

**Colaboraciones especiales**



**EL FUNCIONAMIENTO DE  
LOS JETFOILS**

**Miguel Ángel Adam Muñoz**

# El funcionamiento de los jetfoils

Miguel Ángel Adam Muñoz

El Jetfoil es un hidrofoil de alta tecnología desarrollado por la firma norteamericana Boeing Comercial Airplane Co., quien desde los años 60 del siglo pasado inició sus investigaciones, sobre todo para uso militar, en el campo de las embarcaciones rápidas tipo hidrofoil y, que a estos efectos constituyó a mediados de los 70 del siglo pasado la compañía Boeing Marine Systems.

Boeing desde su comienzo en el desarrollo de sus hidrofoils comerciales hacia principios de 1974 , denominó a los buques que diseñó y fabricó con números de la serie 900s y a los Jetfoils en concreto como Boeing 929, de forma similar a como hiciera con sus líneas de aviones comerciales que siempre denominó con numeraciones Boeing 700s, tal cual fue el caso de los 727, 737 y 757, que durante un buen tiempo fueron fabricados en las mismas instalaciones, "*bajo el mismo techo*" en la fábrica de Renton / Seattle, Washington (U.S.A.).

En Canarias operaron tres tipos de ellos, el *Princesa Voladora* que era tipo Boeing 929-100 y el *Princesa Guayarmina* y *Princesa Guacimara* que eran un desarrollo posterior que Boeing denominó 929-115 (o Bloque 2). En 1988 Boeing licenció las tecnologías de diseño, fabricación y mantenimiento a la japonesa Kawasaki Heavy Industries, Ltd. (posteriormente Kawasaki Shipbuilding Corporation), a la que Trasmediterránea le adquirió dos unidades el *Princesa Dácil* y *Princesa Teguisse*, que fueron destinadas a sustituir a las dos anteriores y, que presentaban algunas mejoras sobre los modelos

anteriores, pasándose a denominar Kawasaki Jetfoils 929-117. Sobre la historia y particularidades de las cinco embarcaciones, estoy seguro que se darán cumplidos detalles en "*Trasmeships*".

Un barco, como artefacto flotante no puede evitar los balances y cabeceos producidos por las olas e inherentes a cualquier buque convencional. Desde el inicio de la navegación con propulsión de máquina, se han volcado muchos esfuerzos de ingeniería para tratar construir el barco libre de balances y cabeceos. Finalmente en Boeing, se llegó a la conclusión de que la nave debe volar con el fin de evitar la influencia de la ola. Esta premisa constituyó el concepto básico del desarrollo del Jetfoil.

Nos encontramos con que un barco diseñado por personas que diseñaban aviones y, construido y montado en las mismas instalaciones y por las mismas personas que montaban aviones, necesariamente tendría que volar. Término este algo paradójico, cuando no contrario en esencia, al normalmente utilizado por los marinos que hubieron de ponerlo en explotación.

A la denominación Jetfoil, el prefijo "Jet" le viene dado por las turbinas de gas (gas turbines o jet engines) que utiliza como máquina principal así como por sus bombas propulsoras (waterjet pumps), hermanas de proyecto de las bombas de inyección de combustible líquido que utilizaran los trasbordadores espaciales (Columbia, Challenger, Atlantis, etc.) de la NASA en los despegues y primeros momentos de ascensión. El vocablo de finalización "Foil", hace mención a las alas o láminas (en inglés, foils) de acero, que yendo completamente sumergidas, lo dotan de la necesaria sustentación dinámica en navegación. Es frecuente que su denominación se encuentre en muchas referencias separada por un guión: Jet-Foil, lo que es cuanto menos contrario a la intención comercial diferenciadora de sus fabricantes, primero Boeing y posteriormente Kawasaki.

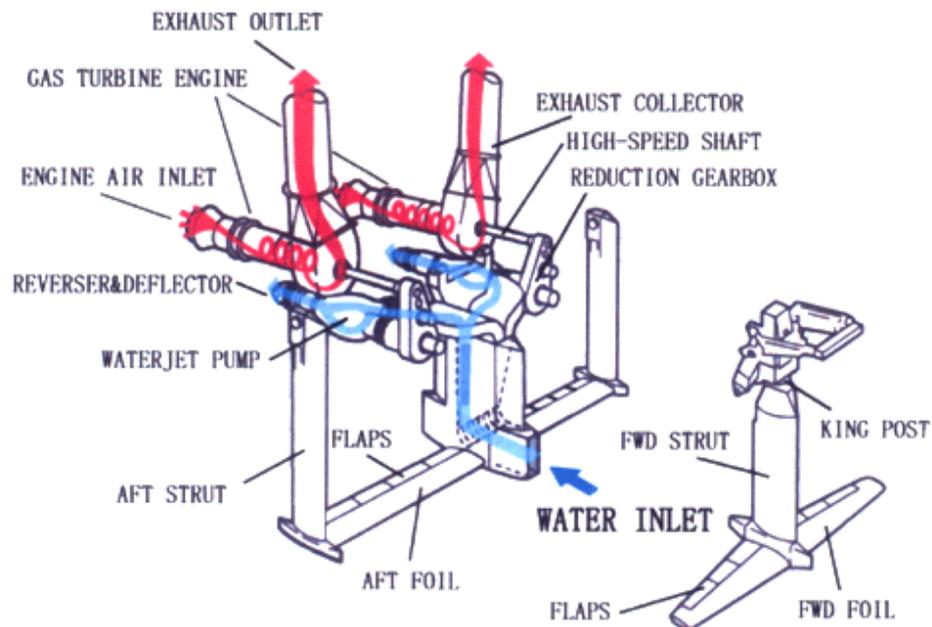


El Jetfoil desde el punto de vista de navegación tiene dos formas de operar, una de ellas es en navegación convencional sobre el casco o HULLBORNE, principalmente utilizada para maniobra en puerto, y otra, la más característica de la embarcación que es volando o sustentándose hidrodinámicamente sobre sus foils o FOILBORNE.

En modo de navegación convencional sobre el casco o HULLBORNE la maniobrabilidad al Jetfoil se la proporcionan los deflectores que dirigen la dirección de chorro de agua hacia babor o estribor y mediante los reversores que interponiéndose o dejando libre el chorro, proporcionan un par de fuerzas resultante hacia atrás o adelante respectivamente. Al disponer de dos chorros de agua, el jetfoil puede ser operado fácilmente para atracar o desatracar, utilizando el timón y la potencia de máquina, ayudado con la hélice de proa.

El Jetfoil navegando en modo FOILBORNE, vuela sobre la superficie del agua por la sustentación generada por sus dos foils totalmente sumergidos, siendo diferente al buque convencional que, como hemos dicho flota y absorbe los movimientos de la superficie de la mar. En FOILBORNE el jetfoil gira accionando los flaps (alergones) que van dispuestos en los bordes de salida del foil de popa. Los Flaps de babor y estribor del foil de popa se accionan en sentido opuesto unos hacia arriba y otros hacia abajo, y el buque comienza a caer a la banda deseada. La guiñada o giro, se completa con el Strut de proa, que a modo de timón suspendido, gira en el sentido ordenado y completa un giro coordinado y sumamente estable.

## Submerged foil and propulsion system



El jetfoil avanza gracias al empuje generado por los chorros de agua que salen de sus bombas propulsoras (waterjet pumps) movidas por la turbinas de gas, y vuela sobre la superficie del agua merced al empuje dinámico de ascenso que generan sus alas o foils delantero y trasero, totalmente sumergidos y unidos al casco por puntales o struts.

Para una navegación cómoda, el control de la fuerza y dinámica de sustentación es muy importante. La fuerza de sustentación del jetfoil puede ser controlada por el movimiento coordinado de los flaps montados en el borde de salida de los foils, lo que mantiene el casco estabilizado y a una cierta altura de la superficie del agua.

Mientras se navega en modo FOILBORNE, el Sistema de Control Automático (ACS), que tiene varios sensores de estabilización dinámica solidarios a diversas partes del casco (acelerómetros, giróscopos, sensores de altura, etc.) detecta los movimientos y

tendencias de movimiento del buque, movimientos que controla y estabiliza, logrando una navegación sin incómodos balances y cabeceos, volando sobre la superficie del agua y proporcionando una navegación tranquila.

Cuando las olas comienzan a alcanzar cierta altura y a golpear el casco, comienza a operar la pericia del piloto. El piloto maneja el timón con la mano derecha y opera la palanca de control de altura, que controla la profundidad del foil de proa, con la mano izquierda. Al manipular la palanca de control de la profundidad del foil, puede mantener una cierta altura relativa sobre la superficie del agua, y volar sobre las olas altas. Por tanto, el jetfoil puede evitar los golpes incómodos del casco contra las olas, que se experimentan con frecuencia en los barcos convencionales.

Cuando el jetfoil gira, el casco se inclina a babor o estribor. Esto es algo así como el giro que se produce en un avión. El jetfoil puede girar o dar la vuelta sin perder velocidad y sin que los pasajeros hayan de sentir la incomodidad de la fuerza centrífuga, que a esa velocidad se dejaría sentir muy notablemente. Es lo que nos aveníamos a denominar giro coordinado.

El casco y superestructura de este buque están contruidos en aluminio endurecido. Está dividido en 16 compartimentos estancos por debajo de la cubierta de cierre, en los que se alojan su maquinaria principal y auxiliar. Sobre la cubierta de cierre se encuentra la cabina de pasaje, compuesta por dos cubiertas, la principal y la superior, en la que también se encuentra el puente de mando. Las versiones 929 117 operadas en Canarias, en sus comienzos transportaban 286 pasajeros, capacidad que a partir de 1991 quedó reducida a 280 pasajeros, al incorporarse a proa de la cubierta principal una acomodación de 1º Clase.

La propulsión es originada por dos turbinas de gas, marca Allison modelo 501-KF (3.700 h.p. cada una), fabricadas por General Motors en Detroit. Las turbinas no proporcionan el empuje necesario a la embarcación sino que son el origen del mismo, moviendo ejes de alta velocidad (hasta 14.000 rpm.) que se acoplan a las cajas reductoras de las que salen los ejes que mueven las bombas propulsoras, que aspirando y expeliendo el agua, efecto acción/reacción, proporcionan el empuje necesario para conseguir la condición operativa de navegación estándar, esto es: El casco completamente elevado y fuera de la superficie, y una velocidad de crucero de 42 – 43 nudos. El fabricante de las bombas (waterjet pumps PWJ-20) era Rockwell International- Rocketdyne Division (a la sazón el mayor subcontratista de la NASA), posteriormente adquirida por Boeing. La licencia de la tecnología de las bombas waterjet PWJ-20 también fue traspasada a Kawasaki.

El empuje de la embarcación es afectado por la hidrosustentación proporcionada por sus dos conjuntos de hidroaletas o foils de proa y popa, que unidas al casco por unos finos puntales o struts, permanecen sumergidas a profundidad controlada automática o manualmente, por lo que el buque en sí no absorbe los movimientos de la superficie del mar, redundando ello enormemente en la confortabilidad del viaje.

El casco despega del agua al alcanzarse los 27 nudos de velocidad, circunstancia que se viene a producir tras haber recorrido entre 700 y 1.000 metros desde que se inicia la maniobra, dependiendo lógicamente de la carga (del desplazamiento del buque) y de las condiciones meteorológicas y de abrigo.

Para mantener el casco a una cierta altura deseada por encima de la superficie del agua y para armonizar el giro del barco a babor o estribor, el Jetfoil utiliza los alerones o flaps, que van unidos a los

filos de salida de los sumergidos foils, que son accionados hidráulicamente y, cuyo movimiento es controlado por el Sistema Automático de Control (ACS).

Las computadoras del ACS determinan la altura a la que es deseable que el casco se desplace sobre el agua (aproximadamente 1,8 metros). Cuando las olas alcanzan una altura considerable, la altura de navegación se regula desde el puente manualmente, mientras dos altímetros acústicos (ultrasónicos) ubicados a proa, detectan cualquier variación, variación que volverá a ser modificada bien manual o automáticamente.

Como queda dicho, entre el casco que se desplaza por encima del nivel del mar y los foils, que van completamente sumergidos, existen unos puntales verticales de unión, denominados struts (tres a popa y uno a proa). Gracias a sus formas hidrodinámicas y a sus extremos delanteros en filo rompiente, van cortando las aguas, y transmitiendo todo el peso de la embarcación a los foils.

El Strut de proa se utiliza como timón suspendido al que llegan las órdenes del ACS o las manuales introducidas por el piloto.

El Strut central de popa, que es hueco, presenta en su cara frontal una abertura por donde entra el agua de mar a los conductos de aspiración de las bombas propulsoras; estas la descargan a alta presión en forma de chorros a reacción, por las toberas de popa.

Con olas superiores a dos metros de altura y cuando la longitud y período de las mismas lo requieran, para mayor confortabilidad de la travesía, el piloto podrá gobernar individualmente a cada ola para incluso encararla transversalmente y/o para ascender o descender por ella, a modo de *surfing*.

Los jetfoils tienen una gran capacidad de maniobra ya que el giro, la caída a babor o estribor, es de diez grados por segundo, mucho mayor que la de los aviones, además puede quedar totalmente detenido en menos de dos esloras y media (70 metros).

El nivel de ruido a bordo durante la navegación, permite perfectamente la conversación como si de otro cualquier recinto cerrado se tratara, es muy similar al que puede experimentarse en la navegación aérea, y oscila entre los 65 y los 80 dB, dependiendo básicamente de la ubicación de los asientos elegidos. Desde el exterior, el nivel de ruido percibido a una distancia de 10 metros con las turbinas a máxima potencia está comprendido entre 90 y 100 dB.

La combinación de las tecnologías aeronáutica y marítima hizo surgir entre quienes trabajábamos en la explotación del Jetfoil una clase de jerga, que combina terminologías de ambas disciplinas, que resultó de uso imprescindible para la comunicación inequívoca y rutinaria entre tripulaciones, entre estas y el equipo de mantenimiento y de todos ellos con el fabricante. Además, una buena parte de la jerga, como se habrá podido deducir era en inglés, lo que tras la debida práctica y/o entrenamiento, no dejaba lugar a malas interpretaciones, a pesar de ser un buen caldo de cultivo para bromas a novatos y advenedizos.

Una diferencia sustancial respecto a otros tipos de hidrofoils es que los Foils/Struts del Jetfoil son retráctiles, por lo que en puerto, pueden ser operados en aguas de relativo poco calado - 3,6 m., dependiendo de la naturaleza del fondo marino, ya que el calado nominal del buque quedaría en 2,2 m.-. Esta particularidad, pudo ser aprovechada por Trasmediterránea para poner en marcha en 1987 la línea entre Las Palmas y Morro Jable (Fuerteventura), donde las condiciones de poco calado y fondo arenoso del atraque disponible, así lo requerían.

El *Princesa Voladora*, con el que Trasmediterránea comenzó a operar el 7 de agosto de 1980, y que era el número 7 de la serie 929-100 o "Bloque 1", de los construidos por Boeing (botado en 1976), continúa en operación bajo bandera de "Far East Hydrofoil Co. Ltd." (FEH) entre Hong Kong y Macao.

Las Palmas, 4 de junio de 2010

*Miguel Ángel Adam Muñoz*

