bernoulli y linealizando, ocurre que
- 15.

$$C_p = \frac{P - P_{\infty}}{\rho} \alpha - 2u$$

Las condiciones límite se ilustran en la figura 5.

#### REPRESENTACION CONFORME

- Mediante el empleo de una transformación de Schwarz-Christoffel, la línea  $y=u$  y la línea seminfinita  $y=0, x > 0$ , se transforma en el eje real del plano  $v$  donde  $v_1 \neq iv_2$ , mientras que el plano  $z$  completo se representa sobre la mitad inferior del plano  $v$  según se ilustra en la figura 6. La transformación exigida es entonces:
- 20.

$$\frac{dz}{dv} = C_1 \quad C_2 \left[ v - (-a) \right]^{0-1} \quad (v-0) \quad \frac{2\pi}{i} = / C_3$$

$$\begin{array}{cccc} \text{(en P)} & \text{(en N)} & \text{(en L)} & \text{(en M)} \end{array}$$

$$= \frac{A^v}{v+a} = A \frac{v/a}{1+v/a}$$

25.

30.

409585

- 12 -



especificando los puntos siguientes en la transformación:

- 5.
- 1)  $x = -\infty, y = h$  to  $v_1 = -\infty$
  - 2)  $x = +\infty, y = 0^+$  to  $v_1 = -a$
  - 3)  $x = 0, y = 0$  to  $v_1 = 0$
  - 4)  $x = +8, y = 0^-$  to  $v_1 = +\infty$

Integrando la ecuación anterior - y aplicando la condición  $v=0$  a  $z=0$ , se obtiene la transformación que sigue:

$$z = Aa \left[ \frac{v}{a} - \ln \left( 1 + \frac{v}{a} \right) \right]$$

10. e igualando partes reales e imaginarias

$$x = Aa \left[ \frac{v_1}{a} - \ln \left( 1 + \frac{v_1}{a} \right) \right]$$

$$y = Aa \left[ \frac{v_2}{a} - \text{razonamiento } v \right]$$

15. Especificando adicionalmente que el borde posterior de la placa  $x = 1, y = 0^-$  se transforma en  $v_1 = +1$ , el lugar de venteo sobre la superficie superior  $x=0, y=0^+$  en  $v_1 = -f$ , y el cambio en el valor imaginario de  $z$  según  $v$  pasa por  $v_1 = -a$  como  $y=h/c$ , se obtienen las ecuaciones que siguen:

20.

$$\frac{1}{A} = 1 - \frac{a \ln \left( 1 + \frac{1}{a} \right)}{a}$$

$e = Aa \left[ -f/g - \ln \left( 1 - f/g \right) \right]$   
 aed  $y = h/c = Aa \left[ 0 - (-\pi) \right] = Aa\pi$   
 como  $v_2 = 0$  y el plano  $z$  se representa dentro del plano  $v$  inferior, el razonamiento  $v = -\pi$  a  $v_1 = -a$ .

25. La representación conforme se aplicó para representar el plano  $z$  por fuera del círculo unitario  $y = 1$ , según se ilustra en la figura 6. La primera transformación

$$v^1 = \frac{1-f-2v}{1+f}$$

30. estira el lugar de venteo de la hidroaleta  $v$  a lugar  $+1$



sobre el eje real  $v^1$  y representa la mitad inferior de la  $v$  sobre la mitad superior del plano  $v^1$ . La segunda transformación es una transformación de Joukowski de la forma

$$v^1 = \frac{z^2 + 1}{2z} \quad \text{or } z = v^1 + \sqrt{(v^1)^2 - 1}$$

5.

que representa la superficie anegada de la hidroaleta sobre la mitad superior del círculo unitario,  $\zeta = 1$

para los puntos sobre el círculo unitario para el que  $\zeta$  es igual a  $le^{i\theta}$ , el valor correspondiente de  $x$  sobre la superficie anegada se halló por

10.

$$\zeta = e^{i\theta} = \cos\theta + i\sin\theta = v^1 + i\sqrt{1-(v^1)^2} = v^1 + i\sqrt{1-(v^1)^2},$$

puesto que  $v_2^1 = 0$

$$\cos\theta = v_1^1 = \frac{1-f-2v}{1+f} = \frac{1-f-2v_1}{1+f}, \text{ puesto que } v_2 = 0$$

15.

$$v_1 = \frac{1-f-(1+f)\cos\theta}{L} = \frac{K-\cos\theta}{L}$$

$$\text{donde } K = \frac{1-f}{1+f}, \quad L = \frac{\ell}{1+f}$$

$$\text{asi, } x = Aa \left[ \frac{K-\cos\theta}{aL} - \ln \left( \frac{aL + 1e - \cos\theta}{aL} \right) \right] =$$

20.

$$Aa \left[ \frac{K-\cos\theta}{aL} - \ln \left( \frac{p-\cos\theta}{aL} \right) \right]$$

$$\text{donde } P = K + aL$$

Diferenciando, se halló que

25.

$$\frac{dx}{d\theta} = \frac{A}{L} (\sin\theta) \frac{K-\cos\theta}{P-\cos\theta}$$

El borde de ataque de la hidroaleta en el plano  $\zeta$  se obtiene por

$$\cos\phi = \frac{1-f}{1+f} = K$$

30.

409585



- 14 -

El índice sobrescrito indica el número de Referencia.

Para determinar una forma de sección a h/c dado, dada una distribución básica de  $C_p$ , entonces la línea media se obtiene por:

5. 
$$Y'_c(\theta_0) = -\frac{1}{2\pi} \int_0^{\pi} \frac{C_{pBasic} \sin^2 \theta}{\cos \theta - \cos \theta_0} d\theta; \text{ donde}$$

$$Y'_c = \frac{d Y_c}{d \theta}$$

y la distribución de espesor se obtiene por

10. 
$$\frac{Y'(\theta_0)}{\sqrt{\rho}} = -\frac{2}{1+f} \frac{\sqrt{a/A}}{\cos \phi - \cos \theta_0}; \text{ donde } Y' = \frac{d Y}{d \phi}$$

y  $\sqrt{\rho}$  = término de espesor parabólico

definiendo de este modo los parámetros básicos necesarios para el diseño de una sección hidrodinámica que tiene el perfil de presión deseado.

15.

En las figuras 8, 10 y 11 se ilustra una aleta hidrodinámica que reúne muchos de los criterios de diseño expuestos anteriormente. Esta sección de hidroaleta de fondo plano se construye con una mayor parte del fondo plana y con una mayor parte de la superficie superior definida por tres arcos circulares según se ilustra. El contorno de ataque y sección de cola se ilustran diseñados para proporcionar una presión positiva en la región de remanso del borde de ataque y una presión positiva sobre la hidroaleta en la región de remanso de borde posterior. La forma ilustrada proporciona una parte retorcida en ambos perfiles de presión de las superficies superior e inferior para ejercer la influencia deseada sobre la cavitación y desanegación de la hidroaleta.

20.

25.

Para comparación la sección NACA 16-30 (7.5) se ilustra en la figura 9. Su fondo curvado produce una presión nega

30.



tiva sobre la superficie inferior según se ilustra en la figura 2 para el paso sin arquear a través de un líquido.

A pesar de que los inventores han descrito su invento con relación a modalidades específicas, resultará evidente a los expertos en la materia que se puede hacer modificaciones dentro del alcance de este invento.

#### N O T A

10. Descrita suficientemente la naturaleza del invento así como la manera de realizarlo en la práctica, debe hacerse constar que las disposiciones anteriormente indicadas son susceptibles de modificaciones de detalle en cuanto no alteren su principio fundamental. También se hace constar que el invento
15. corresponde a una solicitud de patente presentada en Norteamérica con el nº Ser. No. 207.414 de 13 de Diciembre de 1.971, acogiéndose por lo tanto a los beneficios que conceden los Convenios Internacionales en vigor, siendo lo que constituye la esencia del referido invento y por lo que se solicita Patente
20. de Invención por 20 años en España sobre: PERFECCIONAMIENTOS EN SECCIONES HIDRODINAMICAS UTILES COMO HIDROALETAS PARA SUSTENTACION DE EMBARCACIONES; caracterizándose por lo siguiente:
25. 1.- Perfeccionamientos en secciones hidrodinámicas útiles como hidroaletas para sustentación de embarcaciones que tienen un eje geométrico alargado y que es apropiada para utilizarse como aleta hidrodinámica cuando se mueve a través de un líquido en la dirección definida por dicho eje geométrico alargado, caracterizados porque cada sección se forma por un primer
30. medio superficial que define una primera superficie, cuya primera superficie está contorneada de modo que se forma una zona

409585

- 16 -



- de presión negativa sobre la primera superficie cuando la sección hidrodinámica se mueve a través de un líquido, presentando la zona de presión negativa una parte alargada dispuesta hacia atrás a lo largo de la primera superficie con respecto a la dirección de avance para estabilizar la capa divisoria y evitar la separación del líquido, siendo la presión negativa de la parte alargada relativamente menor que la presión negativa de otras partes de la zona de presión negativa formadas sobre la primera superficie. Un segundo medio superficial que define una segunda superficie, estando contorneada la segunda superficie de modo que se forme una zona de presión positiva sobre la segunda superficie cuando la sección hidrodinámica se mueve a través de un líquido, comprendiendo dicha zona de presión positiva una parte alveada dispuesta hacia atrás a lo largo de la segunda superficie con respecto a la dirección de avance para estabilizar la capa divisoria y evitar la separación del líquido, siendo la presión positiva de la parte alveada relativamente menor que la presión positiva de las otras partes de la zona de presión positiva formada sobre la segunda superficie; uniéndose los primer y segundo medios superficiales para definir un frente delantero, cuyo frente delantero se forma de modo que se forme una zona de presión positiva alrededor de dicho frente delantero cuando la sección hidrodinámica se mueve a través de un líquido y uniéndose los primer y segundos medios superficiales para definir un frente trasero, cuyo frente trasero se forma de modo que se forme una zona de presión negativa alrededor de dicho frente trasero cuando la sección hidrodinámica se mueve a través de un líquido.
- 2.- Perfeccionamientos según la reivindicación 1, caracterizados porque las partes alveada se sitúan entre el pun
- 5.
  - 10.
  - 15.
  - 20.
  - 25.
  - 30.



to medio de la sección hidrodinámica y el frente trasero.

3.- Perfeccionamientos según las reivindicaciones 1 o 2, caracterizados porque la línea media entre las primeras y segundas superficies está definida por la ecuación hidrodinámica:

5.

$$Y'_c(\theta_0) = -\frac{1}{2\pi} \int_0^{\pi} \frac{C_p \text{ Basic} \sin \theta}{\cos \theta - \cos \theta_0} d\theta$$

y porque el espesor entre la primera y la segunda superficie está definido por la ecuación hidrodinámica:

10.

$$\frac{Y'_c(\theta_0)}{\sqrt{p}} = -\frac{2}{1+f} \frac{\sqrt{a/A}}{\cos \theta - \cos \theta_0}$$

donde;

15.

$C_p \text{ Basic}$  es una ecuación de distribución de presión que tiene partes alveadas situadas entre los puntos medios de dicha sección hidrodinámica y dicho frente trasero;

$Y'_c(\theta_0)$  es la distancia de separación normalizada entre la línea media y dicho eje geométrico alargado de la sección en  $\theta = \theta_0$ ;

20.

$\theta$  es el razonamiento del vector de posición de la superficie transformada;

$\theta_0$  es un lugar arbitrario de  $\theta$ ;

$Y_{t,p}(\theta_0)$  es la distribución de espesor normalizado entre dicha superficie en  $\theta = \theta_0$ ;

25.

$p$  es una constante de distribución de espesor parabólica elegida;

$\phi$  es el valor de  $\theta$  en el frente delantero; y

$A$ ,  $a$  y  $f$  son constantes de transformación determinadas por la distribución de presión deseada.

30.

409585



- 18 -

- 4.- Perfeccionamientos según las reivindicaciones anteriores, caracterizados porque cuando la sección hidrodinámica longitudinal tiene un eje geométrico alargado, un morro contorneado, y una primera y segunda superficies, estando la sección transversal de la sección hidrodinámica definida geométricamente con respecto a un sistema de coordenadas cartesianas normalizado, donde  $x$  representa la abscisa e  $y$  representa la ordenada, la distancia entre  $x = 0$  y  $x = 0,09$  forma el morro contorneado y está definida por las ecuaciones siguientes:
5.  $Y_{\text{superior}} = y_n + \sqrt{2p} \sqrt{x+x} \text{TAN } \theta_n + D_U x^{3/2} + E_U x^2$   
 10.  $Y_{\text{inferior}} = y_n - \sqrt{2p} \sqrt{x+x} \text{TAN } \theta_n + D_L x^{3/2} + E_L x^2$  en donde  
 $y_n = .011$ ;  $P = .003$ ;  $\theta_n = 16^\circ$ ;  $D_U = -.980613$ ;  $E_U = 1,079206$ ;  $D_L = -.959277$ ;  $E_L = 1.522381$ ;  
 estando definida la primera superficie entre  $x = 0,09$  y  $x = 0,48$  por un arco circular que tiene un radio normalizado a
15.  $2,342726$ ; estando definida la primera superficie entre  $x = 0,48$  y  $x = 0,75$  por un arco circular que tiene un radio normalizado =  $2,093426$ ; estando definida la primera superficie entre  $x = 0,75$  y  $x = 1,0$  por una línea recta; estando definida la segunda superficie entre  $x = 0,09$  y  $x = 0,667$  por una línea
20. recta que queda a lo largo de la coordenada  $y = 0$ ; estando definida la segunda superficie entre  $x = 0,667$  y  $x = 0,75$  por un arco circular que tiene un radio normalizado =  $1,431339$ ; siendo la segunda superficie entre  $x = 0,75$  y  $x = 1,0$  una línea recta; siendo el espesor normalizado de dicha sección entre la
25. primera y la segunda superficies a  $x = 0,09$  igual a  $0,042310$ ; siendo el espesor normalizado de la sección entre la primera y la segunda superficies a  $x = 0,48$  igual a  $0,075$ ; siendo el espesor normalizado de dicha sección entre la primera y la segunda superficie a  $x = 0,667$  igual a  $0,066658$ ; y siendo el espesor normalizado de dicha sección entre la primera y la segun-
- 30.

409585



- 19 -

das superficies a  $x = 0,75$  igual a  $0,057515 - 0,002426$ .

5.- Perfeccionamientos en secciones hidrodinámicas  
utiles como hidroaletas para sustentación de embarcaciones,  
tal y como queda sustancialmente descrito en la presente Memoria  
y en los dibujos adjuntos.

5.

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

Madrid, 16 MAYO 1975

THE BOEING COMPANY.

Edmundo Fernández de los Ríos  
Sr. P. Fernández de los Ríos

409585



13 MAR. 1974

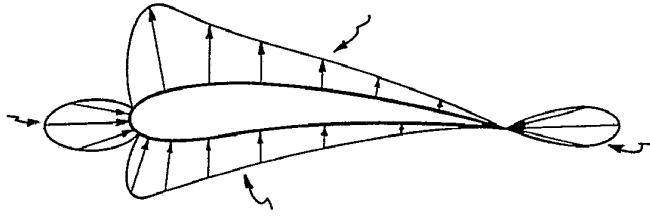


Fig. 1.

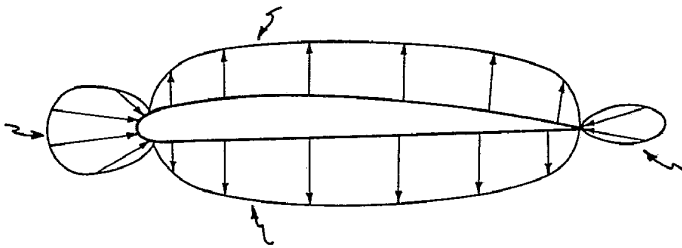


Fig. 2.

V. MARBLE

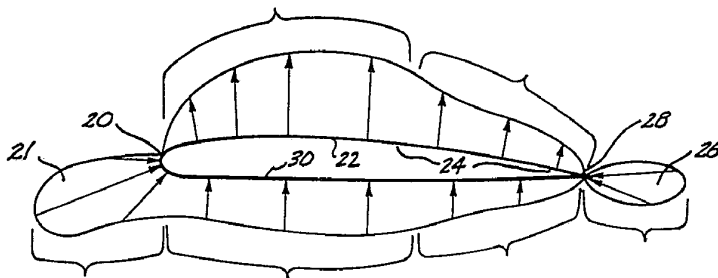


Fig. 3.

13 MAR 1974

*Handwritten signature or name, possibly 'Kempner', written in cursive script.*

409585

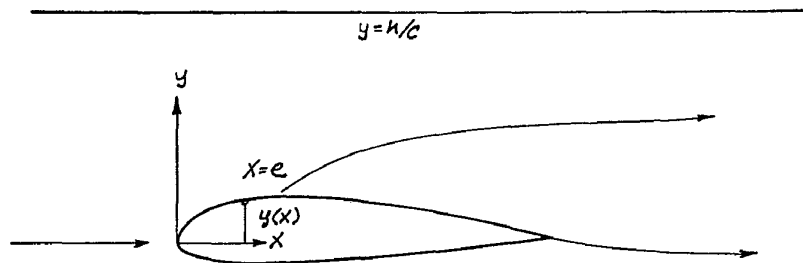


Fig. 4.

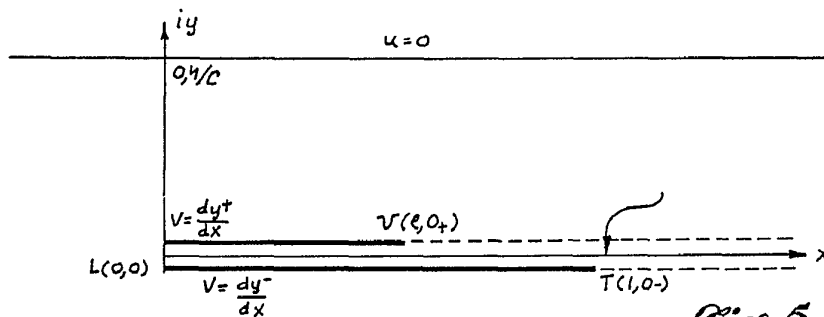


Fig. 5.

ESCALA VARIABLE

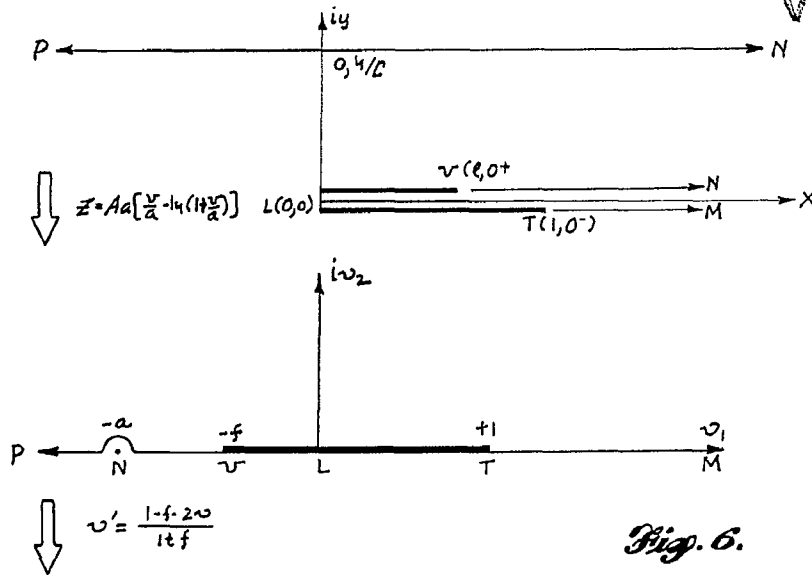


Fig. 6.

13 MAR. 1974

*[Handwritten signature]*

409585



13

FORMULA  
VARIABLE

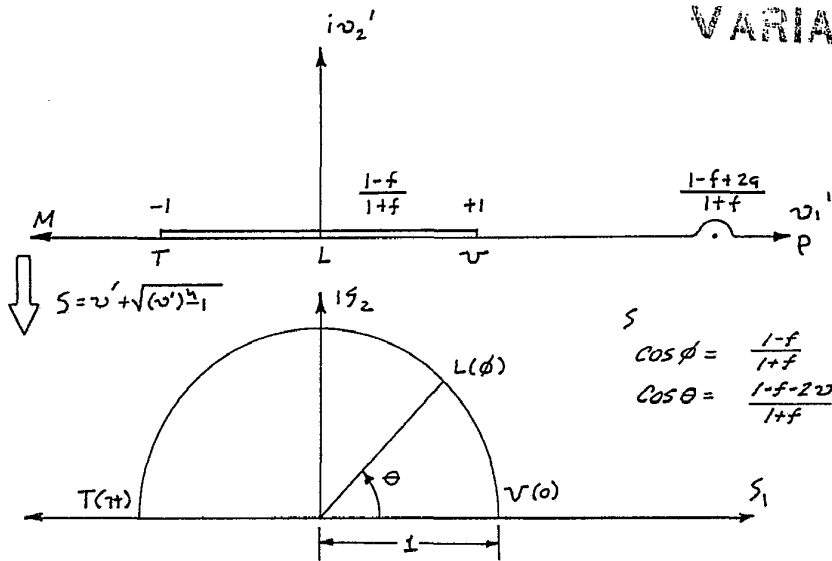


Fig. 7.

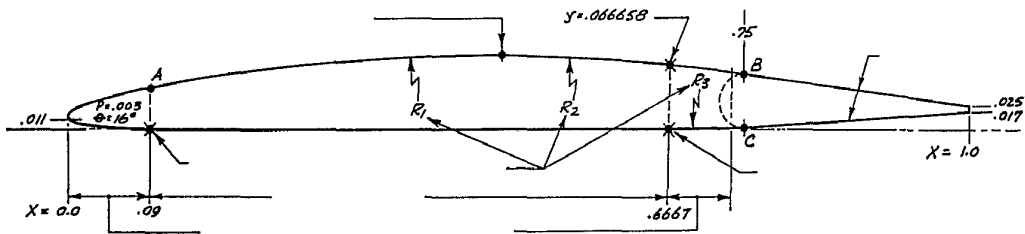
13 MAR. 1974

*[Handwritten signature]*

409585



Fig. 8.



$R_1 = 2.342756$   
 $R_2 = 2.093426$   
 $R_3 = 1.431389$

$y_w = .011$   
 $p = .005$   
 $\theta_w = 16^\circ$

$D_U = -.980613$      $D_L = -.959277$   
 $E_U = 1.079206$      $E_L = 1.522381$

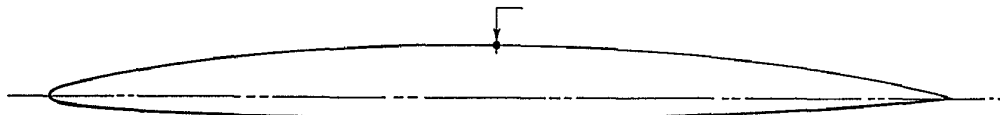


Fig. 9.

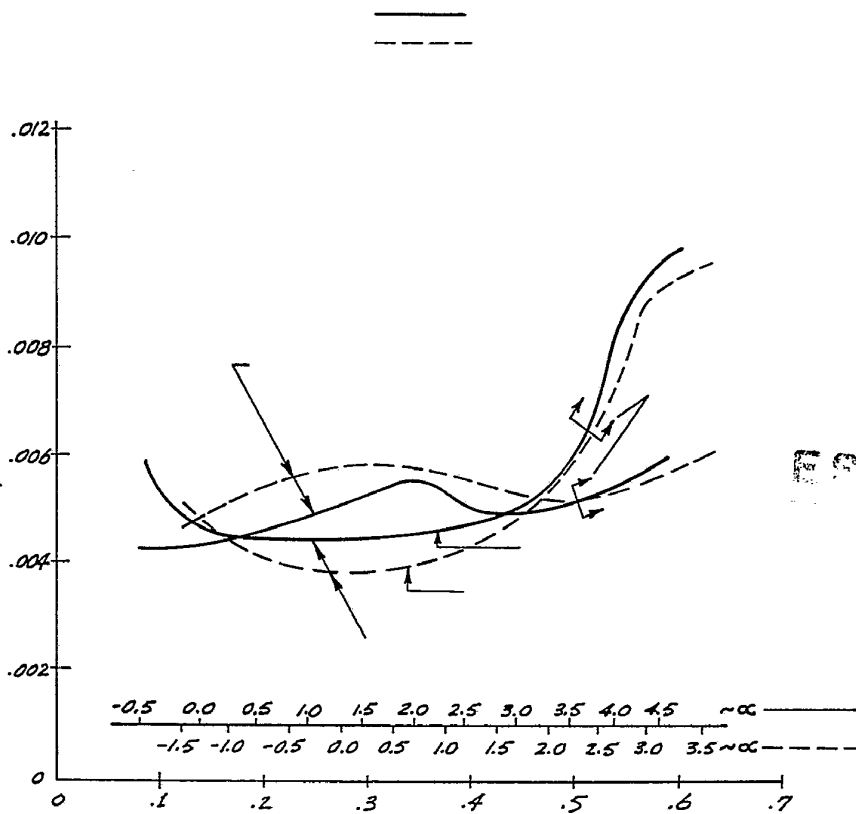
MAR 1978

*[Handwritten signature]*

409585



974



ESCALA  
1:1

Fig. 10.

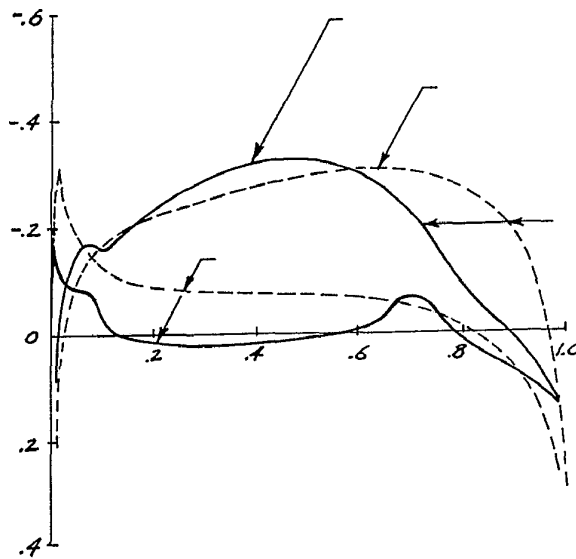
Madrid 13 MAR. 1974

L. J. JIMÉNEZ FERNÁNDEZ Y ROSALES  
Ingeniero de Camión L. Costa Fernández

409585



$C_{L\alpha} \sim .064$	$C_{N\alpha} \sim -.018$	}
$C_{M\alpha} \sim .021/DEG$	$C_{N\alpha} \sim -.006/DEG$	
$C_{L\beta} \sim .045/DEG$	$C_{N\beta} \sim -.011/DEG$	



ESCALA  
VARIABLE

Fig. 11.

13 MAR. 1924

Madrid

L. GOMEZ AGUDO Y ROBER  
p. Firmador: L. Coula Ferradoux